

**O**p 5 december 2013 raasde een stormveld over de Noordzee. In combinatie met het aangekondigde springtij, zorgde dit voor een grote alertheid bij de bevoegde diensten aan zee. Stormweringsmuurtjes en zandzakjes werden geplaatst daar waar ter hoogte van zwakke punten in de kustwering problemen konden worden verwacht.

Er volgde zelfs een gedeeltelijke evacuatie van de bewoners in Bredene, om geen risico te lopen in de buurt van een in herstel verkerende dijk achteraan de haven van Oostende. Uiteindelijk gebeurde er niets ergs. Het water werd dan wel opgestuwd tot 1,5 meter boven de normale astronomische waterstanden, maar nergens drong de zee het land ongewenst binnen. Met een maximaal waterpeil van +6,33 m TAW bleven we met deze "50-jarige storm" overigens onder de hoogste waterstanden van de "250-jarige storm" van 1 februari 1953 (+6,66 m TAW) en het in actuele tijden nog nooit bereikte peil bij de beruchte "1000-jarige storm" (+7,00 m TAW).

Wat dit gebeuren onder andere aantoont is dat een ver Wittigd man/vrouw er twee waard is. En dat goed geïnformeerd zijn en vervolgens met die degelijke informatie aan de slag gaan de beste garantie vormt voor een degelijk bestuur. Bij het informeren kan best zo open mogelijk worden gecommuniceerd, zonder bewust paniekzaaijerij na te streven. In vergelijking met 1953, was de indrukwekkende vooruitgang van de mariene meteorologie opvallend: de accurate en tijdige weers- en waterhoogtevoorspellingen maakten de paraatheid en coördinatie van de talrijke betrokken (hulp)diensten zeer efficiënt. Aan de minzijde is het duidelijk dat onze kust 60 jaar na datum nog onvoldoende verdedigd is tegen superstormen.

In dit nieuwe nummer van De Grote Rede brengen we een kort relaas van de Sinterklaasstorm van de hand van weerman/wetenschapper David Dehenauw, maar gaan we ook de verzuring van de oceaan – een door wetenschappers zeer geducht probleem – niet uit de weg. En daar waar ook nog eens concrete oplossingen naar voor kunnen worden geschoven, doen we dat met plezier. Een probleem duiden is één. Maar aangeven hoe je als burger ook zelf ten strijde kunt trekken en een steentje kunt bijdragen tot een betere en meer duurzame wereld, is minstens even belangrijk. Het is dan ook verfrissend om te lezen hoe het vernieuwde Europese Visserijbeleid iets probeert te doen aan het "weggooien van vis" (zie 'In de Branding'), hoe vrijwilligers in het Gentse zeemanshuis Stella Maris warme mutsen breien voor zeevarenden of hoe burgerlijke en industriële ingenieurs in opleiding (KU Leuven en hogeschool Vives Oostende) samen aan de slag gaan om te berekenen of een energie-atol fictie zal blijven of echt realiteit kan worden.

Wie nog leesvoer wenst, kan zich verder verdiepen in een bijdrage over de historische zo belangrijke Duinenabdij van Koksijde, bijleren over het wel en wee van de duindoorn of vernemen hoe de tonijn aan zijn naam is gekomen.

Je ziet het: ook na de publicatie van het themanummer "De Grote Oorlog en de Zee" blijven we niet bij de pakken zitten en gaat de redactie er met volle energie tegenaan!

## INHOUD

• Een energie-eiland voor onze kust: fictie of realiteit?	2
• De Duinenabdij, Een machtsbastion aan de Vlaamse kust	10
• Verzuring van de oceaan	17
• Cis de strandjutter - De flora van het strand	24
• De vruchten van de zee - Duindoorn: onbekend is onbemind	25
• Stel je zeevraag - Hoe erg was de Sinterklaasstormvloed van 5 december 2013?	26
• De Kustbarometer - Historische trends in visaanvoer en -vloed	27
• Kustkiekjes - de fotoprijsvraag	28
• Educatie & de zee - Planeet Zee, kijk eens door een andere bril naar de zee!	29
• Het zeegevoel - Mutsenclub van zeemanshuis Stella Maris geeft zeelieden mooie kerst	30
• Zeewoorden verklaard: 'Middelkerkebank' & 'tonijn'	31
• In de branding	34

# Een energie-eiland voor

Björn Van de Walle

KU Leuven @ Kulab; Zeedijk 101, 8400 Oostende; bjorn.vandewalle@khbo.be

Eind december 2013 keurde de regering, op initiatief van Johan Vande Lanotte als Minister van Noordzee, een globaal marien ruimtelijk plan voor onze Noordzee goed. Dit plan omvat twee zones voor de installatie van kunstmatige energie-eilanden: één ligt een vijftal kilometer vóór de kust op de Wenduinebank, een tweede zone is gekoppeld aan een eventuele uitbreiding van de haven van Zeebrugge. De ideeën om verder (op 30-40 km) in zee te gaan werken leken technisch noch financieel haalbaar.

Maar wat doet zo'n energie-eiland nu juist? Hoeveel kost het en is het wel rendabel? En waarmee dient zoal rekening te worden gehouden bij de ontwikkeling van dit innovatieve initiatief? Wij legden alvast ons oor te luisteren bij een vijftigtal burgerlijke en industriële ingenieurs bouwkunde in opleiding, die in het voorjaar 2013 in het

kader van projectwerk aan de KU Leuven kritisch nadachten over de technische en bouwkundige uitdagingen die een dergelijk plan stelt.

## Een grote badkuip op zee

### Het principe van een 'mega-batterij'

Een energie-eiland, vanwege zijn ringvorm ook wel 'energie-atol' genoemd, wordt gebouwd om energie geleverd door de windmolenparken in de Noordzee tijdelijk op te slaan. Het is als het ware een soort 'mega-batterij'. Wanneer het 's nachts waait, draaien de windmolenparken immers op volle toeren en leveren deze heel wat energie. Echter, 's nachts is de vraag naar energie het kleinste en ontstaat er dus een overschot aan elektriciteit. Deze energie kan men vandaag enkel tegen dumpingprijzen uitvoeren naar het



■ Een energie-atol of -eiland ziet er uit als een soort grote badkuip op zee. Met overvloedige energie uit de windparken wordt het water er op gezette tijden uitgepompt, om vervolgens via turbines – op het ogenblik dat er weer meer vraag naar elektriciteit is – de kuip te laten instromen. De kuip is omgeven door een ringdijk en doet dus wel wat denken aan een tropisch ringeiland of atol ([www.destandaard.be](http://www.destandaard.be))





■ Op deze luchtfoto van de spaarbekkencentrale Coo-Trois-Ponts zijn te zien: 1) De watervallen van Coo; 2) Het benedenbekken (8.540.000 m<sup>3</sup>) met twee dijken die de meander afsluiten van de natuurlijke loop van de Amblève; 3) De twee kunstmatige meren, aangelegd op het plateau; 4) De machinezaal met zes grote Turbo-alternatoren bevindt zich onder de grond tussen het boven- en benedenbekken (Rudy de Barse, Electrabel)

buitenland of, indien ook dit niet kan, afvoeren tegen betaling. Met een energie-eiland kan men energie tijdelijk stockeren om het nadien, wanneer de vraag naar elektriciteit groter wordt, tegen gunstiger tarieven weer los te laten op het elektriciteitsnetwerk.

Maar hoe werkt een dergelijk energie-eiland nu precies? Bij opslag van elektriciteit denken we spontaan aan batterijen. Er bestaan wel oplaadbare batterijen, maar alsnog niet in die omvang of van die grootte dat ze enkele honderden megawatt uur (MWh: 1 miljoen Watt uur = energie nodig om toestellen met een gezamenlijk vermogen van 1 miljoen Watt gedurende 1 uur te laten functioneren) kunnen opslaan. De overtollige elektrische energie van de offshore windparken moet dus op een andere wijze worden opgeslagen. Omzetting van elektrische energie in zogenaamde potentiële energie blijkt tot dusver de beste optie. Potentiële energie is de energie die vrijkomt of nodig is om een voorwerp, bijvoorbeeld water (gewicht van 1 ton per m<sup>3</sup>), een hoogteverschil te laten overbruggen. Wanneer het naar een grotere hoogte dient te worden gebracht, moet je er zelf energie instoppen

om de zwaartekracht te overwinnen. Maar als water spontaan door die zwaartekracht naar beneden stroomt, kunnen turbines de vrijgekomen energie van deze waterkracht juist opvangen en benutten. In het geval van een energie-eiland bouwt men een soort grote 'badkuip' waaruit 's nachts het water kan worden weggepompt met de overtollige energie uit de windparken. Bij het kriecken van de dag, wanneer men weer volop energie nodig heeft, laat men het water terug in de badkuip stromen. Het water passeert hierbij door een turbine die een generator aandrijft. De hydraulische (potentiële) energie wordt zo terug omgezet in elektrische energie en vervolgens via een kabel op het elektriciteitsnetwerk geplaatst. Natuurlijk gaat bij elke omzetting van de ene energievorm in de andere een zekere hoeveelheid energie verloren. Dit gebeurt onder andere door wrijving en door de beperkingen in efficiëntie van de gebruikte machines. Bij omzetting van waterkracht in elektrische energie maakt de huidige stand van de technologie het mogelijk om deze verliezen te beperken tot 20-25%. Voorbeelden hiervan zijn terug te vinden in Coo. Daar stuwten gigantische pompen

's nachts water op naar een hoger gelegen reservoir om het overdag terug door de pomp te laten stromen. Deze laatste draait dan in de omgekeerde richting en werkt als turbine in plaats van als pomp. Wanneer de waterkrachtcentrale in Coo op volle toeren draait levert ze een vermogen van 1 GW (Gigawatt = 1 miljard Watt), of evenveel als een kerncentrale. Per seconde stroomt net geen 500 m<sup>3</sup> (!) water door de turbines. Dit zijn bijna 8 grote containers water die per pomp en per seconde verplaatst worden! Een gelijkaardige waterkrachtcentrale vindt men terug in Wales (het Verenigd Koninkrijk), de zogenaamde 'Dinorwig plant'. Deze installatie is gebouwd in 1984 en met zijn 1,7 GW vermogen, de grootste in Europa. Een groot voordeel van dit soort 'opgepompte opslag systemen' is alvast dat ze, eens volgepompt, zeer snel kunnen reageren op een piekvraag in verbruik.

#### **Design van de 'badkuip' op zee**

Het hoefijzervormige energie-atol, zoals het in de loop van 2013 her en der in de media werd voorgesteld, bestaat uit een ringdijk, opgebouwd rond een waterreservoir, en een in- en uitlaatopening. In tegenstelling

## Studentenproject

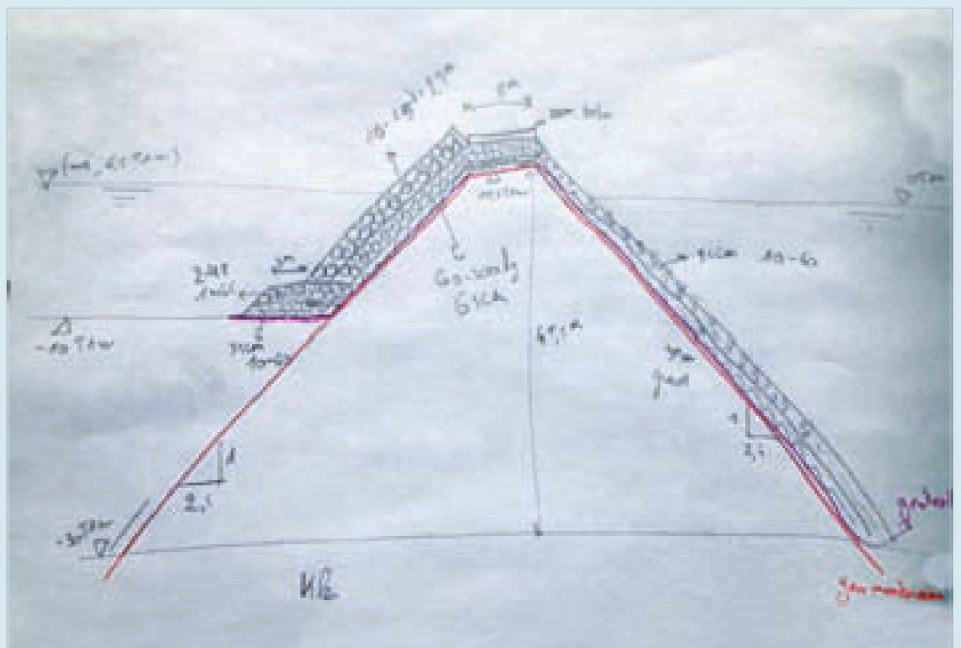
Reeds zes academiejaren werken laatstejaarsstudenten burgerlijk bouwkundig ingenieur van KU Leuven en laatstejaarsstudenten industrieel bouwkundig ingenieur van Kulab (Oostende) samen rond een waterbouwkundig project. In het verleden werden reeds de verdere zeewaartse uitbreiding van de buitenhaven van Zeebrugge, de projecten voorgesteld binnen het 'Vlaamse Baaien 2100'-plan waaronder de uitbreiding van de haven van Oostende, een kunstmatig eiland vóór de Vlaamse kust, een schuilhaven op zee,... uitgewerkt. Er wordt telkenmale gekozen voor een authentiek realistisch ingenieursprobleem uit de waterbouwwereld. In 2013 kwam de persvoorstelling van minister Johan Vande Lanotte als een godsgeschenk uit de hemel neergedaald. Het onderwerp voor het projectwerk 2013 was gekozen: het energie-atol.

Het projectwerk maakt deel uit van het curriculum van beide ingenieursopleidingen en wordt georganiseerd in de periode maart-april van het jaar waarin de studenten afstuderen. Ze kunnen dus a.d.h.v. het projectwerk aantonen dat ze 'ingenieur'-waardig zijn. Er wordt gewerkt in teams van 9 à 10 studenten, evenwichtig samengesteld uit zowel studenten burgerlijk als industrieel ingenieur. Beide type studenten benaderen het probleem immers op een andere manier. Een opleiding tot burgerlijk ingenieur legt de nadruk op de theoretische en conceptuele benadering van een probleem terwijl een opleiding tot industrieel ingenieur meer de praktijk en de uitvoering beklemtoont. Per student wordt verwacht dat men gemiddeld een 100-tal manuur besteedt aan de uitwerking van het project, wat neerkomt op een project van ongeveer een half manjaar. Elke studentengroep wordt geleid door een door de studenten gekozen projectmanager die het eerste aanspreekpunt is voor de klant, de opdrachtgever (= team van de verder vermelde professionals). Zoals alle andere opleidingsonderdelen uit het curriculum wordt het projectwerk ook gehonoreerd met een eindscore die samengesteld wordt uit de evaluaties van de externe professionals, de coaches en de studenten zelf (via peer evaluatie). Het doel van het projectwerk is om de studenten aan te zetten tot kritisch nadenken over toekomstige waterbouwkundige uitdagingen en om hen in groep te laten samenwerken. Op de werkvloer moeten ze, eens afgestudeerd, immers ook samenwerken.

De studenten worden elk jaar ondersteund door professionals. Vertegenwoordigers van de overheid (Vlaamse Overheid – MOW – MDK, Federale Overheidsdienst Leefmilieu, VLIZ, kabinetsmedewerkers,...), waterbouwkunde studie bureaus (IMDC, Antea Group, Deltares, Fides Engineering,...), twee van de wereldspelers inzake waterbouwkundige aannemingswerken: DEME en Jan De Nul, producenten van bouwmaterialen (bv. Texion Geokunststoffen, BSAF) en academici reiken de studenten de nodige achtergrondinformatie aan en staan de studenten bij in het projectwerk. Op het einde van de rit zijn het ook diezelfde personen die de projecten evalueren. De studenten worden gecoacht door Jaak Monbaliu van KU Leuven en Björn Van de Walle van Kulab.



■ *Projectwerk energie-eiland door studenten-ingenieurs: groepen van 9 à 10 studenten werken gedurende 7 dagen full time aan het ontwerp: twee keer twee dagen op campus Oostende en één keer gedurende drie dagen op campus Arenberg in de periode maart/april. De studenten combineren 'face to face'-werksessies met digitale en online communicatietechnieken om ook op afstand samen te kunnen werken; de schets toont een dwarsdoorsnede van de ringdijk, volgens de berekeningen van de studenten (Björn Van de Walle)*



tot wat er in de pers te lezen viel, wordt het water niet opgepompt naar een hoger gelegen reservoir, maar loopt het naar een binnen de ringdijk gegraven put in de zeebodem. Deze put wordt, naargelang de noodwendigheden, leeggepompt (bij een overschot aan energie) of – via de generatoren – met zeewater gevuld (bij een tekort aan energie). De grote waterdichte ‘tank’ dient dan ook grotendeels diep (circa 30 meter) in de zeebodem te steken. Technisch gezien haalt men het grootste turbinerendement wanneer het verval, d.i. het verschil tussen de waterhoogtes aan de ene en aan de andere kant van de turbine (en dus van de ringdijk), maximaal is. Daarom zal men het water in het atol ook nooit te hoog laten stijgen en blijft het peil binnen het atol sowieso altijd lager dan het zeeniveau. Het water in het atol zal een continue op- en neergaande beweging kennen, min of meer volgens het dag-/nachtritme en rekening houdend met de getijdenvariatie op zee. Het energie-atol is dus eigenlijk geen ‘eiland’ dat boven water uitsteekt, maar eerder een ‘put’ onder het zeeniveau. Het wordt vast een raar zicht vanuit de lucht! Precies alsof iemand de stop uit het bad heeft getrokken en de zee plaatselijk leegloopt...

### Een kritische eerste blik op het concept

Grootse bouwideeën hebben is één zaak. Deze ideeën omzetten in realistische bouwprojecten die bovendien technisch (bouwkundig) haalbaar zijn, is een ander paar mouwen. Vanuit deze optiek kregen ingenieurs in opleiding recent de kans zich over het concept van een energie-eiland te buigen. Daartoe werkten laatstejaargestudenten van de masteropleiding bouwkunde van de ‘Ingenieurswetenschappen’ van KU Leuven (burgerlijk ingenieur) en van de masteropleiding bouwkunde ‘Industriële Ingenieurswetenschappen’ van KHBO in Oostende (tegenwoordig KU Leuven @ Kulab, industriële ingenieur) in het voorjaar van 2013 samen (zie kader). In verschillende projectteams verdiepten ze zich in een technisch ontwerp van een energie-atol. Er werd aan de ingenieurs in spe gevraagd om, rekening houdend met alle randvoorwaarden van het MRP, een locatie te zoeken voor het energie-atol, de benodigde grootte van het eiland te bepalen uitgaande van het energieoverschot dat moet geborgen kunnen worden en vooral ook om het eiland technisch en bouwkundig te ontwerpen. Ook mogelijke gevolgen inzake erosie en sedimentatie in de ruimere omgeving van het energie-atol kregen de nodige aandacht. De vraag “Hoeveel energie er moet geborgen kunnen worden om dit initiatief rendabel te maken?” bleef onbeantwoord. De hiervoor noodzakelijke basisinformatie over productie en in- en uitvoer van elektrische energie bleek immers niet voorhanden. En hoewel

de verschillende projectgroepen, elk op basis van eigen bronnen en berekeningen, toch op de proppen kwamen met te bergen energie-massa’s variërend van 4 tot 7,9 GWh, is een zekere scepsis hierover zeker op zijn plaats. Gezien de complexiteit van de materie is verder en grondig onderzoek absoluut noodzakelijk.

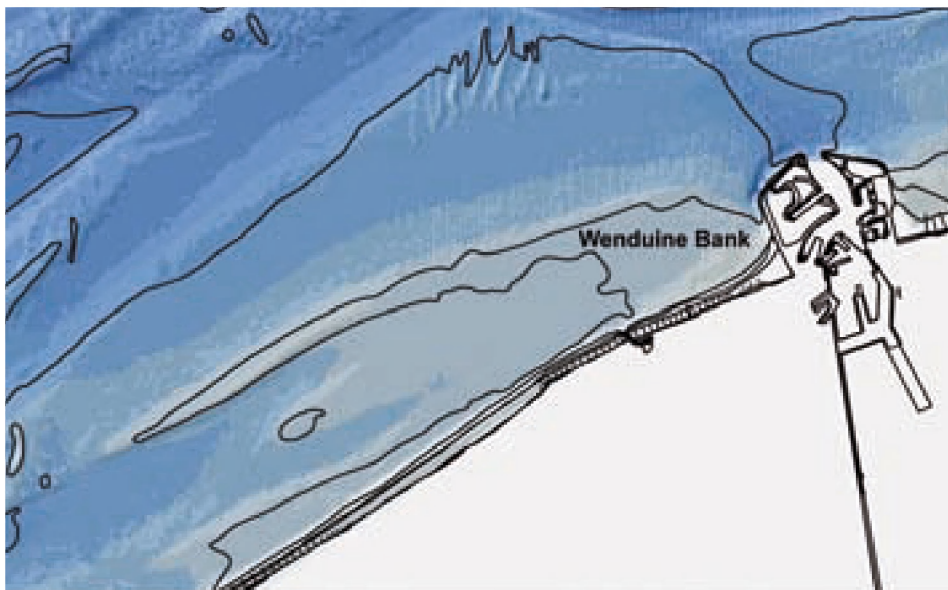
### Wenduinebank geschikt

De studententeams kozen allemaal voor het in het Marien Ruimtelijk Plan voorziene zoekvenster op de Wenduinebank. Een mogelijke ontwikkeling ter hoogte van de Zeebrugse Voorhaven werd niet nader onderzocht. Hoewel er geen exclusieven werden gesteld ten aanzien van de Wenduinebank, bleek deze locatie een aantal voordelen met zich mee te brengen. De Wenduinebank is een langgerekte zandbank die zich over circa 20 km uitstrekt langs de Belgische kust van Bredene/Oostende tot Zeebrugge. Ze bevindt zich zo’n 3-5 kilometer uit de kust en dus in een relatief ondiep gebied. Met uitzondering van het westelijke deel van de Wenduinebank, dat beschermd is in het kader van de Europese Vogelrichtlijn, kan een energie-atol op verschillende locaties op de zandbank ingepland worden. Het grote voordeel van de Wenduinebank is dat deze bestaat uit een 10-15 m dikke relatief recent gevormde (“Kwartaire”) zandlaag bovenop een heel dikke oude (“Tertiaire”) kleilaag. Deze kleilaag, die begint op ongeveer -20 m TAW (TAW = nulniveau voor hoogtemetingen aan land), kan alvast als waterdichte bodem van de ‘watertank op zee’ dienst doen.

### Eivorm beter dan cirkel

Hoewel een cirkelvorm geometrisch de meest geschikte vorm is (een cirkel koppelt namelijk de grootste oppervlakte aan de kleinste omtrek), en op die manier de verhouding van de te bergen energie tot de kosten van de ringdijk maximaliseert, kozen

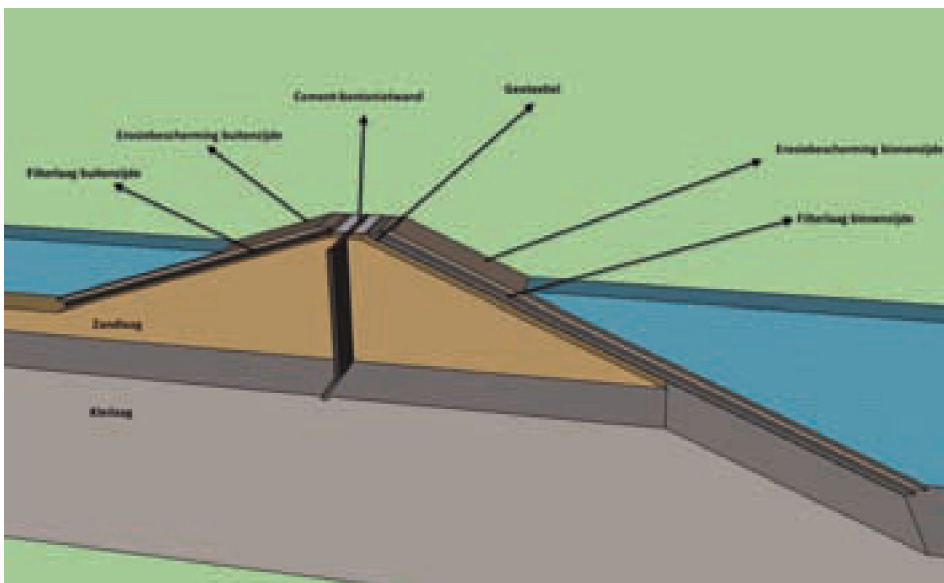
drie van de vier groepen voor een ellipsvormig eiland in zijn grootste lengte de zandbank volgend. In functie van de te bergen energiemassa werd uitgegaan van een grote as tot 3 km en afmetingen van de kleine as tot ongeveer 1,6 km. Het voordeel van een ellipsvormig eiland is dat, wanneer het eiland goed is ingepland, dit de door de getijdenwerking optredende langsstroming beter volgt en geleidt. Men verwacht met andere woorden minder afzettings- (sedimentatie-) en wegschurings- (erosie-) effecten langs de kust dan bij een cirkelvormig eiland met een diameter van bijvoorbeeld 2 km het geval zou zijn. Bij teveel erosie wordt immers gevreesd voor ontzanding en hoge onderhoudskosten aan eiland en naburige kustlijn. Bij teveel sedimentatie, d.i. slib-/zandafzetting, bestaat het risico dat het eiland in verbinding komt te staan met het land. Tevens is de nabijheid van de buitenhaven van Zeebrugge een bezorgdheid. Sedimentatieprocessen zouden immers de nu al moeilijke toegankelijkheid van de haven van Zeebrugge voor grote zeeschepen extra kunnen hinderen. Zowel erosie- als sedimentatieverschijnselen dienen niet enkel lokaal t.h.v. het energie-atol, maar zeker ook op grotere schaal (m.i.v. de haven van Zeebrugge) bestudeerd te worden. Beide fenomenen dienen sowieso zoveel mogelijk gemeden te worden. De projectteams ondernamen een verdienstelijke poging om deze sedimentatie en erosie rondom het eiland, langs de kust en de haven van Zeebrugge, te begroten maar kwamen hier niet tot harde conclusies. Er blijkt immers nog heel wat info te ontbreken (zoals sondeer- en boorgegevens, data m.b.t. de korrelsamenstelling van de zeebodem, etc...) waardoor een grondige studie zich hier opdringt.



■ De Wenduinebank, één van de mogelijke locaties voor de inplanting van een energie-eiland, is een langgerekte zandbank van ongeveer 20 km lang, zich uitstrekkend van Oostende/Bredene tot Zeebrugge en dit 3-5 km uit de kust (Data: Vlaamse Hydrografie)

### Zandverzet en dijkopbouw: meerdere opties open

Technisch gezien is de aanleg van een energie-eiland op zee moeilijker dan het lijkt. Het bouwen van een 'opslagtank' vereist immers dat de dijken die hierrond worden aangelegd zo veel mogelijk waterdicht zijn. Anders loopt het zeewater niet via de generatoren, maar door de dijken heen in de put. Bij een zanddijk stopt het water immers niet op het talud van de dijk maar stroomt het water, weliswaar bemoeilijkt door de in de weg zittende zandkorrels, van de ene naar de andere kant van de dijk (lees: van een hoger naar een lager gelegen waterniveau). Verschillende alternatieven werden onderzocht. Eén optie is om een waterdicht membraan aan te brengen startend in de Tertiaire kleilaag aan de ene zijde van de dijk en zich over de volledige dijk uitstrekkend tot in de kleilaag aan de andere kant van de dijk. In dit scenario worden de dijken als het ware 'ingepakt', een werkwijze die producenten van geo-membranen geen windeieren legt. Een andere groep experimenteerde met een waterdichte EPDM-folie (elastische, synthetische rubber) om het water buiten te houden. De resulterende waterdruk houdt de folie op zijn plaats. Nog een andere groep stelde een in de grond gevormde cement-bentonietwand voor, die tot in de onderliggende kleilaag reikt. Bentoniet is een waterafdichtende kleisoort. Een vierde groep bekeek de mogelijkheid om geen waterkering te voorzien en de dijken breed



*Een cement-bentonietwand wordt in de kern van de dijk geplaatst om de dijk waterdicht te maken. De wand sluit onderaan aan op de – ook al – voor water ondoorlatende kleilaag. Links van de dijk ligt de zee. Rechts van de dijk bevindt zich de 'put' van het energie-atoel (BV)*

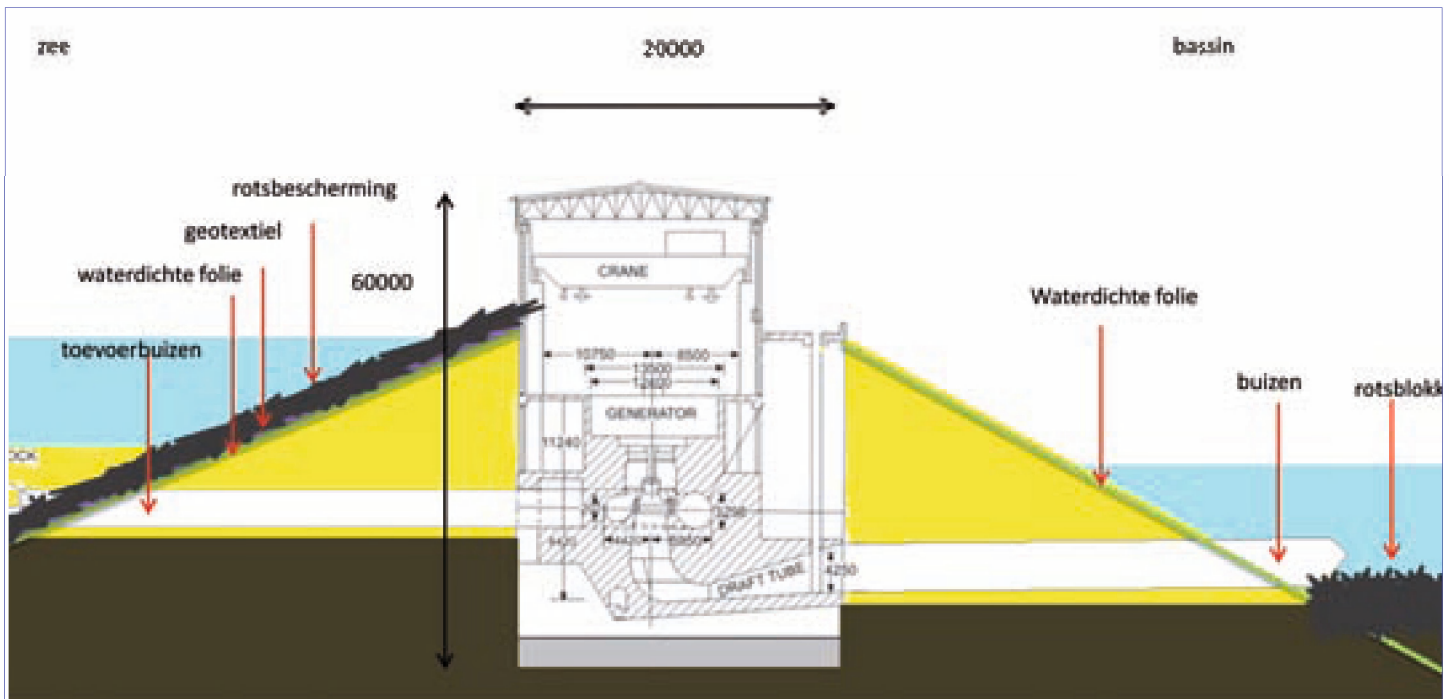
genoeg te maken zodat het lekdebiet (de hoeveelheid water dat door een dijk sijpelt) tot een minimum herleid wordt. Deze groep berekende een lekvolume van 0,023% per cyclus, verwaarloosbaar klein dus.

De diepte van de 'put' bedroeg bij alle groepen 30-40 m onder het zeeniveau. Vermits de waterdiepte ter hoogte van de Wenduinebank 5-10 m bedraagt, moet er dus

heel wat zand van de bodem verwijderd worden om de 'put' te realiseren. Berekeningen tonen aan dat er 50-60 miljoen m<sup>3</sup> zand zou moeten weggegraven worden. Ter vergelijking: de gemiddelde, jaarlijkse hoeveelheid zand die in het Belgisch deel van de Noordzee wordt opgebaggerd ten behoeve van o.a. de bouwsector en het beschermen van de kust, bedraagt "slechts"



■ Op 5 december raasde er een storm over ons land met een kracht van 9 Beaufort op zee en rukwinden tot 97 km/u. In Oostende werd, met +6,3m TAW, die dag de hoogste waterstand gemeten sinds de stormvloed van 1953 (een 250-jarige storm: +6,6m TAW). De dijkhoogte in Oostende (+9,4m TAW) is ruim voldoende om de stad te beschermen tegen een 1000-jarige storm. Bij de bouw van een energie-eiland op zee volstaat een bescherming tegen een 250-jarige storm (VLIZ)



■ Het pomphuis is een reusachtige constructie met afmetingen te vergelijken met deze van een cruiseschip. Via toevoerbuizen met diameters tot wel 5m stroomt het water door de dijk het pomphuis binnen. Het onder druk stromende water zet turbines in beweging die op hun beurt elektrische generatoren aandrijven (BV)

2 miljoen m<sup>3</sup>. Een andere vergelijking: om de 'Palm Jumeirah' in Dubai aan te leggen hadden de baggeraars 110 miljoen m<sup>3</sup> zand nodig, het dubbele van het grondverzet voor dit project. In plaats van het weggegraven zand te dumpen kan het perfect hergebruikt worden voor het opwerpen van de ringdijken en voor het eventueel aanleggen van bijkomende natuureilandjes voor stern en meeuwen, zeehonden, etc....

#### Beschermen tegen zware storm

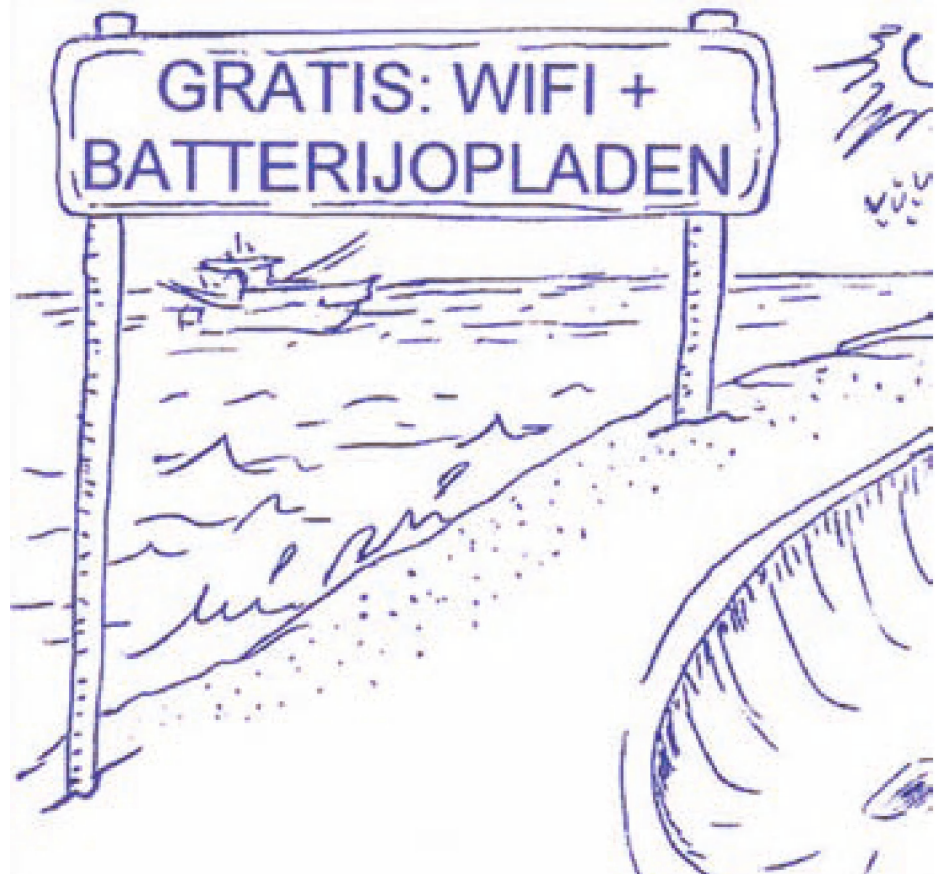
Voor elke kustwaterbouwkundige constructie moet een ontwerpstorm gekozen worden i.f.v. de beschermingsgraad die men aan de constructie wil toekennen. Zo zijn de zeedijken die het land tegen golfaanval en overstroming behoeden van zulk kaliber dat ze het achterland beschermen tegen het type storm dat gemiddeld gesproken maar om de 1000 jaar voorkomt (de zogenaamde '1000-jarige storm'). Daarbij wordt een maximale overtopingshoeveelheid van 1 liter per meter en per seconde als maatstaf gehanteerd. Bij dit soort superstormen mag er dus per seconde tot 1 liter zeewater per strekkende meter dijk over die zeedijk heen lopen. Bij de dijken van een energie-eiland kan bescherming tegen een 250-jarige storm (= storm met kracht als die van 1 februari 1953) volstaan. In tegenstelling tot onze zeedijken die heel wat have en goed te beschermen hebben, kan bij de dijken van het eiland wel wat schade worden getolereerd. Tijdens een storm bevinden er zich normaliter immers geen mensen op het eiland.

Aan de hand van de hydraulische randvoorwaarden (golfhoogte, golfperiode, waterstand,...) en met behulp van golfmeetgegevens verzameld aan de Belgische kust en de nodige statistiek

konden de studenten uitrekenen wat de golfcondities ter hoogte van het energie-eiland zouden zijn bij de ontwerpstorm. Ook de stijging van de zeespiegel gedurende de levensduur van het project (volgens verschillende bronnen 30-50 cm) werd in rekening gebracht.

#### Reusachtige turbine-pompen nodig

Het instromen van het water in de put en het terug naar buiten pompen kan gebeuren via één en hetzelfde systeem. Reversibele of omkeerbare turbine-pompen kunnen hierbij tot 320 m<sup>3</sup> water per seconde en per turbine-pomp verplaatsen! De turbines zijn dan ook grote machines met rotorbladen tot 6,20 m in diameter. De 5-11 turbines die nodig zijn, worden gemonteerd in een pomphuis dat ingebouwd wordt in de ringdijk. Ook deze



pomphuizen zijn reusachtige constructies: 50 tot 60 m hoog, 20 tot 30 m breed en tot 228 m lang, vergelijkbaar met een afgezonken cruiseschip zoals de Costa Concordia. Het pomphuis moet zo hoog zijn omdat de turbine-pompen zich helemaal onderaan het pomphuis dienen te bevinden. Zo kan het water ten allen tijde uit de put worden gepompt en blijft het pomphuis steeds van bovenuit bereikbaar voor inspectie. Mede daardoor is de constructie van het pomphuis best uitdagend. Het zal in verschillende delen drijvend ter plaatse dienen te worden gebracht om op de juiste plaats boven elkaar te worden afgezonken. Het bovenste deel van het pomphuis dat omwille van de geringe diepgang niet meer kan afgezonken worden, kan met klimbekistingen ter plaatse worden opgebouwd. Zowel op de bodem van de zee (buiten het atol) als op de bodem van het atol zelf zullen grote rotsblokken moeten aangebracht worden om te voorkomen dat het met grote snelheid en kracht in- en uitstromende water de ondergrond erodeert.

### Een energie-atol in de glazen bol?

Bovenstaande bevindingen zijn slechts eerste indicaties, voortspuitend uit de noeste arbeid van een groep frisse, knappe knoppen. En hoewel je in slechts zeven dagen niet kunt realiseren wat een professioneel studie bureau over de loop van meerdere jaren becijfert, vertellen deze denk- en rekenoefeningen toch een interessant verhaal. Ze tonen steevast dat een goed doordachte plaatskeuze essentieel is en dat al bij de aanzet dient rekening te worden gehouden met de lokale randvoorwaarden zoals geologie en stromingen en aanzandingen/afslag in het bewuste en ruimere gebied. Ze demonstreren eveneens dat het hier om een technisch innovatief project gaat met een behoorlijk kostenplaatje (voorzichtig geschat op 0,7-1 miljard EUR) en met nog heel wat onbekenden. Dat het eiland binnen zes jaar al realiteit kan zijn lijkt misschien wat voorbarig. Uit het project uitgevoerd door de studenten van KU Leuven en Kulab blijkt vooral dat er nog veel niet geweten is, zowel naar ontwikkeling als naar onderhoud en te verwachten impact op de omgeving. De studenten hebben alvast wel aangetoond dat er heel wat mogelijkheden zijn. Verdere studies en een maatschappelijk debat zullen dan moeten beslissen of zo'n atol er werkelijk komt... De vergelijking met de aanleg van windparken op zee biedt zich overigens aan. Ook hiervoor was er tien jaar geleden heel wat scepsis. De ruimtelijke afbakening van de windmolenzone zette heel wat studiewerk in gang en finaal zorgden de strenge voorwaarden voor het uitreiken van de nodige vergunningen. Samen met de intensieve opvolging leidde dit ertoe dat België zich kon ontwikkelen tot een pionier in offshore windenergieproductie.

## Ook de ecologie van het gebied verdient de nodige aandacht

De ontwikkeling van een energie-eiland vóór onze kust is in de eerste plaats bedoeld om de duurzaam gewonnen energie ter hoogte van de offshore windparken maximaal te doen renderen. Tegelijkertijd kan een eiland vóór de kust ook een zekere bescherming bieden tegen mogelijke stormschade aan de kustlijn van de nabijgelegen badstad. Daarnaast kan het ook zinvol zijn te streven naar een verder multifunctioneel gebruik van deze nieuwe site door bijvoorbeeld zachte recreatie (bezoekerscentrum met mogelijkheid boottochten) en natuur lokaal te versterken. In die zin is reeds geopperd om het eiland zo uit te rusten dat het aantrekkelijk wordt voor rustende zeehonden – die elders aan onze kust de nodige rust ontberen – en voor broedende zeevogels. Door op zee – veilig voor landroofdieren zoals de vos – meeuwen en stern en een alternatieve broedgelegenheid te bieden, kan de druk die nu ontstaat op havengebieden en kustagglomeraties, immers worden weggenomen. Natuurmaatregelen zullen dan ook een verplicht onderdeel vormen voor de toekenning van de concessie.

Anderzijds is het verstandig bij de aanleg van een energie-atol nauwgezet te bestuderen wat de mogelijke impact kan zijn op de directe leefomgeving, bij aanleg en op langere termijn. Zal de zone tussen het energie-eiland en de kust bijvoorbeeld niet verzanden of zelfs verslibben, met mogelijke gevolgen naar veiligheid en toerisme toe? Bestaat er een kans dat vissen en algen, aangezogen tot in de 'badkuip', hier tot overlast (bv. geurhinder) leiden? Hoe groot zijn de te verwachten onderhoudskosten op langere termijn aan de kustlijn ten gevolge van gewijzigde zeestromingen? Dit zijn slechts enkele vragen die zich stellen en die een grondig onderzoek verdienen indien de plannen voor de aanleg van een energie-eiland verder gestalte krijgen. Daarom wordt het uitkijken naar de studie van al deze effecten. De finale vergunning om aan de bouw te beginnen, hangt immers in grote mate af van de inschatting van deze effecten.



■ Voor een aantal zeedieren, zoals vogels en zeehonden, kan het eiland een welgekomen plek worden om te vertoeven. Hier een volwassen Kleine mantelmeeuw op nest (VLIZ/Decler)