

SAMENVATTING

Salt marshes for flood protection

Long-term adaptation by combining functions in flood defences



Jantsje M. van Loon-Steensma

Dit is een samenvatting van het proefschrift:

Salt marshes for flood protection; Long-term adaptation by combining functions in flood defences dat op 8 oktober 2014 in de Aula van Wageningen University wordt verdedigd door Jantsje M. van Loon-Steensma

Aandacht voor en bezorgdheid om de effecten van klimaatverandering hebben een zoektocht geïnitieerd naar flexibele en integrale waterkeringsconcepten om onze omgeving aan de verwachte zeespiegelstijging aan te passen. In deze dissertatie, die zich vooral richt op het Waddengebied, worden een aantal innovatieve dijkconcepten verkend die functies zoals natuur en landschap combineren met het beschermen tegen overstroming. Er wordt met name gefocust op de rol van kwelders. Kwelders vormen een met zouttolerante planten begroeide overgangszone tussen zee en land. In deze ondiepe zone (voorlanden) breken de inkomende golven, worden de golflengte en golfenergie gereduceerd, en wordt uiteindelijk de golfenergie door wrijving met de vegetatie en het kwelderoppervlak gedissipeerd. Kwelders vormen daardoor een natuurlijke waterkering. Kwelders voor een dijk kunnen, tot op zekere hoogte, deze harde keringen beschermen tegen golfaanval en golfoploop.

Hoofdstuk 1 van deze thesis introduceert het Waddengebied en de concepten en definities die in de studie worden gehanteerd. De Waddenzee is één van de grootste getijdengebieden ter wereld en is vanwege haar belangrijke natuurwaarden aangewezen als Werelderfgoed. Deze natuurwaarden worden zowel op nationaal als internationaal niveau beschermd. Het Waddengebied speelt een belangrijke rol in de kustverdediging van Noord-Nederland. De eilanden, de zand- en wadplaten en de kwelders vormen een natuurlijk buffer tegen golfaanval. Het Waddengebied kent een lange historie van

het inpolderen van vruchtbare kwelders voor agrarisch gebruik en het zich beschermen tegen hoogwater door de aanleg van dijken. In het Waddengebied heeft de interactie tussen mens en natuur geleid tot een uniek vlak en open landschap waarin dijken een prominente rol spelen. Deze Waddenzeedijken (in totaal zo'n 227 km langs de vastelandskust en de eilanden), verhinderen echter wel dat kwelders met een stijgende zeespiegelstijging landwaarts kunnen opschuiven.

Hoofdstuk 2 beschrijft de ontwikkeling en de toepassing van een aanpak om de bestaande dijken langs de Waddenzee aan te passen aan de verwachte zeespiegelstijging in het licht van andere ontwikkelingen en onzekerheden. Als eerste stap is een dijk-portfolio ontwikkeld met zowel traditionele als innovatieve dijkconcepten (die een ander ontwerpprofiel of waterkeringsprincipe hebben dan traditionele dijken). Vervolgens zijn alle dijkconcepten samen met experts van de Noordelijke waterschappen beoordeeld aan de hand van criteria uit de vergelijkingsystematiek van het Deltaprogramma. Daaruit kwam naar voren dat in het landelijk gebied vooral eco-engineering concepten interessant zijn. Met name de aanleg of behoud van kwelders is aantrekkelijk omdat deze bijdragen aan de natuur en landschappelijke kwaliteiten van het Waddengebied. In bebouwd gebied kwamen multifunctionele dijken in de evaluatie gunstig naar voren. Wel hangt de eindscore van multifunctionele dijken in een integrale beoordeling sterk af van

de beoogde functies en de gewichten die de beoordelingscriteria krijgen.

Hoofdstuk 3 geeft achtergrondinformatie over de kwelders in de Waddenzee en hun mogelijke rol voor waterveiligheid via hun golfdempende werking, en schetst de mogelijkheden om kwelders in de waterkering te integreren. De huidige kwelders langs de vastelandskust zijn vooral het resultaat van het stimuleren van sedimentatie door aanleg van kwelderwerken. Oorspronkelijk waren deze werken bedoeld om land aan te winnen voor agrarisch gebruik, maar vanaf de jaren 70 van de vorige eeuw verschoof de doelstelling richting natuurbehoud. Niet overal langs de Waddenzee kust komen kwelders voor. Op sommige dijktrajecten bevindt zich slechts een smalle strook kwelders van enkele meters voor de dijk, terwijl langs andere trajecten de kwelders meer dan een kilometer breed zijn. De 'Zoekkaart Kwelders en Waterveiligheid' presenteert locaties waar op basis van de huidige abiotische en biotische omstandigheden de integratie van kwelders in de waterkering veelbelovend lijkt. Naast de dijktrajecten waar al semi-natuurlijke kwelders aanwezig zijn (zo'n 73 km), zijn er ook locaties waar zich nieuwe kwelders ontwikkelen (z'n 15 km).

Kwelderontwikkeling kan echter ten koste gaan van waardevolle (sub)litorale habitats. Langs zo'n 42 km dijk lijkt kwelderontwikkeling met geringe inspanning mogelijk, en langs zo'n 56 km dijk met forse inspanningen. Hierbij moet gedacht worden aan het ophogen van de bodem alsmede maatregelen om erosie te beperken en gunstige condities voor

kweldervorming te creëren. Langs zo'n 75 km dijk lijken de abiotische omstandigheden volstrekt ongunstig voor het ontwikkelen van kwelders.

Hoofdstuk 4 schetst de uitruil tussen het doelbewuste gebruik of ontwikkeling van kwelders voor waterveiligheid en andere diensten die door de kwelders worden geleverd. Naast voorlanden die onder gunstige omstandigheden door afzetting van slib en zand in hoogte toenemen en de golven dempen alvorens ze de dijk bereiken, vormen kwelders ook een waardevolle habitat, en zijn belangrijk voor de biodiversiteit. Bescherming, herstel en ontwikkeling van kweldervoorlanden vormt daarom een aantrekkelijke waterveiligheidsstrategie. Wel is het belangrijk om rekening te houden met de invloed van klimaatverandering op kweldervormende processen. Klimaatverandering heeft namelijk effect op de zeespiegelstijging, op het golf-wind klimaat en op de vegetatie. Vooral zogenaamde zachte technieken om kwelders te beschermen of te ontwikkelen, vormen een interessante 'no regret' klimaatadaptatie strategie. Omdat kwelderontwikkeling relatief snel gaat ten opzichte van de tijdshorizon van klimaatverandering, is er tijd om te experimenteren met maatregelen en technieken om kwelders zo efficiënt mogelijk te beschermen, te ontwikkelen en te beheren.

Hoofdstuk 5 presenteert drie case studies om de mogelijkheden voor kwelderontwikkeling en bescherming voor waterveiligheid te illustreren. In de eerste case studie worden de effecten verkend

van lage stenen dammen op kwelderontwikkeling op de Waddeneilanden Terschelling en Ameland. Deze dammen zijn aangelegd om de bestaande kwelders te beschermen tegen erosie. Binnen enkele decennia was het gebied tussen de dammen en de voormalige kwelderklifrand door sedimentatie opgehoogd en begroeid met karakteristieke kweldervegetatie. In de tweede case studie wordt gekeken naar het effect van erosie en van herstelmaatregelen op de ontwikkeling van kwelderhabitat en op de golfdempende werking van een klein kweldergebiedje voor de dijk van Terschelling. De derde case studie betreft de dijk langs de Dollard, waar gekeken wordt naar de effecten van het meenemen van kwelders in een 'brede groene dijk'. Uit de case studies komt naar voren dat, onder gunstige omstandigheden, lage stenen dammen niet alleen erosie van de kwelderrand sterk verminderen maar ook helpen om een ecologisch aantrekkelijk voorland te creëren. Zowel het oppervlak en de hoogte van de nieuw ontstane kwelder als de daarop ontwikkelde vegetatie beïnvloeden de golfhoogte. Uit de Dollard-case komt naar voren dat de ontwikkeling van een brede groene dijk ten koste zal gaan van een strook kwelders. Wel vormt zo'n brede groene dijk een meer geleidelijke, en daardoor aantrekkelijker, overgang van de kwelder naar de dijk dan een traditionele dijk (die is bekleed met asfalt of stenen).

In hoofdstuk 6 wordt de ecologische waarde van tegen erosie beschermde kwelders en herstelde kwelders verder

gekwantificeerd door de vegetatie die werd gevonden in opnamen in de onderzochte gebieden (Terschelling en Ameland), te vergelijken met een referentie set bestaande uit de vegetatie die werd gevonden in zo'n 6000 vegetatieopnamen in het Waddengebied. Zowel uit een 'species-by-species' analyse als uit ordinatie komt naar voren dat de ontwikkeling van kweldervegetatie in de herstelde kwelders niet verschilt van die op andere plaatsen in het Waddengebied. Daaruit kan worden afgeleid dat kwelderontwikkeling voor waterveiligheid niet onverenigbaar is met natuurdoelstellingen.

Hoofdstuk 7 verkent het effect van kweldervegetatie via het modelleren van golfhoogte voor verschillende kwelder-scenarios. Informatie verzameld in het studiegebied Grië (te Terschelling) rond soortensamenstelling, vegetatiehoogte, aantal stengels per oppervlak en de doorsnede van de aanwezige planten is in het model SWAN (Simulating WAVes Nearshore) gebruikt om het effect van een geschematiseerd (maar realistisch) kweldervoorland te onderzoeken. De modelresultaten bevestigen dat naast de breedte en de hoogte van het kweldervoorland, ook vegetatiekarakteristieken als de plantdichtheid, de doorsnede van de stengels en de hoogte van de planten van invloed zijn op de golfdempende werking.

In hoofdstuk 8 worden de belangrijkste bevindingen samengevat. Over het geheel genomen komt uit deze thesis naar voren dat voor het Waddengebied het integreren van kwelders in een lange-

termijn adaptatiestrategie veelbelovend is, vooral voor die dijktrajecten waar zich al kwelders voor de dijk bevinden of zich spontaan ontwikkelen. De kwelders in de Waddenzee vormen lage voorlanden die de inkomende golven dempen.

Verkennde modelstudies wijzen er op dat het integreren van kweldervoorlanden in de waterkeringen langs diverse dijktrajecten langs de Waddenzee er voor kunnen zorgen dat de keringen minder hoeven te worden verhoogd, of dat dijkversterking kan worden uitgesteld. Echter, in een veranderend klimaat kan het integreren van kweldervoorlanden in de waterkeringszone nooit toekomstige dijkverhogingen voorkomen. Kwelders beïnvloeden de golfaanval en golfploop tegen de dijken, maar kunnen niet het overstromen van de dijk door toenemende extreme waterstanden bij een stijgende zeespiegel voorkomen.

Deze dissertatie bevestigt dat vegetatie een belangrijke factor is voor de golfdempende werking van kweldervoorlanden. Uit de analyse komt naar voren dat de vegetatiesamenstelling in de verschillende kwelderzones potentieel veel invloed kan hebben, en dat daardoor de natuurlijke ruimtelijke verdeling van de verschillende vegetatietypen van belang is. Hierdoor kunnen experimenten of modelstudies die geen rekening houden met de zonatie van de vegetatie dus tot vertekende conclusies leiden. Ook volgt hieruit dat het belangrijk is rekening te houden met beheeraspecten van de kweldervegetatie wanneer kweldervoorlanden daadwerkelijk in een klimaatadaptatiestrategie wordt

meegenomen. Voor een zo goed mogelijke bijdrage aan de waterveiligheid, zou het beheer gericht moeten zijn op de ontwikkeling van kweldervegetatie die de golven het effectiefst dempt, en die rekening houdt met ruimtelijke en temporele aspecten van een begroeide kwelder.

Ten slot toont deze dissertatie aan dat via kwelderherstel de doelstellingen van zowel waterveiligheid als natuurontwikkeling en behoud elkaar kunnen versterken

Een aantal hoofdstukken is (deels) ook verschenen als wetenschappelijk publicatie:

- Van Loon-Steensma, J.M., Schelfhout, H.A. & Vellinga, P., 2014. Green adaptation by innovative dike concepts along the Dutch Wadden Sea coast. *Environmental Science & Policy* 44:108-125.
- Van Loon-Steensma, J.M. & Vellinga, P., 2014. Robust, multifunctional flood defenses in the Dutch rural riverine area. *Natural Hazards and Earth System Science* 14(5): 1085-1098.
- Van Loon-Steensma, J.M., Slim, P.A., Decuyper, M. & Hu, Z., 2014. Salt-marsh erosion and restoration in relation to flood protection on the Wadden Sea barrier island Terschelling. *Journal of Coastal Conservation* 18:415-430.
- Van Loon-Steensma, J.M. & Vellinga, P. 2013. Trade-offs between biodiversity and flood protection services of coastal salt marshes. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 5(3-4) 320-326.
- Van Loon-Steensma, J.M. & Slim, P.A., 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.