Voorlanden voor vergroten van waterveiligheid

De benutting van voorlanden is een van de bouwstenen voor veilige waterkeringen volgens de filosofie Bouwen met de Natuur. Voor toepassing is het zaak de onzekerheden en ontbrekende kennis te benoemen. Maar diverse praktijkvoorbeelden laten zien dat de uitdagingen oplosbaar zijn.

DRS. M.B DE VRIES/ IR. V. VUIK / IR. M.A. OLIEMAN / PROF.DR.IR. S.N. JONKMAN



FOTO: DIRK HOL/DELTARES

Meetactiviteit met studenten in de wilgengriend langs de Merwededijk bij Dordrecht.

Eeuwenlang hebben kustbewoners strijd geleverd tegen het water. In onze kustgebieden werden daarvoor proefondervindelijk technieken ontwikkeld die gebruikmaakten van natuurlijke processen, waarbij eigenschappen van specifieke plantensoorten slim benut werden. Zo ontstonden half natuurlijke landschappen, zoals de kwelders langs de Fries-Groningse kust, de schorren in de Zuidwestelijke Delta en de Zeereep langs de Hollandse kustlijn. Dit alles werd mogelijk gemaakt door benutting van plantensoorten zoals Helm (*Ammophila arenaria*) en Engels Slijkgras (*Spartina anglica*). Tot halverwege de vorige eeuw werden sommige dijken versterkt met klei, afkomstig uit de voorliggende schorren en kwelders; langs het Duitse wad is dit nu nog gebruikelijk. Bouwen met de natuur was eerder gebruik dan uitzondering.

Voorlanden

In de vorige eeuw is door verschillende oorzaken, zoals de overstromingsramp in 1953 en technische ontwikkelingen, gekozen voor harde oplossingen. Geïnspireerd door de ideeën van Svašek in de jaren zeventig en daarna Waterman is het denken over (her)benutting van natuurlijke processen die aan onze veiligheid bijdragen, weer sterk centraal komen te staan in de laatste decennia. Minister van Infrastructuur en Milieu Schultz van Haegen liet op 26 april 2013 in haar brief aan de Tweede Kamer weten dat ze groot voorstander is van meebewegen met natuurlijke processen en 'bouwen met de natuur'. Het lijkt erop dat vergroening van de waterbouw in relatie tot waterveiligheid is ingezet, waarbij natuurwaarde verder kan toenemen. In dit artikel richten we ons op de status van veilige oplossingen waarin voorlanden een bijdrage leveren.

Na een periode van stormachtige ontwikkeling van nieuwe concepten en eerste toepassingen in het veld is het duidelijk geworden dat voor het inbrengen van de zachte of hybride veiligheidsoplossingen met voorlanden in de mainstream van ontwerp en toetsing nog meer stappen nodig zijn. De drie grootste uitdagingen zijn ten eerste het kwantificeren van de onzekerheid in de bijdrage van zachte voorlandoplossingen met vegetatie of riffen aan veiligheid. Ten tweede het kwantificeren van de onzekerheden in de ontwikkeling in de tijd van zulke zachte oplossingen, de implicaties voor veiligheid en beheer. En ten derde het ontwikkelen van bijbehorende gevalideerde instrumenten en toetsmethoden.

Veiligheid bij maatgevende condities

Golfdemping en bodemstabilisatie zijn een erkend effect van begroeiing. Op voorlanden kan dit bijdragen aan de veiligheid. In de wetenschappelijke literatuur is zowel voor schorren/kwelders (*saltmarshes*) als rietlanden en bossen op uiterwaarden hierover iets beschreven. Wel is nog verder onderzoek noodzakelijk naar de vraag in hoeverre een voorland juist in extreme maatgevende condities nog bijdraagt aan golfdemping.

De bijdrage van een zacht, begroeid voorland aan veiligheid is sterk afhankelijk van de standzekerheid tijdens maatgevende/extreme condities. Er is reeds veel onderzoek verricht naar erosie van onbegroeide zandige bedden (zoals strand en duinen) tijdens maatgevende condities. Hiervoor zijn rekeninstrumenten ontwikkeld, die zijn opgenomen in het Wettelijk Toetsinstrumentarium (WTI) en die worden ingezet voor het ontwerpen en toetsen van profielen langs onze zandige kusten. De begroeide zachte voorlanden bevinden zich veelal in meer beschutte watersystemen, met klei in de bodem, zowel in het zoute als in het zoete milieu. Deze begroeiing kan bijdragen aan de stabilisatie van de bodem door doorworteling en samenhangende wortelmatten. Het complexe erosiegedrag van kleibodem in een voorland is slecht bekend en niet ingebouwd in rekeninstrumenten voor maatgevende condities. Dit geldt eveneens voor de invloed van begroeiing.

Een voorland kan ook niet-golfgerelateerde faalmechanismen beïnvloeden. De kans op dijk-

BOUWEN MET DE NATUUR

Dit is het tweede artikel in een serie van vier over de toepasbaarheid van Bouwen met de Natuur-concepten voor veilige waterkeringen. Het eerste artikel 'Natuur als vertrekpunt bij het ontwerp' stond in *Land+Water* 5/2013. De overige artikelen behandelen mogelijke kostenbesparingen en organisatorische implicaties.

IN 'T KORT - THEORIE

- **Benutten van voorlanden levert bijdrage aan waterveiligheid**
- **Onzekerheden in de bijdrage aan veiligheid kwantificeren, toetsmethoden ontwikkelen**
- **Drie praktijktoepassingen: Oesterdam, Grienddijk Noordwaard en Oeverdijk**
- **Pleidooi voor uitvoering op ware schaal en flankerend verdiepend onderzoek**

501910.indd 28 3-7-2013 11:22:41

falen door piping bijvoorbeeld is gerelateerd aan de samenstelling, de vorm en de begroeiing van het voorland.

Veiligheid op lange termijn

Golfdemping en stroomremming zorgen voor beïnvloeding van sedimentatiepatronen die leiden tot landschapsvorming. Dit proces ligt aan de basis van de kwelderwerken en wordt geanalyseerd door onderzoekers zoals Temmerman. Onderzoekers van de TU Delft, Universiteit Twente, NIOZ (Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee) en Deltares hebben aan modellering van deze effecten veel werk verzet. Dit heeft geleid tot aanpassing van het golfmodel SWAN. De ontwikkeling van de hoeveelheid en de hoogte van de vegetatie is een belangrijke parameter in relatie tot veiligheid, die in de tijd gekarakteriseerd zou moeten worden. Hierop zijn het waterpeil, getij en golven, soortspecifieke eigenschappen, populatiedynamiek van de aanwezige soorten, de successie van soorten in de tijd en de aard en intensiteit van natuurbeheer van invloed. Analyse hiervan op een tijdschaal van decennia in een voorspellend model, inclusief de relatie met natuurbeheer, staat nog in de kinderschoenen.

Onzekerheden

Bij de beoordeling van de veiligheid, bijvoorbeeld door het berekenen van een faalkans, van een dijk-voorlandsysteem is het zaak rekening te houden met onzekerheden in sterkte en belastingen op lange termijn. Het dynamische gedrag van een zachte oplossing beïnvloedt de faalkans. Het reduceren van de onzekerheden door optimalisatie van ontwerp, monitoring en onderhoud maken Bouwen met de Natuur-oplossingen een aantrekkelijker optie voor beleidsmakers. Het kunnen voorspellen en beheersen van de veiligheid over een lange periode, bijvoorbeeld vijftig jaar, is een belangrijke randvoorwaarde voor het realiseren van zo'n oplossing. Er zijn nog geen instrumenten beschikbaar om de onzekerheden in dergelijke zachte systemen te analyseren. We weten wel dat kwelders eeuwenlang en griendbossen decennialang stabiel kunnen blijven en dat hierover bij gebiedsbeheerders veel kennis bestaat.

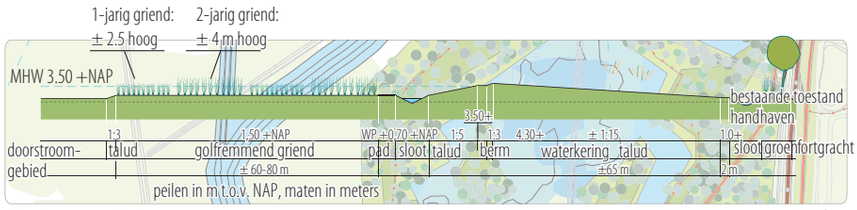
Oesterdam

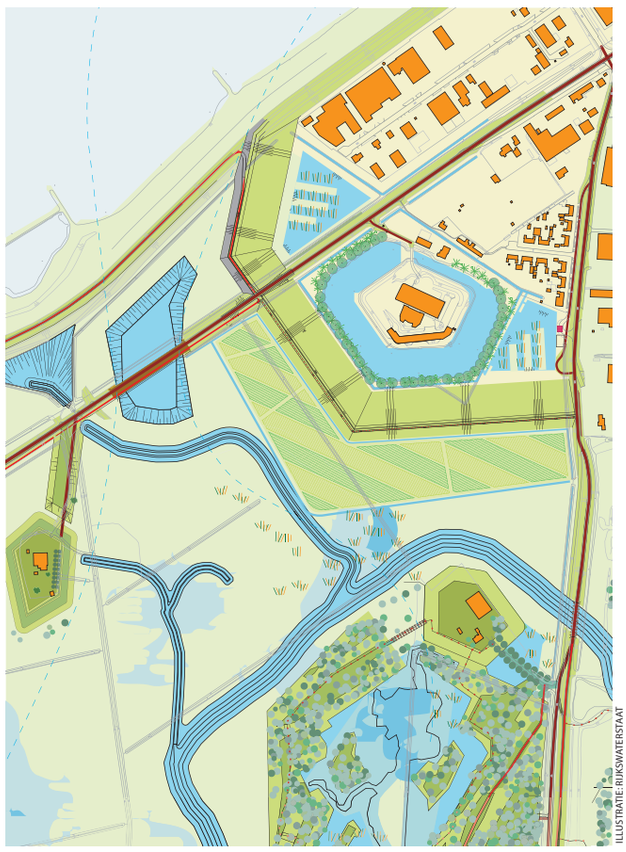
Ondanks het bestaan van onzekerheden worden voorlandoplossingen reeds toegepast in hoogwaterbescherming. Met drie toepassingen (Oesterdam, Grienddijk Noordwaard, Oeverdijk) wordt duidelijk wat de huidige grenzen van de toegepaste Bouwen met de Natuur-kennis zijn.

In het oostelijk deel van de Oosterschelde ligt de Oesterdam. Deze dam scheidt het zoete Volkerak-Zoommeer van de zoute Oosterschelde. Door een tekort aan zand in de Oosterschelde eroderen de slikken langs de Oesterdam en neemt de golfhoogte en daarmee de belasting op de dijk toe. De afname van deze intergetijdegebieden is daarnaast nadelig voor daarop voedselzoekende vogels. Langs het zuidelijk deel van de Oesterdam worden slikken verondiept door het aanbrengen van een grote hoeveelheid zand, waardoor de golfbelasting op de dam afneemt en de natuurwaarde toeneemt.

De verwachting is dat de Oesterdam door suppleties de komende decennia aan de wettelijke eisen zal blijven voldoen vanwege de gereduceerde golfaanval en dat natuurwaarde ten minste wordt gehandhaafd. Omdat geen stabiliserende schorvorming wordt verwacht, zal het intergetijdegebied onderhevig blijven aan erosie. In deze fysische omstandigheden past wel aanleg van oesterriffen, die mogelijk erosie gaan remmen. Analyse van de bodemligging van natuurlijke oesterriffen lijkt dit effect aan te tonen. Kunstmatige oesterriffen worden dan ook op deze locatie gerealiseerd als innovatief element om toekomstig onderhoud te reduceren. Het werk wordt uitgevoerd in 2014 en Rijkswaterstaat heeft een monitoringsprogramma gedefinieerd om de effecten van dit ontwerp te bestuderen.

Dit programma moet dienen als basis voor modelkalibratie en toekomstige toetsing. Rekeninstrumenten die voor kustbeheer met zandsuppletie worden ingezet, zijn immers nog weinig geijkt voor de afwijkende condities en aanwezigheid van riffen in een estuarium zoals de Oosterschelde. De toetsing van golfbelasting op een dijklichaam achter een onbegroeid voorland is goed bekend en onderdeel van de toetsmethode in het WTI.





GRIENDDIJK
Weergave en doorsnede van de golfremmende grienddijk bij Fort Steurgat.

Grienddijk Noordwaard

De ontpoldering van de Noordwaard is een van de maatregelen van het programma Ruimte voor de Rivier om bij hoge rivierafvoeren meer rivierwater af te kunnen voeren en daardoor bovenstrooms een waterstandsverlaging te realiseren. Er blijft een zeer kleine dijkring over (dijkring 23), waarin ook Fort Steurgat en een deel van Werkendam zijn gelegen. Bij dit fort wordt een nieuw grondlichaam aangelegd met daarvoor een griend als golfremmende vegetatie, de grienddijk. Door voor de dijk een wilgengriend aan te leggen, worden golven gedempt en hoeft de dijk minder hoog en minder verhard te worden. Zo'n griend past goed in het landschap en in de natte condities van het ontpolderde gebied.

Aangezien een dergelijke oplossing nieuw is, zijn ook de instrumenten voor het ontwerp van zo'n variant nieuw, in dit geval het voor vegetatie aangepaste golfmodel SWAN. Op dit moment legt Deltares in opdracht van Rijkswaterstaat de

501910.indd 29 3-7-2013 11:22:52



FOTO: DELTARES

Een oesterrif langs een dijkvak stabiliseert het voorland; op grote schaal nu toegepast als kunstmatig rif voor het Oesterdam-project.

laatste hand aan het vertalen van het ontwerp in een door het Expertise Netwerk Waterveiligheid (ENW) goedgekeurde toetsmethode voor de wettelijke toetsing voor het golfremmende griend. Hierbij wordt niet alleen aangegeven op welke wijze de toets moet worden uitgevoerd, maar ook welke gegevens nodig zijn om te monitoren en welke (griend)beheermaatregelen nodig zijn. Ten slotte worden noodmaatregelen gedefinieerd in het geval van falen van het griend. Het project is thans in uitvoering en wordt opgeleverd in 2015.

Oeverdijk

Grote delen van de dijk tussen Hoorn en Amsterdam zijn afgekeurd en moeten worden versterkt. Hoogheemraadschap Hollandse Noorderkwartier heeft in samenwerking met onder andere Arcadis, RoyalHaskoningDHV en Deltares gewerkt aan het ontwerpen van een zachte kering, die geconstrueerd wordt voor de huidige bestaande dijk en die de functie van de bestaande dijk volledig moet vervangen. Het ontwerp is voor diverse dijktrajecten tussen Hoorn en Amsterdam opgenomen in het Voorkeurs Alternatief. Oplevering wordt verwacht vóór 2021. Als voor dit ontwerp wordt gekozen, zal de kering bestaan uit een zandlichaam met daarop een selectie van droge, plas-dras- en natte elementen, die elk een eigen begroeiing (gras, (water)riet, onderwaterplanten) zullen kennen en die een bijdrage gaan leveren aan de ecosysteemkwaliteit van het Markermeer en kansen voor recreatie.

Deze Oeverdijk is ontworpen met richtlijnen en rekenmodellen die geldig zijn voor niet-begroeide zandige oevers. Modelberekeningen tonen aan dat het ontwerp op basis van uitvoering in zand als veilig is aan te merken. De daarvoor gebruikte berekeningen passen echter niet in de huidige methoden van het WTI. De invloed van vegetatie op de golfremming, standzekerheid en langetermijnontwikkeling ontbreekt in de modellen en wordt dus niet meegenomen. De fysische omstandigheden van het Markermeer wijken sterk af van de goed bestudeerde modeltoepassingen langs de Hollandse Noordzeekust.

Deze toepassingen tonen aan dat zeer verschillende voorlanden lokaal al in het ontwerp en de toetsing van keringen in zoete en zoute milieus worden meegenomen en dat deze oplossingen ook in de praktijk worden gerealiseerd. Het benutten van deze ecosystemen biedt voordelen voor ontwerpers van waterkeringen door golf- en stroomremming, bodemstabilisatie en sedimentinvang. De natuurwaarde neemt toe. De kennis van kwantificering van deze processen in relatie tot maatgevende condities schiet echter tekort. De bijdrage aan de langetermijnveiligheid is door de dynamiek van de natuurlijke systemen nog onvoldoende robuust voorspelbaar. Voor ontwerp en toetsing ontbreekt het aan specifiek voor deze systemen ontworpen methoden en instrumenten. Een stap voorwaarts is de concept-toetsmethode voor golfremmende grienden, die vorig jaar door Rijkswaterstaat en Deltares werd ontwikkeld.

Om betere en betrouwbaarder ontwerpen mogelijk te maken, is meer onderzoek nodig. Het effectiefst is een slimme combinatie van uitvoering op ware schaal en flankerend verdiepend onderzoek door monitoring, inzet van fysieke faciliteiten en het verbeteren van procesformuleringen in rekeninstrumenten. Het topsector Waterprogramma Delta Technology, het Deltaprogramma en nHWBP (het nieuwe Hoogwaterbeschermingsprogramma) bieden hiervoor kansen. Daarnaast is het nodig ervaring op te doen met de effectiviteit van de Handreiking Innovaties Waterkeringen (vanaf begin juni 2013 beschikbaar). Deze handreiking is opgesteld om duidelijkheid te scheppen over het toepassen van innovaties bij het ontwerpen, toetsen, versterken en beheren van waterkeringen.

Aanbevelingen

Het is duidelijk dat de ontwikkeling van voorlandoplossingen geborgd moet worden door een programma van monitoring en beheer, zoals dat nu bij de Oesterdam is gerealiseerd en bij de Grienddijk wordt voorgesteld. Hierbij horen heldere criteria en duidelijk afspraken met betrokken partijen over de verdeling van verantwoordelijkheden. Het ligt voor de hand dat allianties met nieuwe stakeholders, zoals natuurbeheerders, nodig zijn voor het handhaven van de veiligheid met natuurlijke systemen.

Al doende wordt onze internationaal vooraanstaande kennis van dijken door toepassing van Bouwen met de Natuur-concepten uitgebreid met oplossingen in de vorm van veilige multifunctionele 'landschappen' door benutting van diensten geleverd door duurzaam veilige 'ecosystemen', die passen in kusten, estuaria, rivieren en meren. Gezien de vele delta's van de wereld is dit een innovatie met exportpotentie.

Mindert de Vries is werkzaam bij Deltares, Zee- en Kustsystemen en is verbonden aan HZ University of Applied Sciences. Vincent Vuik is werkzaam bij HKV Lijn in Water. Marike Olieman is werkzaam bij Rijkswaterstaat. Bas Jonkman is hoogleraar aan de TU Delft, faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen.

WATERSCHAPPEN

Peter C.G. Glas, voorzitter van de Unie van Waterschappen over Bouwen met de Natuur: 'Waterschappen ondersteunen het concept van Bouwen met de Natuur. Op regionale en lokale schaal wordt dit al toegepast bij de inrichting van waterlopen en de aanleg van waterbergingsgebieden. Hierbij wordt veelal intensief samengewerkt met terreinbeheerders van natuurgebieden en steeds vaker ook van agrarische gebieden. De waterschappen verkennen op dit moment ook de mogelijkheden om het concept in concrete projecten in het kader van de primaire waterveiligheid vorm te geven. De maatschappelijke uitdaging is dat het mooiere, beter ingepaste veiligheidsoplossingen oplevert, die ook goedkoper zijn in beheer en onderhoud. Het is daarbij natuurlijk wel van belang om er in veiligheid niet op achteruit te gaan. We kennen allemaal het project Zandmotor langs de kust. De uitdaging is om een vergelijkbare aanpak ook elders, en dus ook voor de binnenwateren, te ontwikkelen. Ik noem dat wel "judoën met de natuur, in plaats van boksen tegen de natuur". In onze optiek moet een goede risicobeheersing integraal onderdeel zijn bij de toepassing van het concept. Maatschappelijke waarden van veiligheid, omgevingskwaliteit, economie en ecologie worden daarin meegenomen. Er zullen meer concrete projecten van de grond moeten komen om het concept in de praktijk toe te passen en ervaringen te delen. Ik denk dat we nog veel creativiteit nodig hebben om de kansen van deze aanpak te ontdekken en te verzilveren. Kortom, beheerders, kennisinstituten en bedrijfsleven: zoek elkaar dit jaar nog op om tot mooie initiatieven te komen waar onze sector trots op kan zijn.'

501910.indd 30 3-7-2013 11:23:01