Van proef tot praktijk

Inaugurele rede van Jentsje van der Meer

UNESCO-IHE
Institute for Water Education

Van proef tot praktijk

Inaugurele rede van J.W. (Jentsje) van der Meer,
Professor in Coastal Structures and Ports
bij UNESCO-IHE, Institute for Water Education
in Delft, Nederland

10 september 2014

Published by:
UNESCO-IHE Institute for Water Education
PO Box 3015, 2601 DA Delft, The Netherlands
www.unesco-ihe.org

j.vandermeer@unesco-ihe.org

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.
You are free:
- to Share — to copy, distribute and transmit the work
- to Remix — to adapt the work

Under the following conditions:
- Attribution — You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor (but not in any way that suggests that they endorse you or your use of the work).
- Noncommercial — You may not use this work for commercial purposes.

Vertaling Inaugural Address ‘From test to practice’ (ISBN 978-90-73445-30-7)

Inhoud

Inleiding 5

Redenen om te publiceren 5

Van architect naar kustwaterbouwkundige en hoogleraar 6

Ontwikkelingen op het gebied van kustwaterbouwkundige constructies 8
- De rol van de Europese Unie 8
- Enkel laags-systemen voor golfbrekers 9
- Berm golfbrekers 11
- CLASH, EurOtop en kunstmatige neurale netwerken 12
- Bescherming tegen orkanen, Golf van Mexico 14
- Simulatoren 16

Simulacra 18
- Wat is een simulacrum? 18
- Benaderingen van veiligheid tegen overstroming 19
- Nederland mag niet een badkuip worden 21
- Alleen dijken kunnen bescherming bieden tegen stormen 23
- De ontwerpformules van breuksteentaluds als een simulacrum 24

UNESCO-IHE 27

Dankwoorden 29

Referenties 32

Geachte voorzitter, rector van UNESCO-IHE, professor Szöllösi-Nagi,
geachte leden van het College van Bestuur,
collegae van de academische gemeenschap,
hoogleraren van andere universiteiten, hoogleraren in het EurOtop auteursteam,
collegae van UNESCO-IHE, Deltares, Technische Universiteit Delft, Rijkswaterstaat en andere instituten en bedrijven,
geëerde gasten, studenten, vrienden en familie.
Dames en heren

Inleiding

Tijden veranderen. Indien we deze gebeurtenis ongeveer vijftien jaar in de tijd zouden terugplaatsen, dan zou dit een afscheidsrede zijn. De 57-plus regeling was toen nog geldig in ik bevind me in de categorie van 57-plus. Op dit moment moeten we tot ons 67-ste werken en persoonlijk, als de gezondheid dat toelaat, zou ik graag nog een beetje langer willen werken. Dat wordt mogelijk zelfs een verplichting, want politici mogen graag de regels veranderen en zij laten een tendens zien om de pensioengerechtigde leeftijd verder te verhogen.

Van proef tot praktijk. De titel van een inaugurele rede geeft vaak een indruk van iemands karakter en/of werkhouding. De titel geeft aan dat ik niet een pure academicus ben, maar ook geen uitgesproken adviseur of ontwerper. Vanuit academisch standpunt voel ik me erg aangetrokken tot onderzoek en wil ik graag het gebied van de golf-constructie-interactie verdiepen en verder proberen te begrijpen. Het gebied dat deze middag centraal zal staan. Ik hou ervan om fysische verklaringen te vinden en nieuwe regels, als het even kan ontwerpregels. Maar ik wil ook graag betrokken zijn in de toepassing, in het adviseren van de klant bij ontwerp en bouw van kustwaterbouwkundige constructies, of uit te vinden wat er nu precies is gebeurd als iets mis is gegaan. Dat is de praktijk.

Redenen om te publiceren

Een academicus is verplicht om te publiceren. Tot nu toe is er voor mij nooit een verplichting van hogerhand geweest om te publiceren en papers voor gereviewde vakbladen te schrijven. Het schrijven van papers werd gedurende mijn eerste zestien jaar van mijn carrière bij Delft Hydraulics, nu Deltares, aangemoedigd, maar was geen verplichting. U begrijpt dat zo’n verplichting bij Infram, waar ik vervolgens tien jaar heb gewerkt, en bij mijn eigen bedrijf, niet bestaat. Maar als half academicus en half adviseur had en heb ik altijd de

drijfveer gehad om te publiceren, om nieuwe resultaten te presenteren die andere mensen zouden kunnen gebruiken. Deze houding houdt in dat mijn focus niet specifiek gericht was op vakbladen, omdat het juist daar lang duurt en veel werk kost om werk gepubliceerd te krijgen. Ook is mijn doel nooit geweest om zoveel mogelijk te publiceren.

Een goed voorbeeld is de reeks van publicaties omtrent al het werk dat we met de golfoploop- en golfoverslagsimulator hebben uitgevoerd. Een foto van de golfoverslagsimulator prijkte op de voorkant van de uitnodiging voor deze gebeurtenis en daar zullen we later op terugkomen. Het waren acht jaar van intense ontwikkeling en bouw van machines, het beproeven van dijken bij golfoverslag, heel veel leren van deze destructieve proeven en het maken van richtlijnen. We hebben orde grootte vijf miljoen euro uitgegeven aan dit onderzoek en hebben geen enkele publicatie in een gereviewed vakblad. Maar dit wil niet zeggen dat we niet hebben gepubliceerd! De ontwikkelingen, het onderzoek en de resultaten waren belangrijk genoeg om de wereld hiervan op de hoogte te stellen en sinds 2006 hebben we altijd gepresenteerd op kustwaterbouwkundige conferenties. Het aantal papers in proceedings van conferenties bedraagt ongeveer vijfentwintig. En iedereen in de waterbouwkundige wereld is van het bestaan van dit werk op de hoogte en dat was het doel dat we wilden bereiken. Het was geen academische aanpak en ik begrijp terdege dat ik in mijn nieuwe positie bij UNESCO-IHE mijn houding moet aanpassen. Om te beginnen is dat niet zo moeilijk: er is een wereld aan materiaal omtrent simulatorwerk aanwezig om in vakbladen te publiceren. Het moet alleen gebeuren.

Van proef tot praktijk. Publicaties zijn de overgang van proeven naar de praktijk. De resultaten van onderzoek worden aan potentiële gebruikers in de praktijk aangereikt. En hoewel publiceren in vakbladen nooit mijn favoriet is geweest, heb ik ongeveer 170 publicaties of ben ik daar medeauteur van, 24 van deze zijn in gereviewde vakbladen gepubliceerd en 10 als hoofdstuk in een boek. Veel van deze publicaties bevatten formules die geschikt zijn om mee te ontwerpen. En om de stap naar de praktijk te maken, mijn ervaring is dat de eerste toepassing van zo’n formule, of buiten zijn bereik wordt toegepast, of op een constructie wordt toegepast waar de formule niet voor bedoeld was. Soms, of mogelijk vaak, is de praktijk veel gecompliceerder dan een specifiek deel van een onderzoek. Ik kom later terug op de praktijk door enige praktijkervaringen te geven.

Van architect naar kustwaterbouwkundige en hoogleraar

Heb ik mij van jongs af aan aangetrokken gevoeld tot de kustwaterbouwkunde? Om eerlijk te zijn, is dit antwoord nee. Aangezien ik aan het Sneekermeer ben opgegroeid, zou men anders mogen verwachten. Maar een boerenzoon moest meewerken op de boerderij en er was nauwelijks tijd voor plezier op of nabij het water.

Figuur 1 De boerderij bij het Sneekermeer.

Figuur 2 Gras halen, handwerk en paardekracht.

Al in mijn jeugd voelde ik me aangetrokken tot het bouwen van constructies en dit kwam vooral door een paar oudooms die timmerman waren. Ik heb een bachelor in bouwkunde gehaald, maar het was duidelijk dat ik veel meer een ingenieur was dan een architect en mijn vervolgopleiding was dan ook Civiele Techniek aan de Technische Universiteit van Delft, met als afstudeerrichtingen Betonconstructies en Toegepaste Mechanica. Als “droge” architect of ingenieur had ik de houding de “natte” colleges te mijden. Ik heb dan ook nooit college gehad van professor Bijker of professor Battjes.

Een universitair diploma in de Civiele Techniek betekent dat je technische problemen op een bepaald niveau moet kunnen aanpakken en oplossen en een verandering binnen het brede vakgebied zou geen probleem moeten zijn. Met dit in gedachten heb ik uiteindelijk besloten bij Delft Hydraulics te gaan werken, in het Laboratorium in De Voorst in de Noordoostpolder. Ik beproefde daar golfbrekers – nog steeds constructies, alleen een beetje andere. Andere, onbekende belastingcondities, andere faalmechanismen en nauwelijks richtlijnen voor ontwerp, vergeleken bij richtlijnen die bestaan voor het ontwerpen van bijvoorbeeld gebouwen en bruggen. Een interessant onderzoeksgebied en ik heb dan ook nooit spijt gehad mijn beslissing.

Wanneer word je hoogleraar? Vaak nadat je bewezen hebt dat je een deskundige bent geworden op jouw vakgebied en klaar bent voor een stap in je carrière naar de hoogste academische positie. Dit betekent vaak relatief jong, midden in je carrière. Een inaugurele rede moet dan laten zien dat de nieuwe hoogleraar de wetenschappelijke wereld kent waarin hij of zij werkt en moet onderzoekslijnen aangeven voor de komende twintig jaar. Zij of hij heeft de uitdaging om de wetenschappelijke wereld te verbeteren, nietwaar? De inaugurele rede van mijn collega professor Bas Jonkman van ongeveer een jaar geleden, is hier een goed voorbeeld van. Maar het ligt in mijn geval een beetje anders, allereerst omdat ik officieel maar acht jaar heb te gaan. Ten tweede heb ik al drieëndertig jaar ervaring in dit gebied en heb ik redelijk invloed gehad op de wereld van kustwaterbouwkundige constructies en havens. Deze rede heeft niet als belangrijkste doel u te laten zien hoe de wetenschappelijke

wereld vooruit gebracht kan worden door nieuwe onderzoekslijnen, alhoewel ik hier natuurlijk wel aandacht aan zal besteden. Drieëndertig jaar ervaring betekent ook dat ik een aantal aardige leermomenten kan laten zien op de weg van proef naar praktijk. Ik wil dit graag op twee manieren doen: eerst door enkele ontwikkelingen te beschrijven op het gebied van kustwaterbouwkundige constructies in de laatste dertig jaar en daarna door een aantal simulacra te behandelen.

Ontwikkelingen op het gebied van kustwaterbouwkundige constructies

De rol van de Europese Unie

Nederland, als klein en laag liggend land, heeft altijd in de wereld bekend gestaan om zijn kennis op het gebied van kustwaterbouwkunde, veiligheid tegen overstromen (onze vele hoge dijken) en innovatieve constructies, zoals de Oosterscheldekering. Dat is nog steeds zo, maar de houding en manier van werken met betrekking tot onderzoek is door de Europese Unie veranderd sinds de beginjaren negentig. Voor die tijd had elk land zijn eigen nationale onderzoek fondsen en veel onderzoeksinstituten en universiteiten werkten op zich zelf zonder al teveel samenwerking. In de Verenigde Staten is dat nog steeds het geval. Ons onderzoeksgeld kwam vaak rechtstreeks van de Rijkswaterstaat.

Aan het eind van de jaren tachtig besloot de Europese Commissie om onderzoek in Europa te versterken. Het idee was eenvoudig, maar erg effectief. Om aan een onderzoeksproject mee te kunnen doen, moest je samenwerken met andere instituten en universiteiten in Europa. Daar tegenover stond een onderzoek dat tegen commerciële tarieven bij instituten voor de helft werd vergoed en bij universiteiten volledig tegen marginale kosten. Door te matchen met nationale onderzoek fondsen ontstonden mooie projecten tussen één en twee miljoen euro en met een beperkt aantal partners.

In die tijd waren instituten als Delft Hydraulics en bijvoorbeeld HR Wallingford vooral concurrenten van elkaar op de wereldmarkt en was er nauwelijks samenwerking op het gebied van onderzoek. Natuurlijk kenden we onze concurrenten aan de andere kant, maar we spraken vrijwel nooit veel met elkaar. En nu moesten we met elkaar samenwerken. Ik kan me nog heel goed de eerste vergadering herinneren waar we met elkaar om tafel zaten. We keken naar elkaar en hadden bedacht dat we vooral het achterste van onze tong niet zouden laten zien. Dat oncomfortabele gevoel verdween echter binnen een uur. We realiseerden ons dat we met pre-competitief onderzoek bezig waren en dat onze collega's op precies hetzelfde werkveld zaten. Er was veel te bespreken! Sinds die dag begon de hele Europese kustwaterbouwkunde vrienden van elkaar te worden en werd er heel veel

onderzoek gezamenlijk uitgevoerd. En met samenwerking in goed te besturen en redelijk grote onderzoeksprojecten ging de wetenschap met sprongen vooruit. In minder dan een decennium was Europa volledig leidend in de wetenschap van de kustwaterbouwkunde en dat is sindsdien nooit veranderd. De netwerken die in die tijd zijn gebouwd, zijn nog steeds effectief, zelfs zonder Europese financiering. Ik denk dat het symposium dat we vandaag hebben gehad, daar een goed voorbeeld van is.

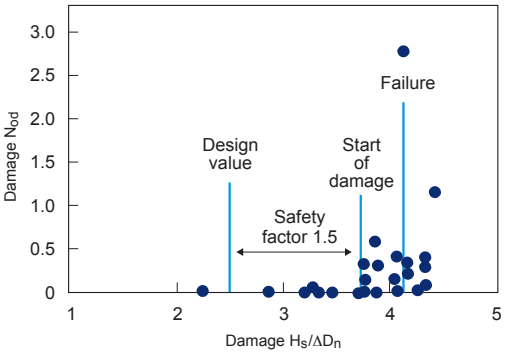
Tabel 1 EU-projecten op het gebied van waterbouwkundige constructies.

MAST G6S Coastal Structures	MAST-contract 0032_M (JR)	1990-1992
MCS Monolithic (Vertical) Coastal Structures	MAST-contract MAS2 – CT – 0047	1993-1995
Rubble Mound Breakwater Failure Modes	MAST-contract MAS2-CT92-0042	1993-1995
Berm Breakwaters Structures	MAST-contract MAS2-CT94-0087	1994-1997
PROVERBS	MAST-contract MAS3-CT95-0041	1996-1999
OPTICREST	MAST-contract MAS3-CT97-0116	1998-2000
DELOS	Contract n° EVK3-CT-2000-00041	2001-2004
CLASH	Contract n° EVK3-CT-2001-00058	2001-2004

Maar ook de persoonlijke samenwerkingen die ik heb, zijn ontstaan uit eerder Europees onderzoek: golfoverslag samen met de Universiteit van Edinburg, golfreflectie en neurale netwerken met de Universiteit van Bologna, projecten als FlowDike en CornerDike met de Universiteit van Aken, golfoverslag met de Universiteit van Gent en ontwerp van berm golfbrekers met Sigurdur Sigurdarson. In feite is het onderwerp golfoverslag zo internationaal geworden dat het in Nederland niet langer een nationaal onderzoek kent. En dat terwijl kruinhoogte van dijken en golfoverslag een van de belangrijkste toetssporen is bij de veiligheid tegen overstromen. We hebben er kennelijk vertrouwen in dat internationale samenwerking tot goede toetsregels leidt op dit gebied, terwijl we voor veel ander faalmechanismen nog steeds nationale onderzoek fondsen hebben.

Enkel laags-systemen voor golfbrekers

Een van de meest in het oog springende ontwikkelingen op het gebied van golfbrekers is de uitvinding van enkel laags-systemen voor afdeklagen. De accropode werd in de begin jaren tachtig ontwikkeld als een reactie op het volledig ineenstorten van enkele grote golfbrekers op diep water, zoals Sines, Arzew en Tripoli. Het werd een enkele laag in plaats van twee lagen. In het midden sterk en met veel, maar relatief kleine, uitstekende elementen, die voor een goede interlocking zorgden. Ik had het privilege om deze accropode voor de uitvinder Sogreah, nu Artelia, in 1987 te mogen onderzoeken. Het is een erg stabiel blok dat geen schade laat zien tot een hoge golfhoogte. Maar als voor deze hoge golfhoogte zich schade



Figuur 3 Enkel laags systemen als accropode hebben een voldoende veiligheidsfactor nodig voor ontwerp.

ontwikkelt, dan faalt de constructie als geheel vrij snel. Begin van schade en falen zitten dicht bij elkaar en dit noemen we een bros bezwijkgedrag. Voor zo'n gedrag is het verplicht om een behoorlijke veiligheidsfactor aan te houden bij ontwerp en ik heb een factor 1.5 voorgesteld op de nominale diameter. Het voordeel is dan dat er bij ontwerpcondities, en zelfs hoger dan dat, geen schade wordt verwacht. Het resultaat is een golfbreker zonder onderhoud.

Maar soms ontstonden praktische problemen. Een van de gewenste gedragingen tijdens de bouw is dat de afdeklaag onder dagelijkse, beperkte, golven kan zetten. De zetting garandeert een betere interlocking. Maar als je in het Caribisch gebied bent, bijvoorbeeld in de Dominicaanse Republiek, dan is het altijd mooi weer, zonder golven. En de gewenste zetting treedt dus niet op tijdens de bouw van de golfbreker. Natuurlijk zal dan de eerste

Figuur 4 Een opening ontstaat tijdens de eerste storm tussen kruinmuur en elementen, als zetting tijdens de bouw niet heeft kunnen optreden.

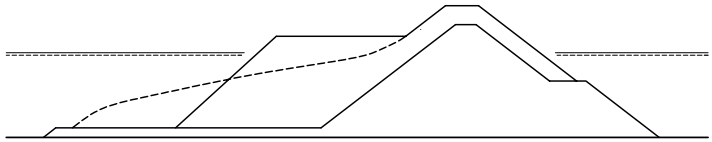
de beste storm, met condities ver beneden ontwerpniveau, voor deze zetting zorgen, wat resulteert in een opening tussen de kruinmuur en de eerste laag elementen. In dit geval is dat niet zo'n groot probleem, omdat men eenvoudig een aantal elementen kan uitnemen en deze kan herplaatsen met toevoeging van nog een aantal extra elementen. Zo is het probleem snel en praktisch opgelost. Maar het is wel aardig als dit gedrag van tevoren bekend is, anders kan men snel in een rechtszaak betrokken raken. En dat was bijna het geval hier.

Maar er is nog een ander probleem dat kan ontstaan nu er verschillende enkel laags systemen op de markt zijn gekomen. Alle elementen zijn gepatenteerd en de patenthouder adverteert dat zijn of haar blok stabieler en beter is dan die van een ander. Stabieler betekent kleinere elementen, minder beton en dus besparing van kosten. Maar in feite wordt vaak de benodigde veiligheidsfactor, die voor een veilig ontwerp bij een bros faalgedrag nodig is, kleiner gemaakt. Ole Juul Jensen van COWI in Denemarken heeft op de Coasts, Marine Structures and Breakwaters conferentie, 2013, in Edinburg geponeerd dat dit "conflict of interest" misschien de limiet al is overschreden. Dit zou betekenen dat we ontwerpen maken met een te kleine veiligheidsmarge. Het is een onderzoekslijn die ik hier bij UNESCO-IHE wel zou willen uitdiepen.

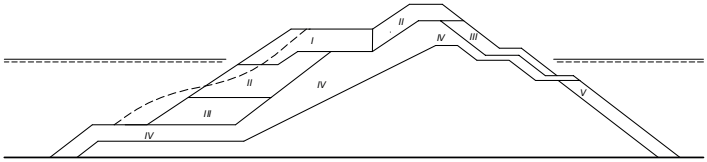
Berm golfbrekers

Een berm golfbreker is een speciaal type waterbouwkundige constructie, die min of meer uitgevonden is door Bill Baird en Kevin Hall in 1983 en 1984. Als breuksteen voorradig is, maak dan een berm door de steen eenvoudig in het water te gooien en laat de golven deze berm vervormen tot een stabiel S-profiel. Toen ik met mijn stabiliteitsonderzoek voor breuksteen bezig was, heb ik Baird in 1984 in Ottawa bezocht na de ICCE-conferentie in Houston, en hebben we gesproken over de voordelen en mogelijkheden voor verder onderzoek. Ik heb daarop mijn onderzoeksprogramma aangepast en heb daarbij dynamisch stabiele constructies onderzocht.

Niet veel berm golfbrekers zijn gebouwd naar het oorspronkelijke idee. In IJsland is goede breuksteen vrijwel overal aanwezig en is beton duur. Hier ontwikkelde de berm golfbreker



Figuur 5 Het originele idee van de berm golfbreker. Twee steenklassen (klein en groot) met een volledig vervormende berm.



Figuur 6 Een IJslands type berm golfbreker. Vier klassen grote steen, bijvoorbeeld: I = 20-30 t; II = 10-20 t; III = 4-10 t en IV = 1-4 t. The berm vervormt maar gedeeltelijk.

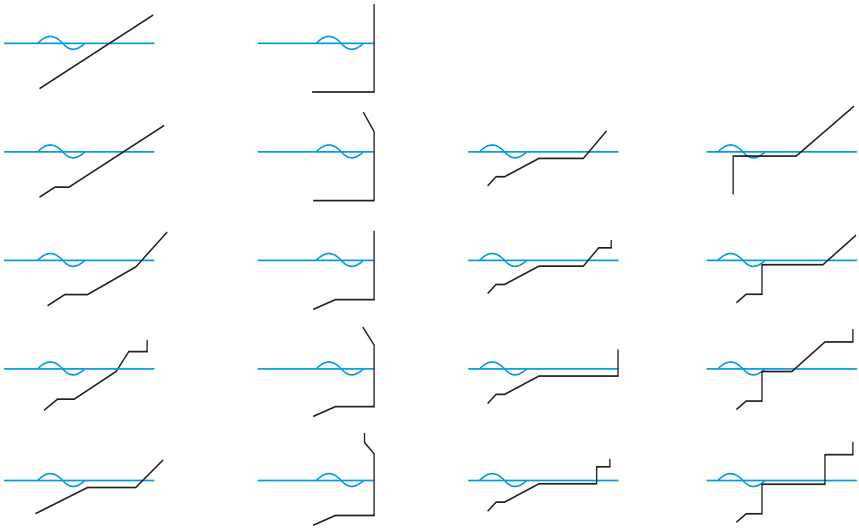
zich tot een veel stabielere constructie. Als je toch een steengroeve nabij de bouwplaats opent, waarom zou je dan het kleine percentage hele grote steen niet gebruiken? Sigurdur Sigurdarson ontwikkelde de berm golfbreker door ook grote steen toe te passen, soms steenklassen van 15-35 t, wat groter is dan waar ook ter wereld werd toegepast. Door zo'n ontwerp wordt de golfbreker veel veiliger, zonder dat dit tot extra kosten leidt. Als de ontwerpcondities mochten worden overschreden, dan leidt dit alleen tot iets meer vervorming van de berm, maar nooit tot bezwijken. Sigurdarson en ik hopen in de nabije toekomst een boek te publiceren over het ontwerp en de bouw van berm golfbrekers.

CLASH, EurOtop en kunstmatige neurale netwerken

Een van de aardigste Europese projecten waar ik aan heb mogen meewerken is het "CLASH"-project. We hebben ons best gedaan om golfoverslag in werkelijkheid te meten – een grote uitdaging. Maar we hebben ook meer dan tienduizend proeven omtrent golfoverslag verzameld, bij allerlei soorten waterbouwkundige constructies. We hebben alle proeven geanalyseerd en beoordeeld, zodat een homogene database ontstond. En toen is een kunstmatig neuraal netwerk gemaakt met de bedoeling om dit een ontwerpinstrument te laten zijn. Een kunstmatig neuraal netwerk is en software pakket dat getraind kan worden met gegevens. Het lijkt op een "black box" en zou alleen ontwikkeld mogen worden als aan twee voorwaarden wordt voldaan:

- het gaat om een zeer complex proces
- er is een grote hoeveelheid gegevens

Als het proces niet erg complex is, dan kan het waarschijnlijk wel door formules worden beschreven. De voornaamste uitdaging was om een beperkt aantal parameters te bedenken die geschikt waren om elk type waterbouwkundige constructie zo goed mogelijk te beschrijven: taluds, verticale constructies, stormmuren, bermen en allerlei combinaties. En we zijn daarin geslaagd. Door elf geometrische paramaters en vier hydraulische kan vrijwel elke constructie worden geschematiseerd. En door de samenwerking in het project bleek het



Figuur 7 Allerlei geometrieën die door elf parameters kunnen worden samengesteld.

ook mogelijk de ontwerpformules voor meer eenvoudige constructies, zoals gladde taluds, breuksteen taluds en verticale wanden, te verbeteren.

Nadat CLASH was afgelopen, hebben we besloten, met nationale financiële hulp, en met zeven personen een ontwerp- en toets richtlijn op te stellen: de Assessment Manual on Wave Overtopping, of in het kort de “EurOtop”. Let erop dat de O met een hoofdletter van Overtopping wordt geschreven en niet de T. Het betekent dat een richtlijn voor golfoverslag is geschreven met behulp van Europees onderzoeksgeld. De richtlijn was vanaf het begin een succes, deels door de heldere ontwerpformules, maar ook omdat de richtlijn via internet gratis ter beschikking werd gesteld, samen met het ontwerpgereedschap van het neurale netwerk.

In de afgelopen jaren hebben we nog betere ontwerpformules ontwikkeld en het symposium van vandaag ging over de update van de EurOtop. Maar niet alleen formules werden verbeterd. Samen met de Universiteit hebben we gewerkt aan verbetering en uitbreiding van het artificiële neurale netwerk. In eerste instantie werden nieuwe databases gecreëerd voor golftransmissie en golfreflectie, elk met zijn eigen set van parameters. Ook werden afzonderlijke neurale netwerken gebouwd. In de afgelopen jaren is de schematisatie van de constructie van CLASH centraal komen te staan en zijn de databases overeenkomstig aangepast. Toen zijn de neurale netwerken opnieuw getraind, maar nu op basis van dezelfde parameters. Het uiteindelijke doel van Dr Barbara Zanuttigh en ik is dat we tot één

ontwerptool komen, waarbij de ontwerper zijn of haar constructie eenmalig schematiseert en dan als antwoord de verwachte golfoverslag, golftransmissie en golfreflectie krijgt. Als we hierin slagen, dan zou dit samen met de update van de EuOtop kunnen worden opgeleverd.

Bescherming tegen orkanen, Golf van Mexico

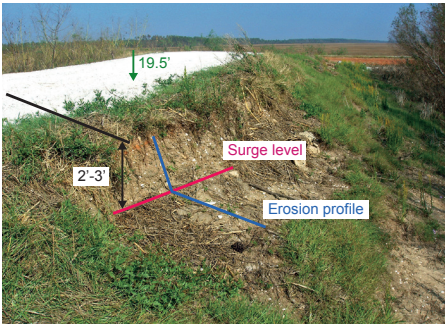
Soms wordt een leuk maar klein project in latere jaren opeens veel belangrijker. Dat overkwam mij bij het ontwerp van een bescherming tegen orkanen rond een raffinaderij langs de Golf van Mexico in Mississippi. De olie ingenieurs van de VS wilden een betere bescherming voor hun raffinaderij, want deze lag maar een kilometer uit de kust, zonder degelijke bescherming tegen overstromen. En zij hadden zich gerealiseerd dat een Nederlandse waterbouwkundige mogelijk toegevoegde waarde bij het project zou hebben. Ik ben daar in 2000 een week geweest en heb geadviseerd over mogelijke dijkdoorsneden en kruinhoogten. Het plaatselijke ingenieursbureau heeft de definitieve ontwerpen gemaakt. Er was weinig ruimte om een dijk aan te leggen. Ontwerpen op de in Nederland gebruikelijke 1 l/s per m golfoverslag was dan ook onmogelijk. Ik heb toen besloten tot een overslagdebiet van 50 l/s per m, welke tijdens de korte piek van twee uur van de orkaan een acceptabele stijging van het water in de reservoirs van de raffinaderij zou geven.

De dijkbescherming tegen orkanen werd in datzelfde jaar 2000 gebouwd en heeft bijna vijf jaar lang droog gelegen. Toen kwam in 2005 orkaan Katrina die New Orleans onder water zette en bijna alles langs de kust ten oosten van New Orleans vernietigde. De stormvloed bij de raffinaderij was ongeveer 15 voet, ruwweg 4,5 m. Het dorp dat dichtbij en verder land inwaarts lag werd voor bijna twee derde overstroomd en vernietigd. Maar de raffinaderij bleef droog! Het was de eerste raffinaderij langs de kust die weer in werking trad, nadat enige schade door wind was gerepareerd.

Figuur 8 De raffinaderij aan de Golf van Mexico in Mississippi, die een bescherming kreeg in 2000 en die orkaan Katrina in 2005 overleefde.

Figuur 9 Vernielde en overstroomde huizen in het dorp door orkaan Katrina in 2005.

Figuur 10 Erosie door golven en veek op de kruin.



Figuur 11 Erosie van de klei bij maximum vloed.

Maar de dijken werden wel tot het uiterste belast en soms zelfs nog iets verder. Dit is een situatie die we in Nederland niet zo vaak zullen meemaken met een ontwerp overslagdebiet van maar 1 l/s per m eens in de tienduizend jaar. We hebben daarom veel van deze gebeurtenis kunnen leren en ik heb de kennis ook gedeeld met de ENW-leden. We zagen onder meer: zeer grote golfoverslag zonder schade; schade aan grastaluds door golfklappen; gebroken damwanden van pvc door drijvende boomstammen die de damwand ramden; etc.

Figuur 12 Gebroken damwanden van pvc door in het water drijvende boomstammen.

Simulatoren

Tot nu toe hebben we de dijken in Nederland ontworpen op een gebeurtenis met een zekere kans van voorkomen, zoals eenmaal per 4000 of eenmaal per 10.000 jaar. In de nabije toekomst en na een voorbereidingstijd van meer dan twintig jaar, gaan we veranderen naar het ontwerpen op een kans op overstromen. Dit betekent ook dat we moeten weten hoe sterk onze dijken zijn. Wanneer kunnen onze dijken doorbreken?

De kruinhoogte bepaalt het golfoverslagdebiet op de landwaartse zijde. Ontwerpen op 2%-golfoploop of 1 l/s per m golfoverslag is veilig, maar wanneer bezwijkt de dijkt? Na de

ramp van 1953 hebben we geen ervaring meer opgebouwd met golfoverslag. We zijn zelfs het gevoel kwijtgeraakt wat een golfoverslagdebiet van 1 l/s per m betekent, hoe het eruit ziet. Dat bracht me in 2001 op het idee dat een golfoverslagsimulator een goed idee zou zijn om hier onderzoek naar te verrichten. Het heeft vijf jaar geduurd voordat financiering in het ComCoast-project werd gevonden. De golfoverslagsimulator werd in 2006 ontworpen en gebouwd en de eerste proeven vonden in 2007 plaats op de dijk bij Delfzijl. Vanaf 2008 werd het beproeven van dijken onderdeel van het SBW-project van de Rijkswaterstaat, met Deltares als projectleider, en als consortium hebben we sindsdien elk jaar een of meer dijken beproefd. In totaal hebben we elf locaties in Nederland en België bezocht en hebben we 38 proeven uitgevoerd.

De taak van een simulator is om een deel van een proces te simuleren. Dit betekent dat we het proces goed moeten kennen, voordat we kunnen gaan simuleren. In de ontwerppraktijk gebruiken we vaak een onderdeel van het proces, zogenaamde ontwerpparameters, zoals het 2%-golfoploopniveau of een bepaald golfoverslagdebiet. Maar bij golfaanval is elke oplopende golf anders dan de vorige en elke overslaande golf is ook weer anders. Eigenlijk was er een lacune aan kennis omtrent het hele proces van golfoploop en golfoverslag en tot bepaalde hoogte is dat nog steeds zo. Maar heel wat kennis is in de afgelopen jaren ontwikkeld.

De golfoverslagsimulator was een groot succes en we hebben van de destructieve proeven heel veel geleerd. Bijvoorbeeld dat een golfoverslagdebiet van 1 l/s per m nauwelijks overslag genoemd kan worden, het wordt pas interessant bij overslagdebieten van 10 or 30 l/s per m of meer. We hebben ook geleerd dat een gesloten grasmat erg veel overslag kan

Figuur 13 Locaties waar met de simulatoren tussen 2007-2014 proeven zijn uitgevoerd.

Figuur 14 De golfoverslagsimulator.

Figuur 15 De golfoploopsimulator.

Figuur 16 De golfklapgenerator.

hebben en dat schade ontstaat bij zaken zoals trappen, bomen, overgangen, etc. en dat dit leidt tot bezwijken. Onze toets op veiligheid is nog steeds vooral gericht op de grasmat zelf en niet zozeer op deze andere aspecten. We hebben ook gevonden dat een slecht beheerde grasmat, waarbij er plekken zijn zonder wortels, er nauwelijks van enige sterkte sprake is. De sterkte van een grasmat is niet een glijdende schaal, maar het is goed of het is slecht, er is goede sterkte of in het geheel geen sterkte. In dat opzicht zal het dagelijks beheer van de grasmat van dijken belangrijker moeten worden bij de toetsing op veiligheid.

Na zoveel jaar ervaring met de simulator werd het een logische stap om meer te ontwerpen. De golfklapgenerator werd ontwikkeld om golfklappen op rivieren te beproeven en de meest recente ontwikkeling is de golfoploopsimulator. Veel van onze zee- en meerdijken hebben boven de golfklapzone een boventalud van gras en dit talud wordt eerder en frequenter aangevallen dan het binnentalud door golfoverslag. De eerste proeven zijn begin dit jaar uitgevoerd.

Het volledige onderzoek heeft uiteindelijk geleid tot methoden om de sterkte van grasdijken tegen golfklappen, golfoploop en golfoverslag te beoordelen. De methode van de cumulatieve overbelasting is ontwikkeld en hier kunnen ook objecten en overgangen in worden meegenomen. Maar het blijft een opgave om de sterkte van een grasdijk van tevoren vast te stellen, zonder proeven met de golfoverslagsimulator uit te voeren. Mogelijk dat de “grastrekker” hier een behulpzame ontwikkeling is en onderzoek in deze richting wordt voortgezet.

Toepassingen leiden tot praktische vragen. In 2009 is de Afsluitdijk beproefd en de grasmat was stabiel tot en met 75 l/s per m, uitgaande van een golfhoogte van 2 m. De dijk is tijdens de proeven niet bezweken. Onze nieuwe richtlijnen staan bij een goede grasmat een overslagdebiet van 5 l/s per m toe. Men is genoodzaakt een gedetailleerde toetsing uit te voeren als het golfoverslagdebiet groter is en dat is ook nog beperkt tot een golfhoogte van 3 m. De werkelijke ontwerpgolfhoogte voor de Afsluitdijk is ongeveer 4 m. Wat is nu een veilig golfoverslagdebiet om op te ontwerpen, een ontwerpdebiet dat ook nog stand houdt bij de eerstvolgende veiligheidstoetsing? Het antwoord is op dit moment vertrouwelijk, omdat momenteel de Afsluitdijk wordt ontworpen, maar het zal natuurlijk veel lager zijn dan het beproefde overslagdebiet van 75 l/s per m.

Simulacra

Wat is een simulacrum?

In de eerste helft van dit jaar zijn in ENW (Expertisenetwerk Waterveiligheid) onder leiding van Govert Geldof discussies gevoerd. Het onderwerp was waterveiligheid en kritische

opmerkingen werden gemaakt vanuit ieder zijn eigen ervaring omtrent de processen in waterveiligheid en hoe die mogelijk zouden zijn te verbeteren. Geldof et al. (2014) hebben een interessant rapport voor ENW gemaakt, getiteld “Simulacra in een Rivierendelta. Vier knopen in en rond waterveiligheid”. Ik werd getroffen door de macht van simulacra en de soms negatieve effecten die ze kunnen veroorzaken. Geldof et al. (2014) zeggen het volgende over wat een simulacrum is.

Een Simulacrum is een beeld dat niet of nauwelijks een relatie meer heeft met de werkelijkheid. Bij Simulacra is er een spanning tussen de gemodelleerde werkelijkheid en de ‘echte’ werkelijkheid. Wat begint als een gezonde spanning kan oplopen tot een ongezonde spanning, uitmondend in irritatie en cynisme. En dan moeten we ons zorgen gaan maken. Er is dan geen dialoog meer, maar mensen bestoken elkaar vanuit schuttersputjes.

Niemand begrijpt de werkelijkheid. Daarom maken we beelden van die werkelijkheid, of modellen. Dat is alleen maar goed en zelfs noodzakelijk. Op basis van die beelden handelen we. We spreken over Simulacra als we daarin doorschieten. Op een gegeven moment gaan we onevenredig veel waarde hechten aan die beelden en verliezen we contact met wat zich afspeelt in de reële wereld. Het wordt dan weleens geduid als een *kopie zonder origineel*. Ik zou graag een paar voorbeelden van simulacra in de waterbouw bespreken.

Benaderingen van veiligheid tegen overstroming

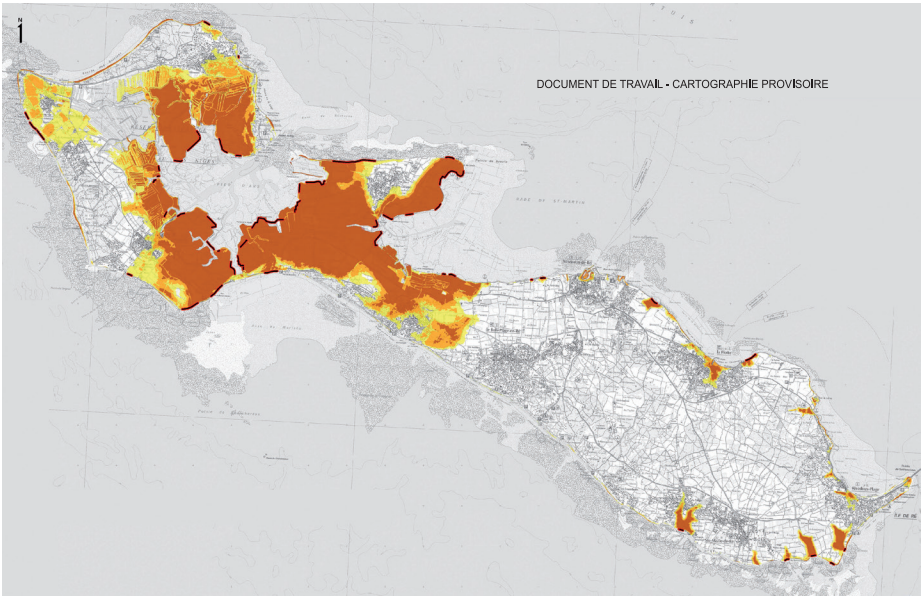
Na de ramp in 1953 in het zuidwesten van Nederland hebben we gezegd: “Dit mag nooit weer gebeuren”. We hebben onze dijken zo sterk en hoog gemaakt dat de kans op een doorbraak heel veel kleiner is dan zestig jaar geleden. Wij als Nederlanders geloven in bescherming door dijken en we investeren in waterveiligheid als de dijken niet door de reguliere veiligheidstoetsing komen. In de afgelopen jaren zijn we ook breder gaan kijken en is de meerlaagse veiligheid ingevoerd. We kunnen naar staduitbreidingen kijken en deze niet op het diepste puntje van de polder plannen. En we kunnen goede evacuatieplannen ontwikkelen, wat natuurlijk niet helpt tegen schade door overstroming, maar wel degelijk bij het voorkomen van slachtoffers.

En zelfs dan moeten we ons realiseren dat evacuatie heel moeilijk wordt als een superstorm op komst is die ergens in Nederland aan land komt met windsnelheden die we nog nooit hebben meegemaakt. Evacuatie kan dan wel eens een levensgevaarlijk karwei worden. Evacuatie is vooral een optie bij rivierhoogwaters, zonder dat er sprake is van een extreme storm. Het algemene idee in Nederland is dat bescherming tegen hoogwater nummer een is en nummer een zal blijven, maar dat we ook naar stadsontwikkelingen en mogelijke evacuatieplannen kunnen kijken. Dat is geen simulacrum, maar een realistische benadering om met moeder natuur om te gaan. Het zou een simulacrum worden als we meer aandacht

zouden hebben voor de tweede en derde veiligheidslaag, dan voor bescherming.

Dat komen we in het buitenland tegen, waar vaak de situatie heel anders wordt beoordeeld dan in Nederland. In Frankrijk, bijvoorbeeld, wil de overheid niet verantwoordelijk zijn voor de bescherming tegen overstromingen, dus niet verantwoordelijk voor goede dijken. Hun simulacrum is: dijken kunnen geen bescherming tegen overstroming bieden en zullen *altijd* doorbreken bij een zeer zware storm. Bij wet verplicht de Franse overheid overstromingsberekeningen voor zeer zware stormen te maken, waarbij vrijwel elke dijksectie van een aantal kilometers op meerdere plekken een doorbraak moet krijgen. De overstromingskaart is het resultaat van zulke berekeningen en wordt gebruikt voor ruimtelijke planning. Wie in een overstroomd gedeelte van de overstromingskaart woont, mag niets aan zijn of haar huis veranderen of verbeteren en in het overstroomde gebied mag niets worden gepland.

Als wij in Nederland eenzelfde houding zouden aannemen, dan zou vrijwel heel Nederland ten westen van Amersfoort geblokkeerd zijn voor welke ontwikkeling dan ook. In Frankrijk leidt het natuurlijk tot veel frustratie, vooral als gemeenten in staat zijn om wel veilige en sterke dijken te maken die een zeer zware storm kunnen trotseren. Dit simulacrum blokkeert elke discussie en een studie naar overstromingsrisico's in Frankrijk bevat meer



Figuur 17 Overstromingskaart van Ile de Ré, met de gebieden met zware beperkingen ten aanzien van ruimtelijke planning.

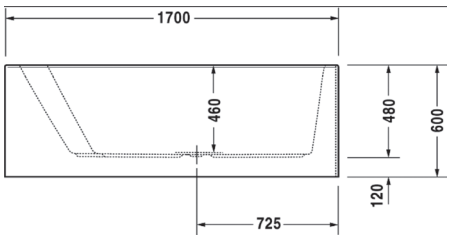
politieke dan technische aspecten. Ik ben betrokken bij zo'n project in Ile de Ré en u kunt zich voorstellen dat ik mijn uiterste best doe bij de politieke aspecten vandaan te blijven.

Nederland mag niet een badkuip worden

Een ander duidelijk simulacrum in Nederland is: "We kunnen niet eeuwig onze dijken verhogen, Nederland moet niet een badkuip worden". En zo'n beeld wordt dan als argument gebruikt voor projecten zoals Ruimte voor de Rivier en soms zelfs voor ruimte voor de zee. Let wel, ik geef hier geen oordeel over het project Ruimte voor de Rivier, ik zou het willen hebben over het beeld, het simulacrum van de badkuip.

Iedereen heeft natuurlijk wel een beeld bij een badkuip. De hoogte van kuip heeft dezelfde dimensies als de horizontale afmetingen. En dat willen we natuurlijk niet met dijken, het zou voelen als een soort gevangenis. Er zijn twee aspecten bij dit simulacrum. Ten eerste: is het waar dat we niet eeuwig onze dijken kunnen verhogen? Technisch gesproken is het een uitdaging om bijvoorbeeld alle dijken 15 m te verhogen en de mogelijke zeespiegelstijging voor de komende tweeduizend jaar op te vangen. Als we willen, kunnen we die uitdaging wel aan. En we hebben ook tweeduizend jaar om aan zo'n oplossing te werken.

Het tweede aspect is het beeld van de badkuip zelf. We hebben al enkele van deze badkuipen in Nederland, dat zijn onze polders. Een foto genomen vanaf de Ketelbrug naar de Noordoostpolder toont heel duidelijk dat de bodem van de Noordoostpolder ongeveer 4 m beneden het waterpeil van het IJsselmeer ligt. Vergeleken bij gebieden met het landniveau rond NAP zijn de dijken in de Noordoostpolder en Flevoland, gezien vanuit de polder, al 4 m hoger dan andere dijken. Wie van u heeft zich ooit gerealiseerd dat, wanneer u een van deze polders inrijdt, u dan een badkuip binnengaat? Die ervaring krijgen we gewoon niet, omdat het in de verste verte niet op een badkuip lijkt. De horizontale dimensies van het landschap zijn zoveel groter dan de verticale van een dijk, dat het beeld van een badkuip

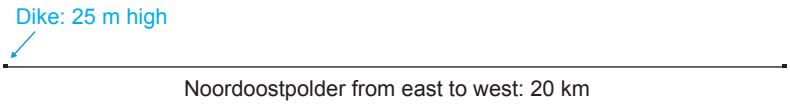


Figuur 18 Een badkuip: de hoogte van de kuip is ongeveer een derde van zijn lengte.

Figure 19 De Noordoostpolder gezien vanaf de Ketelbrug. Het land ligt 4 m lager dan het waterpeil.

Figuur 20 Vanaf de Ketelbrug Flevoland binnenrijden: je gaat een badkuip binnen…

gewoon niet opgaat. Dat wordt ook duidelijk als we bijvoorbeeld een doorsnede van de Noordoostpolder maken met dijken van 25 m hoog. Nederland is plat en zelfs als we onze dijken met 25 m verhogen, blijft het plat.



Figuur 21 Doorsnede van de Noordoostpolder, die het simulacrum van de badkuip aangeeft.

Alleen dijken kunnen bescherming bieden tegen stormen

Als hoogleraar in Coastal Structures and Ports heb ik een wereldwijde kijk op kust- en havenconstructies. Er zijn heel veel typen constructies die weerstand kunnen bieden tegen golven en stormvloeden: dijken en duinen, zoals in Nederland, breuksteenconstructies als havendammen en zeeweringen, verticale verdedigingen, stranden met boulevards en nog veel meer combinaties van gladde, breuksteen en verticale constructies. Het simulacrum in Nederland is dat een door mensen gemaakte verdediging een dijk moet zijn.

Een dijk heeft een harde maar gladde bescherming tegen golfaanval, bij voorkeur een steenzetting of asfalt, heeft mogelijk een berm om de dijkhoogte te beperken en een boventalud van gras in de oploopzone. Voor de meeste maatgevende stormcondities in Nederland met een golfhoogte rondom 2 m is dit een goede en bewezen oplossing. Maar men moet zich wel realiseren dat een dijk glad is en dat er geen dissipatie van golfenergie plaatsvindt door ruwheid. In feite heeft een dijk de eigenschap van een glijbaan – een gebroken golf kan gemakkelijk het boventalud oplopen en golfoverslag veroorzaken. Zolang de golfhoogte redelijk beperkt blijft, de eerder genoemde 2 m, is dit geen probleem.

Maar wat als de ontwerpgolfhoogte veel groter wordt, bijvoorbeeld 4 m? Buiten de grenzen van Nederland zou een eerste logische optie een breuksteenconstructie zijn. Een breukstenen talud, of als grote breuksteen niet aanwezig of te duur is, een afdeklaag met betonnen elementen. Een steil talud, veel steiler dan bij dijken, een afdeklaag met elementen die de golfaanval kunnen weerstaan, en heel veel ruwheid en doorlatendheid om golfenergie te reduceren en de kruinhoogte beperkt te houden. Ruwheid en doorlatendheid zijn zeer effectief in het reduceren van golfoverslag, waarbij de kruinhoogte laag kan blijven.

Figuur 22 Een breuksteenconstructie met coreloc elementen. Zeer effectief in dissipatie van golfenergie.

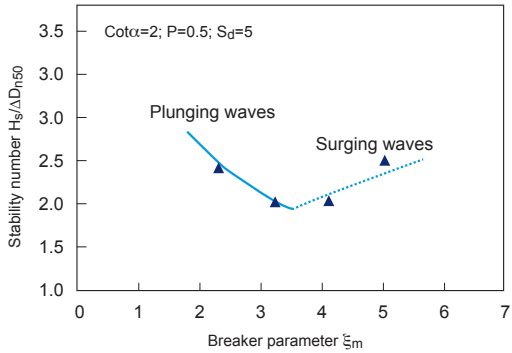
In Nederland hebben we momenteel zo'n situatie. De Afsluitdijk moet worden verbeterd en het ontwerp wordt voorbereid. De ontwerpgolfhoogte is vrijwel 4 m, hoger dan ooit gebruikt voor een dijkontwerp in Nederland. Landschapsarchitecten hebben echter nadrukkelijk voorgesteld dat het nieuwe ontwerp van de Afsluitdijk er als een traditionele dijk uit moet zien! Het oude vertrouwde beeld, het simulacrum dat er uitsluitend dijken bestaan, zit in het hoofd van Nederlanders en ook in het hoofd van landschapsarchitecten. Het leidt hier tot een knoop. Vanuit technisch standpunt zou een breuksteenconstructie, wel of niet met betonnen elementen, de eerste optie moeten zijn. Het is een oplossing die overal ter wereld wordt toegepast, maar veel Nederlandse ingenieurs (en architecten) zijn er niet klaar voor en vinden het moeilijk buiten de "dijkoplossing" te denken.

De ontwerpformules van breuksteentaluds als een simulacrum

Ik kom bij een serieus simulacrum dat een zeker effect heeft op mijn functioneren in de kustwaterbouwkunde. Zoals u mogelijk weet heeft mijn onderzoek in de jaren tachtig geleid tot twee formules die de stabiliteit van breuksteen tegen golfaanval beschrijven. Deze zogenaamde Van der Meer formules geven het stabiliteitsgetal als functie van meerdere parameters. Formule 1 geeft een van deze twee formules. Professor d'Agremond heeft in zijn afscheidsrede in november 2001 over deze formule onder andere gezegd: "Begrijpen doen we het niet, maar volgen we de instructies, dan krijgen we een voor ontwerpers zeer redelijke voorspelling". Deze uitspraak werd gebruikt om de tegenstelling aan te geven bij morfologische verschijnselen, waar we wel een redelijk begrip hebben van de fysica, maar waar de gereedschappen nog te kort schieten voor een goed kwantitatieve voorspelling.

$$\frac{H_s}{\Delta D_{n50}} = 8.7\, P^{0.18} \left(\frac{S_d}{\sqrt{N_w}}\right)^{0.2} \frac{H_s}{H_{2\%}} \left(\xi_m\right)^{-0.5} \qquad (1)$$

Ik ben het eens over het gevoel dat je niet altijd begrijpt wat de fysische relaties zijn achter een empirische formule. Maar dat betekent niet dat een empirische formule fysisch inzicht ontbeert. Bijvoorbeeld, de formules geven een mooie vijfde-machts schadekromme. Het is ook heel gemakkelijk om verschillende schadekrommes te tekenen en te vergelijken. Een andere fysische relatie is die tussen de invloed van golfhoogte en golfperiode, of brekerparameter, op de schade. Bij toenemende golfperiode neemt de stabiliteit af in het gebied van brekende golven. Totdat de golven net niet meer breken (collapsing waves), een situatie die vaak het gevaarlijkst is bij golfaanval en waar een minimum aan stabiliteit wordt gevonden. Als daarna de golfperiode weer toeneemt, neemt ook de stabiliteit toe, waarbij de toename in stabiliteit groter is bij een doorlatende kern dan bij een ondoorlatende kern. Dit is ook logisch omdat er bij een doorlatend kern onder de afdeklaag meer energiedissipatie plaats vindt. De formules zijn gebaseerd op empirische gegevens, maar de structuur van de formules is gebaseerd op fysische achtergronden.



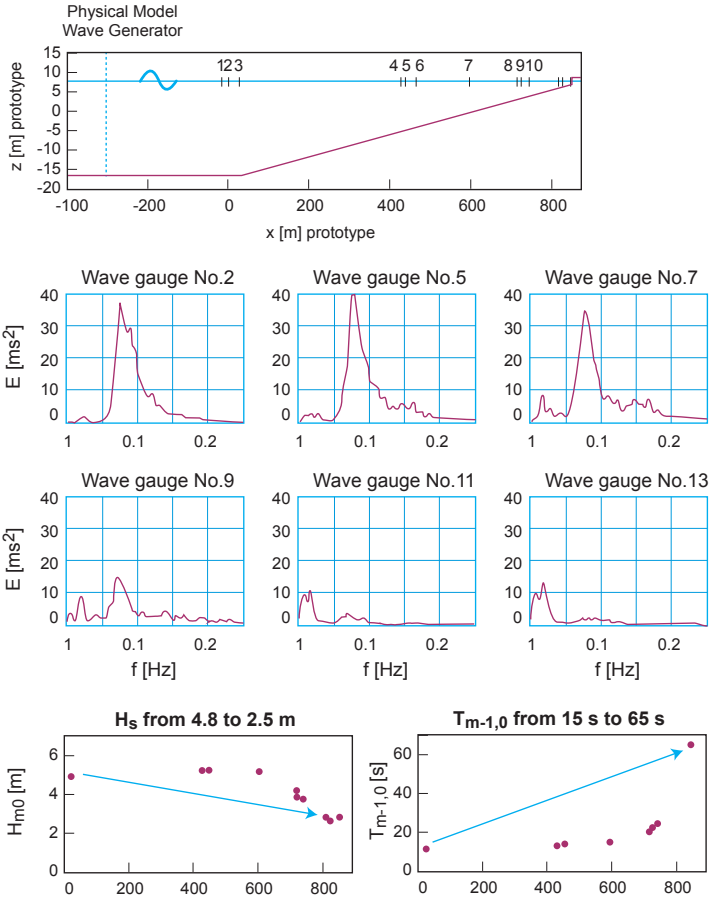
Figuur 23 Invloed van de golfperiode op de stabiliteit van breuksteentaluds tegen golfaanval.

Dat verandert als we naar het simulacrum gaan. Formule 2 geeft de formule zoals deze in de Rock Manual (2007) is gepresenteerd. De coëfficiënt van 8,7 in formule 1 is nu veranderd in een coefficient c_{pl}. Het simulacrum is dat gesteld wordt dat de structuur van de formule altijd goed is en dat je gewoon een coëfficiënt opnieuw kunt fitten op nieuwe gegevens. In sommige situaties kan dat aanvaardbaar zijn, zoals bijvoorbeeld bij een klein en specifiek aspect als de invloed van de vorm van de steen op stabiliteit (Latham, 1988). Maar zelfs dan moet men voorzichtig zijn, omdat de validatie van dat aspect nooit het volledige bereik van de formule dekt. Maar een coëfficiënt opnieuw fitten, terwijl het hele fysisch proces verandert, is natuurlijk niet toegestaan. Het simulacrum ontkent dat.

$$\frac{H_s}{\Delta D_{n50}} = c_{pl}\, P^{0.18} \left(\frac{S_d}{\sqrt{N_w}}\right)^{0.2} \frac{H_s}{H_{2\%}} \left(\xi_{s-1,0}\right)^{-0.5} \qquad (2)$$

Er zijn proeven uitgevoerd met voorlanden en zeer ondiep water, waar golven op de vooroever breken en significant afnemen in hoogte. Daarbij verandert het golfspectrum volledig en is er een tendens dat golfperioden zeer lang worden. In het voorbeeld in figuur 24 neemt de golfhoogte af van 4 m naar 2,5 m, terwijl de golfperiode toeneemt van 15 s naar 65 s! Als we dit soort golfcondities hebben bij de teen van de constructie, hebben we dan nog steeds een vijfde-machts schadekromme? Het is erg moeilijk dat te valideren, omdat de golfhoogte altijd diepte gelimiteerd is en mogelijk altijd gelijk voor eenzelfde waterdiepte, ongeacht de golfhoogte op diep water.

Maar de grootste zorg betreft de verandering van golfperiode. De golfperiode wordt zo lang dat de brekerparameter ver buiten het bereik van de originele formule komt. Daar komt bij dat vrijwel alle perioden zeer lang worden en dat daardoor mogelijk de invloed van de periode zelf, die in de oorspronkelijke formule dominant aanwezig is, in de nieuwe situatie

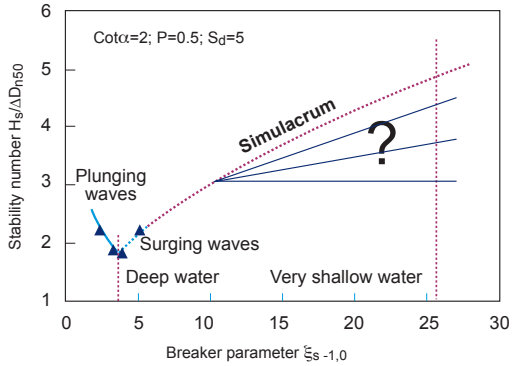


Figuur 24 Ontwikkeling van de golven over een vooroever, waarbij zeer lange golfperioden ontstaan (figuur uit de presentatie van Verwaest, 2012).

verdwijnt. De conclusie is dat waarschijnlijk de golfhoogte-schade relatie niet meer geldig is en dat de periode invloed volledig onbekend is.

Bij het simulacrum wordt nog steeds dezelfde structuur gefit op volkomen afwijkende gegevens, want het simulacrum zegt: “de structuur van de formule is goed, je hoeft alleen een nieuwe coëfficiënt te fitten”. Dat heeft geleid tot de zogenaamde “modified Van der Meer formulae for shallow water”, formules 5.139 en 5.140 in de Rock Manual (2007). De conclusie is duidelijk: de formule is niet gebaseerd op fysisch juiste gronden en is fundamenteel fout, omdat het gebaseerd is op een simulacrum in plaats van op een juiste

wetenschappelijke analyse van de processen en proefgegevens. Het is tijd voor een errata bij de Rock Manual (2007) die deze conclusie weergeeft, want veel ontwerpers gebruiken nu een fundamenteel foute formule.



Figuur 25 De zeer ondiep water condities van figuur 24 leiden tot een toepassing van de structuur van de formule die niet meer geldig is.

UNESCO-IHE

Ik ken UNESCO-IHE en de afdeling Department of Water Science Engineering al meer dan vijfentwintig jaar als gastdocent in golfbreker ontwerpen. Maar een gastdocent komt elk jaar een korte periode, de duur van een module van drie weken, geeft colleges en oefeningen en komt het jaar daarna weer terug. De gastdocent is niet echt betrokken bij UNESCO-IHE, alhoewel ik altijd van de open en multiculturele atmosfeer heb genoten van zoveel studenten uit verschillende landen.

Ik heb altijd onderzoek uitgevoerd in combinatie met advies. Proeven gecombineerd met praktijk en soms van proef naar praktijk. Onderzoek bij een bedrijf is anders dan bij een universiteit. Ten eerste heb ik vrijwel al het onderzoek persoonlijk gedaan, ik had geen student die het voor me deed. Ten tweede was ik me er altijd van bewust dat onderzoek ook door iemand betaald zou moeten worden. Van een non-profit organisatie ben ik naar een consultant gegaan en ben uiteindelijk voor mezelf begonnen. Een eigen bedrijf geeft een extra dimensie: je bent verantwoordelijk van a to z, van de eerste aanvraag voor offerte tot de laatste factuur. Je loopt risico's, maar ontvangt ook de voordelen als het goed gaat. Je hebt een zekere houding nodig, je moet de behoeften van de klant begrijpen, je moet service gericht zijn, maar ook commercieel. Deze situatie blijft voor mij zo voor tachtig procent van

mijn tijd. U hebt mij als nieuwe hoogleraar, maar u hebt ook een zakenman in uw midden. Ik zie dit als een win-win situatie.

De positie bij UNESCO-IHE geeft me een extra dimensie. De academische vrijheid om ideeën uit te werken en om met studenten en aio-ers aan deze ideeën te werken. Voor mij is het een prettige verandering van zelf uitvoeren van onderzoek naar initiëren en begeleiding. Onderzoekslijnen zullen natuurlijk in mijn richting liggen: het leren begrijpen en ontwikkelen van ontwerpcondities; golfoverslag en stabiliteit van constructies; alle belangrijke aspecten bij kwetsbare gebieden door zeespiegelstijging en mogelijk extremere stormen. Ik moet nog steeds mijn weg vinden om academische studies van de grond te krijgen, maar met zoveel collega's om me heen, zal dat geen probleem zijn.

Ik ben blij dat Maurits van Schuylenburg de port planning heeft overgenomen. Port planning, het verbeteren van bestaande havens en het ontwikkelen van nieuwe, is in veel landen belangrijk die studenten naar UNESCO-IHE sturen. Een onderzoekslijn is hier de ontwikkeling en validatie van een havensimulatiemodel, dat alle verkeersstromen in havens moet kunnen simuleren.

UNESCO-IHE heeft zelf geen fysische modelfaciliteiten en ik hoop de samenwerking met de Technisch Universiteit Delft te verstevigen, omdat zij hun golfgoot ter beschikking stellen voor onze studenten. Hetzelfde hoop ik met Deltares, maar mogelijk ook met de Universiteit van Gent en andere laboratoria en universiteiten in de wereld. Mogelijk kunnen we in volgende Hydralab projecten samenwerken.

Ik zie kustverdedigingen vaak als een bindend element tussen studies naar overstromingsrisico's en kwetsbare gebieden. Zonder fysieke waterkeringen is het moeilijk de weerbaarheid van stedelijke en kustgebieden te verbeteren, alhoewel ik me realiseer dat in veel ontwikkelingslanden en landen in transitie er niet het beschermingsniveau bestaat dat we in Nederland hebben. Met plezier wil ik bijdragen aan het werk van Professor Chris Zevenbergen omtrent weerbaarheid van stedelijke gebieden en aan het werk van Professor Rosh Ranasighe omtrent kustgebieden en de invloed van zeespiegelstijging.

Dankwoorden

De eerste die ik zou willen bedanken is Krystian Pilarczyk. Hij gaf me zijn vertrouwen in de eerste jaren van mij carrière en ook daarna. Krystian heeft altijd de drijfveer gehad om onderzoek te initiëren en te komen tot praktische ontwerprichtlijnen, een houding waar ik vertrouwd mee ben. Na een literatuurstudie in mijn eerste paar jaar bij Delft Hydraulics, kwam hij als Rijkswaterstaat bij me met een driejarig onderzoek, gefinancierd door de Oosterschelde fondsen, om de lacunes in kennis met betrekking tot los gestorte materialen op te lossen: de stabiliteit van breuksteen taluds en grindstranden onder golfaanval. Ik was vrij om het onderzoek in te vullen en uit te voeren. Het heeft geresulteerd in een stapel rapporten voor de Rijkswaterstaat met als wetenschappelijke oplevering mijn proefschrift en uiteindelijk de formules met mijn naam. Eigenlijk nam het schrijven van mijn proefschrift niet meer dan drie maand lang alle avonduren in beslag, het was gewoon de wetenschappelijke samenvatting van vijf jaar uitgevoerd onderzoek. Samen met Krystian Pilarczyk wil ik de vele collega's van de Rijkswaterstaat bedanken voor hun inzet en het financieren van projecten.

Collega's bij Deltares, voorheen Delft Hydraulics en Delft Geotechnics. Ik dank jullie voor de collegiale samenwerking tijdens mijn tijd dat ik bij jullie mocht werken en ook voor de tijd daarna. Speciaal wil ik Mark Klein Breteler noemen, waarmee ik vele waardevolle contacten heb gehad gedurende mijn hele loopbaan en ik ben ervan overtuigd dat dit zo zal blijven. André van Hoven als projectleider van al het simulator werk. We hebben binnen de projectgroep soms pittige wetenschappelijke discussies gehad en ik bewonder de wijze waarop jij dat in goede banen hebt weten te leiden. Ik heb een zeer plezierige samenwerking gehand met de modelploegen: Leen Tulp, Pieter Pasterkamp en Albert Scheer, om een paar namen te noemen. Ze hadden vaak de neiging om de modelopzet, de uitvoering van het onderzoek en de gegevensverwerking te willen verbeteren. Als jong beginnend ingenieur moest je hen overtuigen van jouw goede aanpak, want ze gingen altijd met je in discussie. De vrijdagmiddagen in de kantine van de Deltagoot bewaar ik nog altijd als een goede herinnering. Ik ben er van overtuigd dat mijn samenwerking met Deltares niet alleen door zal gaan, maar nog hechter zal worden en dat we studenten van UNESCO-IHE kunnen onderbrengen in jullie onderzoeksprogramma's.

Ik heb een geweldige tijd bij Infram gehad. Speciaal daarvoor bedank ik Ep van Hijum, die me twee keer heeft overtuigd om de baan aan te nemen die hij me aanbood, de eerste keer bij Deltares en later bij Infram. Infram is een unieke organisatie in de manier waarop zij met hun medewerkers omgaan. Ze hebben het volle geloof en geven het volle vertrouwen in hun medewerkers, samen met de benodigde middelen en verantwoordelijkheden, zonder dit door enige afdelingsgrens te laten blokkeren. Innovatie , kansen zien en benutten en de klant op de best mogelijke manier helpen, staan voorop. Zelfs nu onze kantoren in de nabije toekomst uit elkaar gaan omdat jullie naar Maarn verhuizen, zie ik uit naar het voortzetten van onze samenwerking.

Ik dank mijn internationale collega's en ben blij dat een aantal vandaag hier kan zijn. De internationale samenwerking begon met de Europese onderzoeksprojecten en ik heb vele vrienden over de hele wereld mogen maken. Ik mag graag samenwerken in een wereldwijde setting. En UNESCO-IHE is een prima plek om dit door te zetten.

Ik dank de Nomination Advisory Committee, geleid door professor Arthur Mynett en professor Dano Roelvink, voor het in mij gestelde vertrouwen. Het is voor mij een plezier om op een permanente basis voor UNESCO-IHE te werken, alhoewel het maar in deeltijd is.

Professor Ligteringen, beste Han, ik heb je mogen opvolgen als hoogleraar in Port Development, alhoewel we de titel iets meer aan mijn achtergrond hebben aangepast. We zijn beiden begonnen bij Delft Hydraulics, maar zijn daarna ietwat verschillende richtingen uit gegaan. Ik ben blij dat je me gebeld hebt en me hebt verteld dat er een vacature voor deeltijdhoogleraar was. Doordat ik mijn eigen bedrijf heb, was ik me hiervan niet bewust en was ik niet op zoek naar welke vacature dan ook.

Professor Roelvink, beste Dano, we hebben altijd naast elkaar gewerkt. Jij met het kleine materiaal zand en ik met de grotere maten zoals breuksteen en zelfs betonnen elementen. Jouw core business is het numeriek modelleren van het hydraulisch en morfologisch gedrag van de natuur, terwijl ik me meer verlaten heb op fysische modellen, zoals golfgoten en golfbakken. We zijn complementair aan elkaar en het zijn juist complementaire teams die vaak het beste zijn. Ik verheug me erop met jou samen te werken, vooral omdat je ervan overtuigd schijnt te zijn dat XBeach mogelijk de rol van fysische faciliteiten kan overnemen met betrekking tot golfoploop en –overslag en aanverwante fenomenen. We zullen daar samen zeker aan gaan werken. Ik ben ervan overtuigd dat XBeach ook kan helpen om ontwerpomstandigheden voor constructies op ondiep water beter te leren begrijpen.

Ik dank mijn ouders omdat ik als een boerenzoon heb mogen opgroeien. De fantastische speeltuin voor een jong kind, midden in de natuur, maar ook de vereiste om op de boerderij te helpen in plaats van vele vrije tijd te hebben, hebben mijn houding ten aanzien van natuur als ook mijn werk gevormd. Bovendien is een boer een ondernemer, hij moet zijn bedrijf leiden met alle aspecten die daarbij horen. Deze genen hebben me geholpen om mijn eigen bedrijf te beginnen en daar een succes van te maken.

Ik dank mijn broer Gerben voor de laatste acht jaar van samenwerking. Ik heb de simulatoren bedacht, ik heb verteld wat ze zouden moeten doen. Maar jouw ervaring als werktuigbouwkundige in het ontwerpen van nieuwe machines hebben het mogelijk gemaakt dat ze werkelijk werden gebouwd en dat ze deden waar ze voor werden ontworpen. Met jou wil ik alle mensen bedanken die bij het simulatorwerk betrokken zijn geweest.

En last but not least wil ik mijn vrouw Betsie bedanken. Niet voor de grote offers die ze

moest brengen, niet voor de lange werkdagen die ik op kantoor was of in het buitenland en waarbij ik niet beschikbaar was voor de familie. Want dit soort opofferingen hebben zich in onze relatie eigenlijk niet voorgedaan. Een eigen zaak hebben heeft zo zijn voordelen. Als mijn privéchauffeur zijn we veel samen als ik vergaderingen heb in Delft, Rotterdam, Gent, Aken of ergens anders in en rond Nederland. En bij vrijwel elke buitenlandse reis die een week of langer duurt, ga je met me mee. Ik wil je bedanken voor het plezier dat je vindt in het samen met mij de wereld rondreizen. Het maakt het werkende leven zoveel plezieriger.

Ik heb gezegd.

References

D'Angremond, K., 2001. Inspiratie uit Verjaagd Water. Afscheidsrede, Delft University of Technology.

Baird, W.F. and K.R. Hall, 1984. The design of breakwaters using quarried stones. ASCE, Proc. ICCE, Houston, 2580-2591.

Berm Breakwater Structures, 1994-1997. EU programme MAST-contract MAS2-CT94-0087.

CLASH, 2001-2004. EU-programme Crest level assessment of coastal structures by full-scale monitoring, neural network prediction and hazard analysis on permissible wave overtopping. Contract n° EVK3-CT-2001-00058.

ComCoast. EU-programme. Combined functions in coastal defence zones. Co-financed by the EU-Interreg IIIb North Sea Programme.

CornerDike, 2012. EU-programme Effect of very oblique waves on wave run-up and wave overtopping. Integrated Infrastructure Initiative HYDRALAB-IV. Contract HyIV-DHI-05.

DELOS, 2001-2004. EU-programme Environmental Design of Low-Crested Coastal Defence Structures. Contract n° EVK3-CT-2000-00041.

EurOtop, 2007. European Manual for the Assessment of Wave Overtopping. Eds. Pullen, T. Allsop, N.W.H. Bruce, T., Kortenhaus, A., Schüttrumpf, H. and Van der Meer, J.W. Available from www.overtopping-manual.com

FlowDike, 2009. EU-programme Integrated Infrastructure Initiative HYDRALAB-III Access to major experimental facilities. EC Contract No 022441 (RII3).

Geldof, G.D., A. Cath and F. Timmermans, 2014. Simulacra in een Rivierendelta. Vier knopen in en rond waterveiligheid. "Simulacra in a River Delta. Four bottlenecks in and around flood safety". Report prepared for ENW, Expertise Netwerk Waterveiligheid, The Netherlands.

Hall, K.R., W.F. Baird and C.I. Rauw, 1983. Development of a wave protection scheme for a proposed offshore runway extension. Proc. of Coastal Structures '83, ASCE, 157-170.

Jensen, O.J., 2013. Safety of Breakwater Armour Layers with Special Focus on Monolayer Armour Units (Discussion Based Upon Four Decades Experience of Breakwater Damage). Proc. ICE, Coasts, Marine Structures and Breakwaters 2013, Edinburgh, UK.

Jonkman, S.N., 2013. Het water weet de weg. Inaugural speech, Delft University of Technology.

Latham, J.-P., M.B. Mannion, A.B. Poole, A.P. Bradbury and N.W.H. Allsop,1988. The influence of armourstone shape and rounding on the stability of breakwater armour layers. Report No. 1 Coastal Engineering Research Group, Queen Mary College, University of London, and Hydraulics Research Ltd, Wallingford.

MAST G6S Coastal Structures, 1990-1992. EU-programme MAST-contract 0032_M (JR).

MCS, 1993-1995. EU-programme Monolithic (Vertical) Coastal Structures. MAST-contract MAS2 – CT – 0047.

OPTICREST, 1998-2000. EU-programme The optimisation of crest level design of overtopping coastal structures through prototype monitoring and modelling. MAST-contract MAS3-CT97-0116.

PROVERBS, 1996-1999. EU-programme Probabilistic Design Tools for Vertical Breakwaters. MAST-contract MAS3-CT95-0041.

Rock Manual, 2007. The use of rock in hydraulic engineering. CIRIA, CUR, CETMEF.

Rubble Mound Breakwater Failure Modes, 1993-1995. EU-programme MAST-contract MAS2-CT92-0042.

Van der Meer, J.W., 1987. Stability of rubble mound breakwaters. Stability formula for breakwaters armoured with accropode. Delft Hydraulics Laboratory. Report on basic research, H546.

Van der Meer, J.W., 1988. Rock slopes and gravel beaches under wave attack. PhD-thesis, Delft University of Technology.

Verwaest, T., 2012. Overtopping over constructies – boulevards. Presentation in PAO course Delft: Nieuwe ontwikkelingen in het ontwerp en de uitvoering van kustconstructies. "Overtopping over structures – boulevards".

UNESCO-IHE
Institute for Water Education

PO Box 3015, 2601 DA Delft, The Netherlands
info@unesco-ihe.org, www.unesco-ihe.org