



# De maan als energieleverancier

Dankzij de aantrekkingskracht van de maan en het ronddraaien van de aarde ontstaat er tweemaal per etmaal eb en vloed. Tocardo in het Noord-Hollandse Den Oever ontwikkelt onderwaterturbines waarmee het mogelijk is deze getijbeweging om te zetten in elektriciteit. Het opwekken van deze vorm van duurzame energie is vooral interessant op locaties met forse stromingsnelheden. © John Ekkelboom

DE VIJF GETIJDENTURBINES IN DE OOSTERSCHELDEKERING WEKEN GENOEG STROOM OP VOOR 1.000 HUISHOUDENS. BIJ DE OOSTERSCHELDEKERING DOEN ZICH OP HET VASTE RITME VAN EB EN VLOED ZEER KRACHTIGE WATERSTROMEN VOOR DIE DE TURBINES BENUTTEN VOOR HET VEILIG EN VOORSPELBAAR OPWEKKEN VAN ELEKTRICITEIT.  
FOTO: TOCARDO



**I**n Den Oever begint de ruim 32 kilometer lange Afsluitdijk richting Friesland. Het hoofdkantoor van Tocardo staat niet toevallig vlak bij deze waterkering. Op loopafstand bevindt zich het testcentrum, waar het bedrijf zijn turbines onderzoekt die hier worden aangedreven door het water dat via de spuisluizen uit het IJsselmeer naar de Waddenzee stroomt. Het uiteindelijke doel is wereldwijd energie op te wekken via getijstrooming.

### GROTERE KRACHTEN

Inmiddels heeft Tocardo naast drie turbines in de Afsluitdijk er ook vijf in de Oosterscheldekering in Zeeland geplaatst, waar eveneens via spuisluizen forse waterstroming ontstaat. In feite is iedere turbine een propeller met dynamo en daarmee vergelijkbaar met een windmolen.

Daarmee houdt de vergelijking wel op, zegt Pieter de Haas, technisch directeur bij Tocardo. “Je hebt hier met veel grotere krachten te maken. Die zijn vijf maal zo groot als bij wind. Water is 850 maal zo zwaar als lucht en de snelheden ervan zijn veel lager. Dit compacte machientje moet dus beresterk zijn. Het is dan ook ingewikkeld om zo’n onderwaterwindmolen goedkoop en duurzaam te maken.”

De Haas, scheepsbouwkundig ingenieur uit een familie van zes generaties scheepsbouwers, werkt ruim tien jaar bij Tocardo. Eerder had hij enkele jaren een werfje in Friesland waar hij boters restaureerde, hielp hij in Tanzania met het opzetten van een scheepswerf en nam hij deel aan een zonnecellenproject in Oeganda. Inmiddels geeft hij samen met Hans van Breugel, de CEO van Tocardo, leiding aan een groep van bij- ➤



PIETER DE HAAS, TECHNISCH DIRECTEUR  
BIJ TOCARDO.

na dertig technische en ondersteunende mensen.

Het bedrijf wil volgens De Haas een zo efficiënt mogelijke businesscase verkopen. “De klant is alleen geïnteresseerd in wat het apparaat uiteindelijk oplevert. Het moet risicoarm zijn en tegen een concurrerende prijs een goed rendement opleveren. Om dat te bereiken, streven wij naar standaardisatie en opschaling van het systeem. Dan hoeven we niet telkens opnieuw het wiel uit te vinden en kunnen we het risicoprofiel en daarmee de kosten van de opgewekte energie beperken.”

#### BASISCONCEPT

Het prototype van Tocardo uit 2006, dat destijds enkele maanden in de Afsluitdijk was getest, resulteerde twee jaar later in de T1 met een maximaal vermogen van 100 kW. Deze commerciële turbine, die nog steeds in deze waterkering zijn werk doet, is het verschaalbare basisconcept waarop kleine en grote bladen gemonteerd kunnen worden. De T2, het grotere broertje met een maximaal vermogen van 250 kW, is de tweede generatie die samen met Rijkswaterstaat in de Oosterscheldekering is ingezet.

De Haas omschrijft de bladen van de T-serie als een kruising. “Ze werken als een windturbine-

blad, waardoor er kracht inkomt en koppel uitgaat en energie wordt opgewekt. Maar ze hebben de vorm van een scheepsschroef: kort en gedrongen.” Naast de bijzondere vorm kunnen de bladen via een as dwars door de centrale as ook 180 graden omdraaien wanneer de stromingsrichting verandert bij de afwisseling tussen eb en vloed. Dit mechanisme heeft Tocardo gepatenteerd.

Zitten de huidige turbines nog ingebouwd in waterkeringen, Tocardo is nu bezig met de ontwikkeling van een systeem dat onafhankelijk in open zee kan functioneren. De simpelste oplossing zou zijn de turbines via betonblokken te bevestigen op de zeebodem, maar het grote probleem is dat onderhoud in dat wilde water niet kosteneffectief mogelijk is. En een onderhoudsvrij offshore systeem ziet De Haas de komende twintig jaar niet ontstaan. De turbines zelf zullen volgens hem niet kapot gaan, maar de vermogenslektronica is kwetsbaar en slijt door thermische veroudering en schakelen.

#### OPLOSSING

Op de gang van het kantoor in Den Oever staat een model dat wellicht de oplossing zal bieden. Dat model - de UFS (Universal Foundation System) - bestaat uit een platform met twee grote ver-

*‘We zitten met ons systeem nog in de Opel Kadett-fase uit de jaren zeventig’*

ticale drijvers en een ballasttank. Daaronder is een metalen frame met vijf van de volgende generatie T2-turbines (T2si) bevestigd. De machinekamers met elektronica zitten boven in de twee drijvende torens en zijn via luiken boven water bereikbaar. Het plan is om dit platform op een lokale scheepswerf op ware grootte van staal te laten bouwen en eind volgend jaar te plaatsen op een locatie met forse getijstroomingen van 8 tot 10 knopen. De gedachten gaan uit naar het Marsdiep tussen Den Helder en Texel en de Atlantische Oceaan-kust ten noorden van Schotland.

De vijf turbines met composiet bladen met een diameter van 10 meter krijgen een gezamenlijk vermogen van 2 MW, goed voor de stroomvoorziening van bijna 2000 huishoudens. Het totale gevaarte zal inclusief een forse hoeveelheid waterballast zo'n 450 ton wegen, 25 hoog en 35 meter breed zijn - vergelijkbaar met een flatgebouw van acht etages - en wordt stroomopwaarts en -afwaarts vastgemaakt aan ankers. De Haas vergelijkt het met een ijsberg waarvan 4 meter boven de zeespiegel zal uitsteken. "Eventuele softwarestoringsen kunnen we op afstand uitlezen en verhelpen. Lukt dat niet, dan moet een ploegje met een offshore zodiac aan boord klimmen. Voor groot onderhoud kunnen we het gevaarte kantelen en met een klein schip naar een haven slepen."

### DEGELIJK PRODUCT

Een groot nadeel van getijstroom is nu nog de prijs per kilowattuur. Afhankelijk van de stroming in een gebied bedraagt die 25 tot 40 cent, terwijl grijze energie 4 cent en offshore wind-energie 5 tot 6 cent per kilowattuur kosten. De

Haas verwacht dat de prijs van getijstroom flink omlaag kan via technische innovatie, opschaling en gunstige financieringsvoorwaarden. "We zitten met ons systeem nog in de Opel Kadett-fase uit de jaren zeventig. Ons streven is een degelijk product te maken en daarna met alle middelen de prijs van de opgewekte energie naar beneden te krijgen. Er is veel ontwikkeling en vooral daadkracht nodig. Dan kan het snel gaan. Als we aantonen dat deze techniek goed werkt - we hebben inmiddels diverse projecten in Engeland, Canada en Nepal op stapel staan van in totaal 59 MW - durven investeerders er wel geld in te steken. Bovendien is het grote voordeel van getijstroom dat die in tegenstelling tot wind- en zonne-energie zeer voorspelbaar is. Op eb en vloed kun je de klok gelijkzetten. Een mix van verschillende vormen van duurzame energie zou de beste optie zijn." ☺

### Oer-Hollands exportartikel

Merel Verbeek, promovenda en onderzoeker Civiele Techniek aan de faculteit Waterbouwkunde aan de TU Delft, bestudeert samen met Tocado de stromingseffecten van de turbines. Het doel is rekenmodellen op te zetten om dergelijke installaties te kunnen opschalen zonder schade aan te richten aan hun omgeving, zoals erosie. De turbines hebben overigens lage rotatiesnelheden, zodat ze visveilig zijn. Verbeek zegt dat getijstroom in Nederland niet zo interessant is omdat de stroming aan onze kust beperkt is, maar het kan volgens haar een enorme opsteker zijn voor de ontwikkeling van een oer-Hollands exportproduct. "In het buitenland is het potentieel veel groter, zoals bij de kusten van Canada, Japan, Engeland en Schotland waar door de kustlijn de getijstrooming wordt samengedrukt en er hoge snelheden ontstaan. Als Nederland zijn we groot in het exporteren van waterbouwproducten. Getijstroom zou daar een mooie toevoeging op kunnen zijn. En stel dat we ergens een dam of brug moeten bouwen, dan kun je aanbieden om daaraan turbines te monteren voor het opwekken van groene stroom."

EIGENLIJK IS IEDERE TURBINE EEN PROPELLER MET DYNAMO EN DAARMEE VERGELIJKBAAR MET EEN WINDMOLEN. DE BLADEN, MET EEN DIAMETER VAN 2,8 METER, DRAAIEN LANGZAAM EN SLIJTEN DAAROM WEINIG.

