

# Cijferen op het raakvlak van zee en kust, met de ingenieurs van afdeling Weg- en Waterbouwkunde (AWW - UGent)

Is het u nooit overkomen? U trotseert tijdens een najaarsstorm weer en wind om de woeste zee te aanschouwen vanop de zeedijk, een pier of staketsel? En plots overvalt u een zekere twijfel, wanneer een geweldige golf met grote kracht en dito gedreun inbeukt op de houten palen... Zal de constructie het wel houden? Mag ik blindelings vertrouwen op de knappe koppen die dit bouwswel hebben bedacht en uitgetekend?

## Onderzoeksgroep 'Waterbouwkunde'

Afdeling Weg- en Waterbouwkunde (AWW)

Universiteit Gent

Technologiepark 904, B-9052 Zwijnaarde

## Onderzoeksgroep

binnen de Vakgroep Civiele Techniek van de faculteit Toegepaste Wetenschappen

## Verantwoordelijken

professoren

Julien De Rouck en Peter Troch



## Personeel

2 professoren, 1 post-doc, 3 doctorandi, 2 wetenschappelijk medewerkers en 7 administratief en technisch medewerkers

## Keywords

Kustwaterbouwkunde; ontwerp van golfbrekers, dijken, zandsuppleties, erosiebescherming, ... ; numerieke golfmodellering; fysische modellering; metingen op prototypes

e-mail: [Julien.DeRouck@UGent.be](mailto:Julien.DeRouck@UGent.be)

[Peter.Troch@UGent.be](mailto:Peter.Troch@UGent.be)

Tel.: +32/09 264 54 89

Fax: +32/09 264 58 37

<http://awww.UGent.be>

Uiteindelijk beslist u alle twijfels toch maar van u af te zetten en rustig verder te genieten, zonder de kwaliteiten van deze onbekende experts verder in vraag te stellen... Maar wie zijn die experts nu eigenlijk? Wel, in deze bijdrage leert u alvast de zeer actieve onderzoeksgroep 'Waterbouwkunde' kennen, die deel uitmaakt van de afdeling Weg- en Waterbouwkunde (AWW) van de Gentse universiteit en zich hoofdzakelijk inlaat met dit krachtenspel van de zee ten aanzien van allerlei kustwaterbouwkundige structuren. Voor deze ingenieurs kunnen kustwaterbouwkundige structuren zowel onderdeel zijn van een haven (denk maar aan golfbrekers en kades) als van een kustverdediging (bv. dijken en strandhoofden). Overigens beperkt het onderzoek zich niet tot 'structuren' op de kustlijn: ook profielwijzigingen van het strand in de tijd en de belastingen op de

fundering van offshore windmolens ontsnappen niet aan de aandacht van deze Gentse onderzoekers.

## Uit de Zeebrugge 'havengrond' verzezen

Het had allemaal anders kunnen lopen voor de bezieler en trekker van deze onderzoeksgroep. Exact op de dag -- nota bene de 1<sup>ste</sup> april 1977 -- dat Julien De Rouck benoemd zou worden aan het Rijksinstituut voor Grondmechanica te Gent, koos hij om toe te treden tot de nieuwe studiegroep gevormd binnen de privé-onderneming HAECON en aangevuld met experts uit acht aannemersbedrijven. Deze HAECON-Zeebrugge groep kreeg als taak de uitbouw van de buitenhaven van Zeebrugge voor te bereiden. Ingenieur De Rouck ging in op het aanbod om zijn kennis in de grondmechanica ten dienste te stellen van



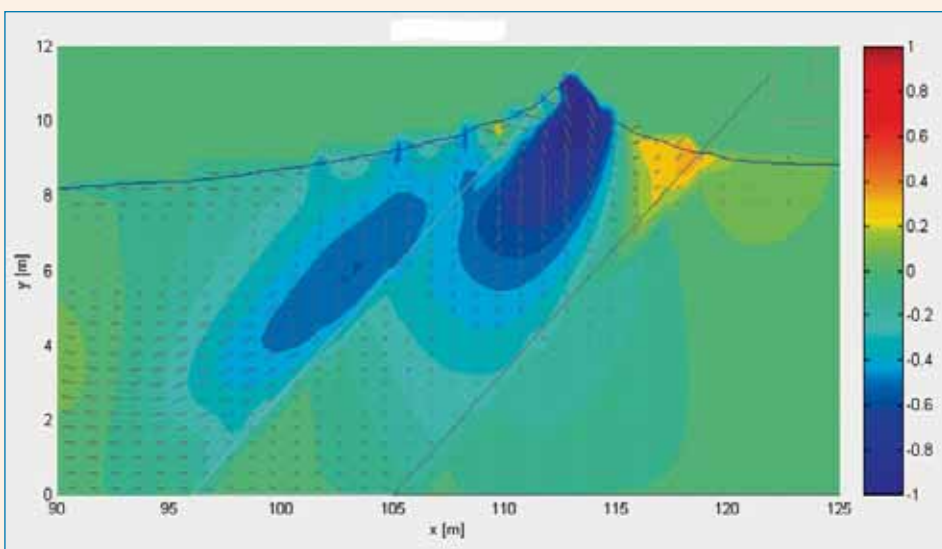
## De drievuldigheid van kustwaterbouwkundigen

Bij het onderzoek naar het gedrag van kustwaterbouwkundige structuren onder invloed van golven hanteren de ingenieurs drie belangrijke technieken: (1) metingen ter plaatse op het prototype; (2) fysische modellering, via het op schaal nabouwen van de structuur en het testen van de krachten van de golven hierop in een golfgoot; (3) numerieke modellering, via het numeriek oplossen van de differentiaalvergelijkingen die de stroming en golfwerking op de kustwaterbouwkundige structuur beschrijven. De sterktes van elk van deze drie invalshoeken worden gecombineerd om tot een geïntegreerde aanpak te komen zowel voor onderzoek als ontwerp.

De afdeling Weg- en Waterbouwkunde (AWW) heeft ruime ervaring met metingen op prototype. Reeds sinds 1993 voert AWW metingen uit op de golfbreker van de Zeebrugse buitenhaven. Hierbij gaat de aandacht vooral naar metingen van golfloop en -overslag (belangrijk voor bv. het inschatten van de overstromingskansen) en metingen van de inwendige poriëndruk doorheen de verschillende lagen van de golfbreker (belangrijk voor bv. het berekenen van de stabiliteit). Maar dit is niet alles. In Oostende bestudeerde de groep van Julien De Rouck ter plaatse de stabiliteit van de dijkbekleding (werken dd. 1998-2000) door de druk te registreren die op en onder de bekledingsstenen ontstaat ten gevolge van de golfinslag. En vandaag doet AWW ook op de Pier van Blankenberge continue metingen van golfimpacten en registreert het de korte- en lange-golfoscillaties in de binnenhaven van Oostende. Recent kwamen daar nog metingen van stroming en sedimenttransport bij op het opgespoten noodstrand van Oostende.

Voor fysische modellering in het laboratorium staan twee golfgoten ter beschikking in de gebouwen van AWW. Zowel de "kleine" goot (18m x 0,35m x 0,6m, lxbxh) als de "grote" goot (30m x 1,0m x 1,2m) zijn uitgerust met computergepasteerde schotten. Die kunnen zowel regelmatige als onregelmatige golven opwekken en ogenblikkelijk de teruggekaatste absorberen aan het schot zodat geen onnatuurlijke golven gegenereerd worden. Tevens kan men in de goten accuraat de golfloop en -overslag, de heersende krachten en drukken, de stromingssnelheden en de erosie opmeten. Snelheidsvelden en stromingen worden optisch geregistreerd en softwarematig geanalyseerd d.m.v. de techniek 'Particle Image Velocimetry'. Erosie van het bodemprofiel wordt opgemeten door een autonome laser-profiler.

Numerieke modellering biedt het voordeel heel flexibel te zijn – zeker in vergelijking met fysische modellering en werken op prototype – en ongevoelig voor zogenaamde schaafeffecten. Deze laatste kunnen optreden wanneer men experimenten doet met structuren die op schaal zijn nagebouwd. Ook in de waterbouwkundige wereld kenden numerieke computermodellen gedurende het laatste decennium een niet te stuiten opmars. Zo ontwikkelen en verfijnen de ingenieurs van AWW een state-of-the-art numeriek model voor het bestuderen van de wisselwerking tussen golven en kustwaterbouwkundige structuren. Ook andere softwarepakketten in huis ondersteunen het onderzoek: bijvoorbeeld voor de analyse van golfmetingen, voor de studie van golfvoortplanting in de kustzone, voor de variatie van het strand- en duinenprofiel in de tijd, voor het ontwerp van golfbrekers, voor de krachten op en vervormingen van palengroepen, voor de stabiliteit van kaaimuren, damwanden, taluds en dijkbekledingen, enz.



Om tot een degelijk ontwerp te komen van een kustwaterbouwkundige structuur, worden drie technieken gecombineerd: metingen op het prototype (lees: op de structuur zelf), fysische modellering a.d.h.v. schaalmodellen opgesteld in een experimentele golfgoot, en numerieke modellering door het oplossen van de stromingsvergelijkingen die het gedrag van golven beschrijven (AWW)

deze studiegroep. Initieel verdiende hij zijn sporen bij het ontwerpen van de funderingen, later ook in diverse facetten van de havenuitbouw. Deze ervaring en de affiniteit met de zee – die tien jaar werken te Zeebrugge met zich meebracht – dreven hem tot een doctoraat en leidden er toe dat hij in 1986 als professor benoemd werd aan de Gentse universiteit, een job die hij nog tot in 1997 zou combineren met een part-time opdracht bij HAECON. Geleidelijk aan slaagde professor De Rouck erin om, binnen de afdeling Weg- en Waterbouwkunde, het onderzoek in de kustwaterbouwkunde een prominente plaats te geven. Het hek was helemaal van de dam in 1993, toen Peter Troch zijn doctoraatsstudie startte aan de afdeling en het eerste Europees project van de groep in deze materie opgestart werd.

Vanuit drie belangrijke invalshoeken (zie kader: 'De drievuldigheid...') kon de groep in de loop van de jaren een belangrijke positie innemen in de studie naar de interactie van de zee met allerlei kustwaterbouwkundige structuren. Hoewel het, door het geïntegreerde karakter van het onderzoek, moeilijk is om het studiewerk uiteen te trekken en op te sommen in een lijst afzonderlijke onderwerpen, doen we toch een poging om in wat volgt de activiteiten te groeperen in zes grotere thema's.

### Stabiliteit en respons van golfbrekers

#### Hoe het allemaal begon

In de zeventiger en tachtiger jaren, bij het bezwijken van een aantal belangrijke stortsteengolfbrekers in Europa, werd duidelijk dat de stabiliteit en het gedrag van dit type structuur zeker nog niet volledig begrepen waren. Ook stond het onderzoek naar nieuwe types deklagen voor stortsteengolfbrekers niet stil. Prof. De Rouck ontwikkelde in 1984 zelf ook een nieuw deklaagelement voor stortsteengolfbrekers: het HARO® blok. Dit massieve betonblok met een centrale opening – waarvan de naam verwijst naar de uitvinder en het bedrijf HAECON waaraan Julien De Rouck verbonden was – garandeerde een grotere dissipatie van de golfenergie en een hogere stabiliteit. Het gevolg was een ca. 25-35% besparing op beton en dus een lager gewicht per blok, wat dan weer leidde tot een lagere kost en een gemakkelijkere verhandeling.

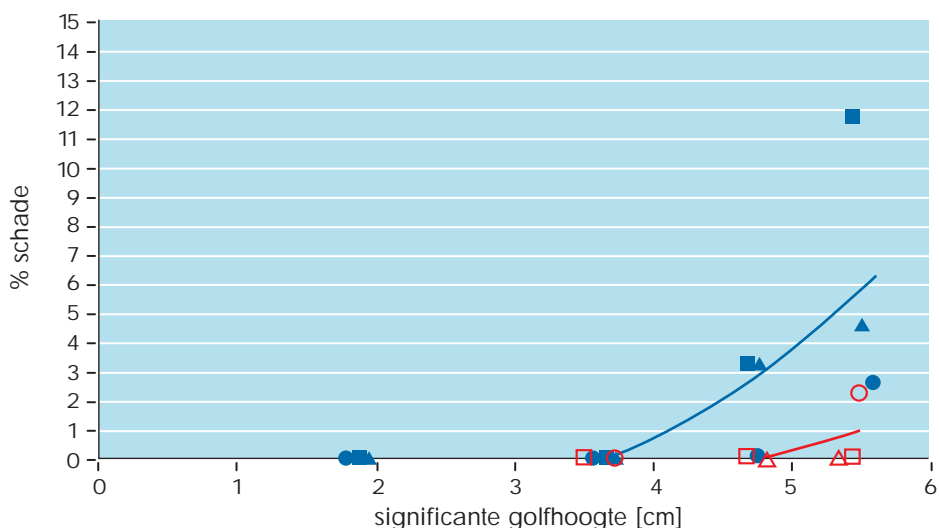
Vanuit zijn ervaring bij de uitbouw van de voorhaven van Zeebrugge en in diverse andere projecten wereldwijd, begreep professor De Rouck ook dat er nood was aan in-situ metingen in stortsteengolfbrekers om het probleem van door stormen vernielde structuren echt te kunnen doorgronden en te

kunnen oplossen. Al eind jaren '80 bestudeerde hij in zijn doctoraatswerk de relatie tussen de geotechnische stabiliteit van stortsteengolfbrekers en de variatie van de poriëndruk in de ondergrond onder invloed van getijden en golven.

Stortsteengolfbrekers, zoals de strekdammen van de Zeebrugse buitenhaven, zijn immers niet ongevoelig voor afschuivingen ten gevolge van de dynamische waterdrukken en de hieruit voortvloeiende instabiliteit van de structuur en/of de ondergrond.

Ten behoeve van de studie van de golfbrekers te Zeebrugge werden metingen uitgevoerd in het tracé van de oostdam.

Deze metingen werden ten gronde geanalyseerd en verwerkt in een zgn. 'semi-dynami-



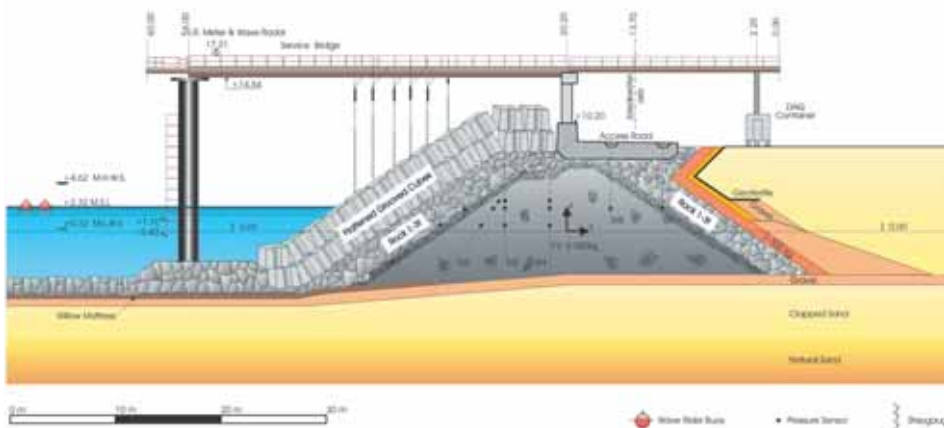
● kubus serie 1      ○ HARO serie 4      — gemiddelde kubus  
 ■ kubus serie 2      □ HARO serie 5      — gemiddelde HARO  
 ▲ kubus serie 3      △ HARO serie 6

Prof. De Rouck ontwikkelde in 1984 zelf een nieuw deklaagelement voor stortsteengolfbrekers: het HARO® blok. Dit massieve betonblok met een centrale opening garandeerde een grotere dissipatie van de golfenergie en een hogere stabiliteit. Het gevolg was een ca. 25-35% besparing op beton en dus een lager gewicht per blok. Experimenteel onderzoek wees ook uit dat de schade ten gevolge van hoge golven beduidend lager was bij HARO-blokken dan bij de klassieke kubusvormige deklaagelementen (AWW)



sche methode' ter bepaling van de stabiliteit van golfbrekers, rekening houdend met golf- en getijdewerking.

Midden jaren '80 werd onder impuls van ir. Luc Van Damme van de afdeling Maritieme Toegang van de administratie Waterwegen en Zeewezen (AWZ) een meetsteiger gebouwd in de bocht van de westelijke buitenhavendam. In eerste instantie werden vooral golfkarakteristieken en waterdrukken in de dam gemeten. In 1993 namen prof. De Rouck en prof. Troch de taak op zich om deze meetopstelling te 'up-graden' en uit te bouwen tot een uniek state-of-the-art data-acquisitiecentrum. De installatie in Zeebrugge waar AWW sindsdien kan over beschikken meet de golfkarakteristieken van de invallende golven, de poriëndruk doorheen de lagen van de golfbreker, de golfloop en -overslag. Deze meetsite kent weinig gelijken in de wereld. De site speelde dan ook reeds een cruciale rol in drie pan-Europese onderzoeksprojecten. De afdeling Maritieme Toegang, eigenaar van de meetopstelling, was in alle Europese projecten een zeer belangrijke partner.



Deze meetopstelling in de bocht van de westelijke strekdam van de Zeebrugse voorhaven, waarover AWW sinds 1993 kan beschikken, kent weinig gelijken in de wereld. Golfkarakteristieken van de invallende golven, de poriëndruk doorheen de lagen van de golfbreker, de golfloop en -overslag worden gemeten. Niet verwonderlijk dat deze site een cruciale rol speelde in drie pan-Europese onderzoeksprojecten (AWW)

### **MAST-II, OPTICREST en CLASH: drie golvende projectnamen**

- Het "MAST II" project (1993 - 1996, 8 partners uit 5 landen) was de perfecte aanleiding om de meetsite t.h.v. de Zeebrugse westelijke strekdam verder te operationaliseren. In zes boogaten doorheen de kern van de golfbreker werden druksensoren aangebracht, en ook metingen van golfkarakteristieken, tijhoogte, en golfloop en -overslag op de structuur werden standaard uitgevoerd en bijgehouden. Zo kon het gedrag van de poriëndrukken in de verschillende lagen en in de kern van stortsteengolfbrekers bij hevige stormweer worden onderzocht, wat tot interessante onderzoeksresultaten leidde.
- In het daaropvolgende project "OPTICREST" (1998 - 2001, 10 partners uit 7 landen, waaronder ook twee afdelingen van AWZ) ging alle aandacht naar de golfloop op het talud van kustverdedigingsstructuren. Verrassend binnen dit project was de vergelijking tussen modelproeven (in een experimentele golfgoot) en prototype metingen (op stortsteengolfbrekers en gladde dijken): uit dit onderzoek bleek dat traditionele ontwerpmethodes (gebaseerd op golfgootproeven) een substantiële onderschatting van de golfloop tot meer dan 50% gaven op stortsteengolfbrekers met ruw, doorlaatbaar talud, t.g.v. schaafeffecten in modelproeven.
- Deze belangrijke bevinding uit OPTICREST lag mee aan de basis van het derde Europese project "CLASH" (2002 - 2004, 13 partners uit 7 landen). Tevens was er duidelijk nood aan algemeen toepasbare regels voor de voorspelling van golfoverslag en de hieraan gekoppelde noodzakelijke kruinhoogte van kustverdedigingsstructuren. Aan de hand van in-situ metingen (te Zeebrugge, het Italiaanse Ostia en het Britse Samphire Hoe), neuraal-netwerkvoorspellingen en een begroting van de gevaren die met golfoverslag gepaard gaan, leidde het project CLASH finaal tot een inschatting van de schaafeffecten bij schaalproeven en een algemene methode ter bepaling van de golfoverslag en optimale kruinhoogte van golfbrekers en dijken.

### **De effecten van golven op kustverdedigingsstructuren: drie Europese onderzoeksprojecten**

Golfbrekers en andere kustwaterbouwkundige structuren vereisen nog steeds nader onderzoek, zij het nu veeleer gedreven vanuit een andere hoek. Klimatologen voorspellen namelijk, gekoppeld aan de opwarming van de aarde, heviger stormen en een algemene zeespiegelrijzing. Een hoger gemiddeld waterpeil betekent hogere golven, en ook de energie die golven met zich meedragen zal gevoelig (evenredig met het kwadraat van hun hoogte) toenemen. Een verder onderzoek naar kustverdediging en de invloed van de zeespiegelrijzing behoort dan ook tot de prioriteiten van de Europese Unie. In de periode 1993-2004 stond professor De Rouck, als coördinator van drie opeenvolgende onderzoeksprojecten binnen het EC onderzoeksprogramma (zie kader), mee aan het roer van dit fundamenteel onderzoek naar de interactie van golven met kustverdedigingsstructuren.

Zo werden in de afgelopen twintig jaar wereldwijd duizenden fysische modelproeven uitgevoerd naar golfoverslag. Om aan de hand van deze immense hoeveelheid data, aanwezig bij diverse

instellingen binnen en buiten Europa, een algemene voorspellingsmethode te kunnen ontwikkelen voor golfoverslag, ontwikkelde AWW een zogenaamd 'neuraal netwerk'. Neurale netwerken zijn geïnspireerd op de werking van de menselijke hersenen, en zijn in staat patronen te herkennen in complexe datasets. Het netwerk is intussen verworden tot een 'algemeen toepasbare' voorspellingsmethode. Terwijl vroeger voor elke type kustverdedigingsstructuur een eigen formule diende te worden gehanteerd, strikt gebonden aan de specifieke geometrie, kan nu de golfoverslag worden voorspeld voor een groot aantal structuren met slechts één "rekenmodule".



*De nood aan algemeen toepasbare regels voor de voorspelling van golfoverslag en de hieraan gekoppelde noodzakelijke kruinhoogte van kustverdedigingsstructuren lag mee aan de basis van het Europese project CLASH. Aan de hand van in-situ metingen (te Zeebrugge, het Italiaanse Ostia en het Britse Samphire Hoe), neuraal-netwerkvoorspellingen en een begroting van de gevaren die met golfoverslag gepaard gaan, leidde dit project tot een inschatting van de schaafeffecten bij schaalproeven en een algemene methode ter bepaling van de optimale kruinhoogte van golfbrekers en dijken (AWW)*

### **Onderzoeksresultaten vertaald in nieuwe ontwerpen: de 'Stilling Wave Basin'**

Ongewenste golfoverslag over kustverdedigingsstructuren kan natuurlijk opgelost worden door de golfbreker of dijk te verhogen. Toch is dit niet steeds gewenst noch mogelijk, omwille van bijvoorbeeld de visuele hinder. Daarom voert de Gentse onderzoeksgroep momenteel ook onderzoek uit naar elegante strategieën voor het verminderen van golfoverslag over (bestaande) kustverdedigingsstructuren door relatief beperkte aanpassingen aan het ontwerp en zonder het kruinpeil van de structuur te verhogen. Eén van de belangrijkste ontwerpen in deze context is het zogenaamde "Stilling Wave Basin". Het principe van dergelijk bassin is dat de golven, nadat ze het dijktalud zijn opgelopen, in contact komen met een dubbele rij van lage muurtjes. Hierdoor worden de

golven deels tegengehouden, en deels 'omhooggeworpen' om vervolgens 'dood te vallen' in het bassin. Dit bassin is op zijn beurt van het hinterland gescheiden door een tweede, iets hoger muurtje. Het plan is om dit principe in de toekomst toe te passen ter hoogte van het Zeeheldenplein in Oostende.

### **Oostende, en zijn nieuwe zeewering**

Oostende heeft nood aan een aanpassing van de zeewering. Het overstromingsgevaar was er te groot geworden. Na diepgaand studiewerk koos men in Oostende voor een natuurlijke oplossing: geen verhoging van de dijk maar een nieuw strand met grotere breedte. Daarnaast wil Oostende ook de toegang tot zijn haven verbeteren. Het structurele herstel van de kustverdediging kan ten vroegste rond 2007 van start gaan. Voorlopig moet een noodstrand, opgespoten in mei-juni 2004, de veiligheid van de stad garanderen.

Zowel in de huidige fase als ter voorbereiding van de geplande werken, is heel wat meet- en studiewerk nodig. Zo meten de ingenieurs van AWW sinds kort de golven, stroming en profielwijzigingen op het Oostendse noodstrand, dit ter ondersteuning van de studie van erosie (afslag) en aangroei van het strand.

Daarnaast wordt de golfindringing en -propagatie in de nieuwe haventoeegang bestudeerd d.m.v. numerieke simulaties. Hierbij houdt men rekening met de toekomstige waterdieptes en met een golfklimaat zoals het opgemeten werd door de boeien vóór de haven.

En om de korte- en lange-golffluctuaties in de binnenhaven van Oostende te kunnen opmeten en bestuderen, werden op verschillende locaties druksensoren geplaatst. Korte-golfgegevens dienen als input voor en controle van een numeriek model. De studie van lange-golffluctuaties of slingeringen is belangrijk omdat deze het overstromingsgevaar grondig beïnvloeden en tevens omdat het vooral deze golven zijn die beweging van schepen teweegbrengen en schade kunnen veroorzaken bij schepen aange-meerd aan de kade.

### **Golfklappen op de pier van Blankenberge**

De pier van Blankenberge, gelegen tussen de laagwaterlijn en hoogwaterlijn, is een uniek historisch monument. Een paar jaar terug werd de pier grondig gerenoveerd. Als onderdeel van deze renovatie is een betonnen verticale koker opgetrokken tussen de zeebodem en de oorspronkelijke vloer van de pier. Toen in 2002-2003 tijdens winterstormweer schade bleek op te



bewezen een zeer stabiele code te zijn voor simulatie van golfbreking, –oploop en –overslag. De ontwikkeling van het 3D model gaat nog steeds verder. Er wordt nu gedacht aan een uitbreiding van het model voor bewegende objecten in een viskeuze stroming met vrij wateroppervlak (zowel met een voorgeschreven beweging als bewegend o.i.v. de stroming).

### Studies naar erosie in het kustgebied

#### Erosiebescherming voor offshore windmolenparken

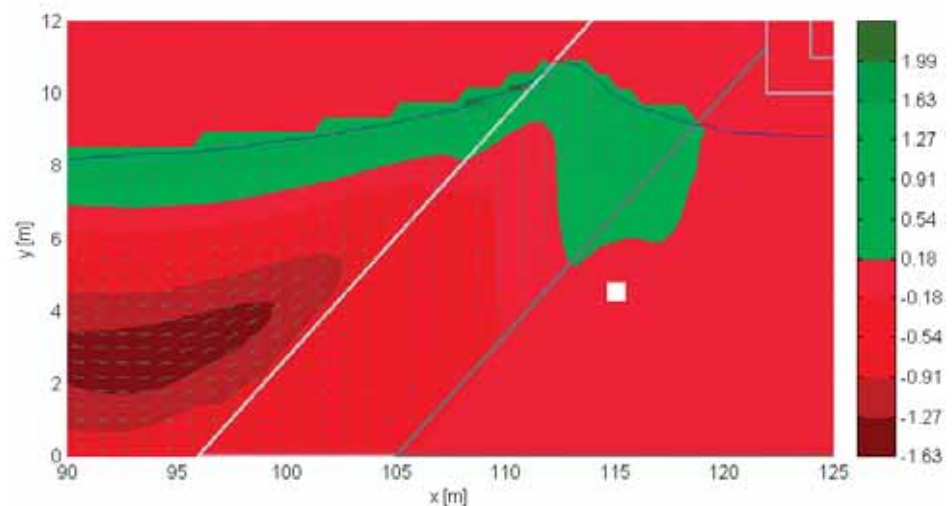
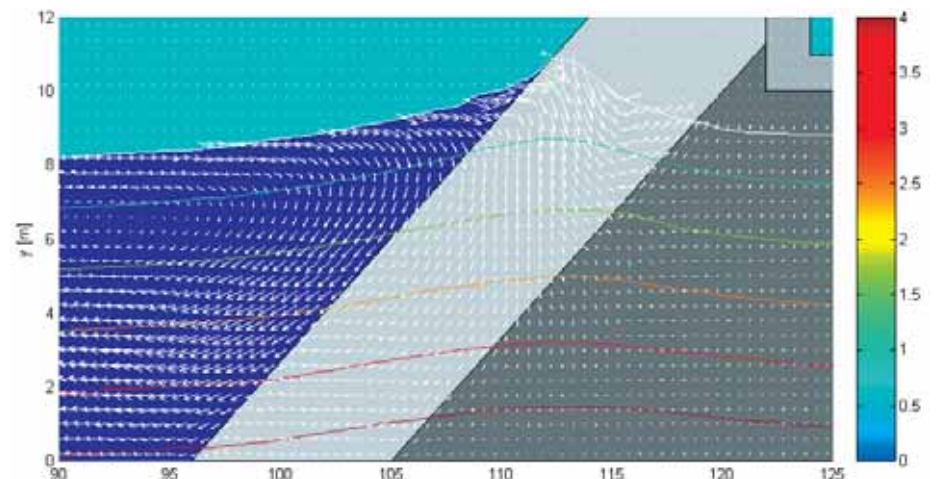
De techniek om electriciteit op te wekken met windenergie is reeds goed ontwikkeld. Recent kwam daar echter de tendens/noodzaak bij om windmolenparken meer en meer te verschuiven tot diep in de zee. Ver op zee is er immers méér en “stabiele-re” wind en minder hinder voor de electriciteitsconsument. Toch zijn er offshore ook nadelen, zoals de zwaardere belasting op de funderingen en paalschachten. In dit onderzoek concentreert AWW zich op de zeer specifieke belasting op de erosiebe-

treden aan het piergebouw – ten gevolge van zogenaamde golfklappen – besliste men om langs de zeezijde en vóór de pier een stalen scherm te bouwen. Zo hoopte men de golfklappen die veroorzaakt werden door opspattende golven te reduceren. Deze laatste bleken namelijk, na botsing tegen de verticale wand van de koker, op het horizontale dek boven deze wand in te slaan. Sinds december 2003 meet AWW, m.b.v. druksensoren (op de verticale betonnen wand, het horizontaal overhangende dek en het stalen scherm), de druk veroorzaakt door de golfklappen. Tevens meet men de karakteristieken van de golven net vóór het scherm. Aan de hand van de verzamelde gegevens willen de ontwerpers een beter inzicht verkrijgen in de krachten die inwerken op een dergelijke structuur.

### De numerieke modellering van golfinteracties nader bekeken

De fundamenten van de numerieke pijler binnen AWW's waterbouwkundegroep zijn gelegd in het doctoraatswerk van Peter Troch. Zijn numerieke, tweedimensionele model (“VOFbreak<sup>2</sup>”) laat toe golfaanval en stroming in de kern van een poreuze stortsteengolfbreker van achter de pc te bestuderen. In ingenieurstaal uitgedrukt lost dit numerieke model de Navier-Stokes stromingsvergelijkingen op evenals een Volume Of Fluid (VOF) vergelijking voor de bepaling van de positie van het wateroppervlak. Hierdoor is dit model krachtiger dan heel wat andere veelgebruikte modellen, die veeleer vertrekken van een Euler-aanpak, en gebaseerd zijn op de aanname van potentiaalstroming van niet-viskeuze stroming. Dit tweedimensioneel model is o.a. toegepast bij de studie van de variatie in poriëndruk binnenin een stortsteengolfbreker en bij het onderzoek naar golfoverslag over een ondoordringbare dijk. Ondertussen is de code uitgebreid tot drie dimensies (“LVOF”) en wordt ook turbulentie meegemodelleerd. LVOF heeft ondertussen

*De pier van Blankenberge is een uniek historisch monument. Een paar jaar terug werd het grondig gerenoveerd. Als onderdeel van deze renovatie is een betonnen verticale koker opgetrokken tussen de zeebodem en de oorspronkelijke vloer van de pier. Toen in 2002-2003 tijdens winterstormweer schade bleek op te treden aan het piergebouw besliste men om langs de zeezijde en vóór de pier een stalen scherm te bouwen. Sinds december 2003 meet AWW, m.b.v. druksensoren, de druk veroorzaakt door de golfklappen. Tevens meet men de karakteristieken van de golven net vóór het scherm. Aan de hand van de verzamelde gegevens willen de ontwerpers een beter inzicht verkrijgen in de krachten die inwerken op een dergelijke structuur (AWW)*



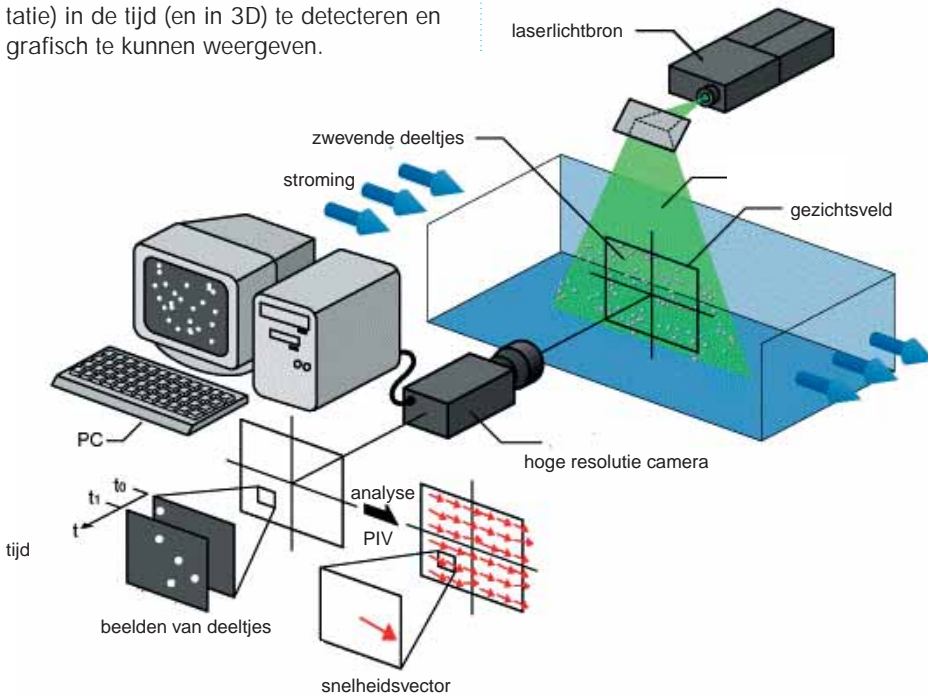
Het numerieke model LVOF heeft reeds bewezen een zeer stabiele code te zijn voor simulaties van golfbreking, golfoploop en golfoverslag. Geïllustreerd zijn de numerieke berekeningsresultaten voor golfoploop op de golfbreker te Zeebrugge, waarbij in de twee illustraties resp. de drukwaarde en de snelheid is weergegeven (AWW)



AWW verricht ook onderzoek naar de belasting op de erosiebescherming rond offshore windmolens vanwege golven en stroming. Het onderzoek wordt via fysische beproeving op schaal en via numerieke modellering gevoerd (AWW)

scherming rond offshore windmolens vanwege golven en stroming. Het onderzoek wordt via fysische beproeving op schaal en via numerieke modellering gevoerd.

Het onderzoeksteam zal bij het fysisch modelonderzoek gebruik maken van twee technologische hoogstandjes, recent aangekocht door AWW. Het PIV-meettoestel ('Particle Image Velocimetry': zie fig.) kan het snelheidsveld en de stroming in de goot rond de paal optisch vastleggen met behulp van laserpulsjes die zwevende deeltjes doen oplichten. Een hoge resolutie CCD-camera registreert dit, en de snelheidsvectoren worden door de computer berekend. De techniek is zeer waardevol bij turbulente stroming. Het andere toestel, de 'profiler', tast met een laser een bepaald oppervlak af om de evolutie van de zeebodem rond de constructies (erosie/sedimentatie) in de tijd (en in 3D) te detecteren en grafisch te kunnen weergeven.



Bij fysisch modelonderzoek maakt het onderzoeksteam gebruik van een PIV-meettoestel ('Particle Image Velocimetry'). Dit hoogtechnologisch toestel kan het snelheidsveld en de stroming in de goot rond een obstakel optisch vastleggen met behulp van laserpulsjes die zwevende deeltjes doen oplichten. Een hoge resolutie CCD-camera registreert dit, en de snelheidsvectoren worden door de computer berekend. De techniek is zeer waardevol bij turbulente stroming (AWW)

/ONDERZOEK/

**COSTAS (Coastal State and Dynamics)**

Daarnaast leeft de hoop dat begin 2006 kan worden meegestapt in het ingediende projectvoorstel 'COSTAS', dat inspeelt op het geïntegreerd beheer van de kuststrook ('Integrated Coastal Zone Management' - ICZM). Dit project wil – in een streven naar evenwicht tussen het ecosysteem en sociale en economische activiteiten – een set werk-instrumenten en methodes aanleveren om op verschillende schalen (lokaal of nationaal) ICZM te helpen implementeren. Dit project is ingediend door een consortium van méér dan 40 partners uit gans Europa, met Delft Hydraulics als coördinator, en AWW, de afdeling Kust van AWZ en de afdeling Mariene Biologie van de Gentse universiteit als Belgische vertegenwoordigers. Oostende is één van de demonstratiesites. AWW zal o.a. metingen uitvoeren van variaties in het profiel van het strand, van de optredende erosie en het zandtransport, en van stromingen en karakteristieken van de invallende golven.

**Is er toekomst voor winning van golfenergie?**

De zee draagt enorme hoeveelheden energie met zich mee, en dit met een hogere energiedichtheid dan bij wind het geval is. Daarom stimuleert de Europese Unie binnen haar onderzoeksprogramma voluit het verdere onderzoek naar golf-energie-convertoren (GEC's), in de hoop deze 'groene energie' in de toekomst te kunnen benutten. Het onderzoek naar deze vorm van energiewinning startte pas goed eind

/ONDERZOEK/

jaren '70 en staat dus eigenlijk nog in haar kinderschoenen. AWW diende eind 2004 bij de EU een voorstel in ('SEEWEC - Sustainable Economically Efficient Wave Energy Converter') om samen met een aantal Europese partners een bestaand concept van GEC aan uitgebreid onderzoek te onderwerpen en te verbeteren. Het is zelfs de bedoeling om aan het einde van het project een toestel klaar te hebben met commercieel potentieel. Dit project is door de EU goedgekeurd. De contractbesprekingen lopen en hopelijk kan met het onderzoek gestart worden eind 2005.

**Geen inzicht in de zee zonder uitzicht op de zee**

Bijna dertig jaar na de 'bekering' van professor De Rouck tot de zeewetenschappen, is de afdeling Weg- en Waterbouwkunde van de Gentse universiteit niet meer weg te denken uit het onderzoek naar interacties tussen zee en kustwaterbouwkundige structuren. Via diverse nationale en internationale projecten leveren ze fundamenteel onderzoek i.v.m. het ontwerp van kustverdedigingselementen als golfbrekers, zeedijken, havenmuren, ... Steeds verder bouwen ze expertise op vanuit een drievuldigheid van metingen op prototype, fysische modellering met schaalmodellen en numerieke modellering. In elk van de drie hoofdpijlers hebben ze toonaangevend werk verricht. Na kennismaking met deze 'knappe koppen' ben ik in elk geval gerust gesteld, en zal ik de volgende storm met een gerust gemoed trotseren vanop een strekdam, pier of zeedijk. Onze kustwaterbouwkundige structuren zijn in goede handen.



Bijna dertig jaar na de 'bekering' van professor De Rouck tot de zeewetenschappen, is de afdeling Weg- en Waterbouwkunde van de Gentse universiteit niet meer weg te denken uit het onderzoek naar interacties tussen zee en kustwaterbouwkundige structuren (MD)