



*Rotterdam is in 2030 op het gebied van kennis en innovatie de belangrijkste havenstad van Europa. Om dit te bereiken moet er onder andere voor worden gezorgd dat Rotterdam de schoonste havenstad ter wereld wordt.*

## Stadsvisie Rotterdam 2030

Deze casusomschrijving beoogt inzicht te geven in het onderzoeksproject dat Mandy Corver (Human Resource Management), Nabil el Issati (Bedrijfsconomie en Rechtsgeleerdheid), Liley Noori (Rechtsgeleerdheid) en Lisa van der Slot (Bouwkunde) in opdracht van Cofely West Industrie BV (hierna: Cofely) hebben uitgevoerd. Het bestaat uit een opdrachtoomschrijving, de oplossing, het potentieel en gebaseerd daarop een aanbeveling.

### DE OPDRACHT

Rotterdam wil in 2030 de grootste haven van de wereld zijn. Een optimistische doelstelling en daarvoor moet het nodige gebeuren. Daarom is de Havenvisie 2030 opgesteld waarin geconcretiseerd wordt wat er moet gebeuren op het gebied van onder andere duurzaamheid en innovatie om in 2030 de grootste te zijn.

"De haven van Rotterdam is in 2030 internationaal koploper op het gebied van ontwikkeling en toepassing van innovaties die bijdragen aan duurzame en efficiënte (productie)ketens en de veiligheid en bereikbaarheid van het havencomplex" (Bron: Havenvisie 2030).

Deze ontwikkeling sluit aan bij de missie van Cofely om bij te dragen aan een betere wereld met duurzame technologie. Cofely heeft aan haar teams van The Battle of Excellence gevraagd om met een frisse, creatieve blik een oplossing te bedenken die de Rotterdamse haven een stapje dichterbij haar doelstellingen brengt.

### DE OPLOSSING

DOCK Energy moet in 2030 de kades in en rondom de Rotterdamse haven gebruiken om energie op te wekken. Momenteel exploiteert het Rotterdams Havenbedrijf ruim 80 kilometer aan kades. Ze worden gebruikt om de kracht, de energie, van de golven te weerstaan. DOCK Energy wordt ontwikkeld om die energie te benutten.

Daarmee wordt voorgebouwd op techniek die reeds beschikbaar is. Zo is er onder andere de Archimedes Wave Swing die momenteel energie opwekt uit golven, op grote schaal in de oceaan (Gardner, 2015).

De reeds bestaande technieken hebben echter één ding gemeen: Het zijn gigantische installaties die "verkleind" moeten worden, zodat het op kleine schaal ingepast kan worden in de stedelijke omgeving.

Op die manier kan met behulp van de Rotterdamse havenkades schone

en duurzame energie worden opgewekt. Met de verschillende aangetrokken partners, waaronder het SUS-atelier van de Hogeschool Rotterdam, studenten van de RDM Campus, TU Delft, het Maritime Research Institute Netherlands en het havenbedrijf moet in de komende jaren onderzocht worden hoe de bestaande technologieën om uit golven energie op te wekken zodanig verkleind kunnen worden, dat het op kleine schaal toepasbaar is op de kades van de Rotterdamse haven. Met de inzet van studenten, ingenieurs en designers kunnen vroeg in de ontwikkelingsfase aantrekkelijk vormgegeven demonstratiemodellen worden ontwikkeld. Cofely speelt in dit traject graag een rol met het oog op de toekomstige vermarkting van de techniek. Met behulp van Cofely kan deze installatie dan vervolgens worden geproduceerd en onderhouden.

### HET POTENTIEEL

Door Deltares is in opdracht van Rijkswaterstaat onderzoek gedaan naar de mogelijkheden en het energiepotentieel om uit water energie op te wekken. In het rapport "Water als bron van duurzame energie" blijkt dat de maatschappelijke winbare hoeveelheid energie uit golven in Nederland geschat wordt op 5,5 PJ per jaar (is 1 a 15 TWh) per jaar. Op basis van gegevens van het KNMI die met installaties in de zee data over golven meet, is vastgesteld dat aan de kust gemiddeld genomen aan golfenergie 5,5 kW per strekkende meter opgewekt kan worden. Deltares beveelt Rijkswaterstaat dan ook aan om verder onderzoek te doen naar het winnen van energie uit water, omdat het energiepotentieel enorm is. Zij stellen echter terecht vast dat het vrij lastig te bepalen is – zonder verder onderzoek en experimenten – wat de economische haalbaarheid is (Deltares, 2008).

Ook dr. ir. Henk Polinder van TU Delft die zelf meegewerkt heeft aan de ontwikkeling van de Archimedes Wave Swing, een techniek om energie uit golven op te wekken, benadrukt dat het economisch rendabel maken van DOCK Energy nog wel een uitdaging is, waarvoor meer onderzoek nodig is (Polinder, 2015). Over zijn eerste indruk van DOCK Energy zegt dr. ir. Henk Polinder het volgende:

"Om onze samenleving meer duurzaam te maken, vind ik het waardevol dat er heel veel verschillende mogelijkheden grondig onderzocht worden. Ik denk dat het wel verstandig is om goede haalbaarheidsstu-



IMPRESSIE ROTTERDAM 2030

'De haven van Rotterdam is in 2030 internationaal koploper op het gebied van ontwikkeling en toepassing van innovaties die bijdragen aan duurzame en efficiënte (productie)ketens.'

## Havenvisie Rotterdam 2030

dies te doen voordat er op grote schaal geïnvesteerd wordt."

Uit een onderzoekspaper van T.W. Thorpe blijkt dat het opwekken van energie uit golven – gebaseerd op kostengegevens van technologieën die reeds getest zijn – gemiddeld 8 dollarcent (6 eurocent) per kWh bedraagt (Thorpe, 1999). Ter illustratie: de gemiddelde prijs per kWh in 2014 in Nederland bedroeg – zo blijkt uit gegevens van Milieucentraal – gemiddeld 7 eurocent (excl. energiebelastingen) (Milieucentraal, 2015). Dat zou betekenen dat sommige technologieën in ieder geval break-even draaien.

De onderzoeker T.W. Thorpe merkt voorts het volgende op:

"Furthermore, wave energy has good prospects of being commercially competitive with conventional large-scale power generation (e.g. coal) following further R&D."

De Europese Commissie bracht in 2002 een rapport 'Wave Energy in Europe: current status and perspectives' uit (Clement, 2002). Daarin werd het volgende opgemerkt:

"The predicted electricity generating costs from a wave energy converter have shown a significant improvement in the last twenty years, which has reached an average price of approx. 0.08 EUR/kWh at a discount rate of 8%. Compared to the average electricity price in the EU, which is approx. 0.04 EUR/kWh, the electricity price produced from wave energy is still high, but is forecasted to decrease with the development of the technology. This can be speeded up with initial financial and market support as it has been made in the past for preceding technologies such as wind, nuclear and oil."

Deltares heeft een theoretisch verkennend onderzoek uitgevoerd naar kleinschalige opwekking. Daaruit blijkt dat het energiepotentieel van golven langs kades in het Amsterdams-Rijnkanaal per jaar geschat wordt op 750 MJ per jaar per strekkende meter kade. 750 MJ bedraagt omgerekend 208,33 kWh per meter. Het Havenbedrijf exploiteert op dit moment 80.000 strekkende meter (= 80 kilometer) aan kades.  $80\,000\text{ meter} \times 208,33\text{ kWh per meter} = 16.666.400\text{ kWh}$  (energiepotentieel).

Het gemiddeld energieverbruik per huishouden in Rotterdam bedraagt 2600 kWh per jaar op basis van gegevens van het CBS over 2012 (CBS, 2015). Daarmee kunnen dus 6.410 huishoudens in Rotterdam jaarlijks in hun energiebehoefte voorzien worden.

Deltares meent dat investeringen in de exploitatie van de energie uit golven langs kades in het Amsterdams-Rijnkanaal binnen 15 jaar terugverdiend kunnen worden (Wal, 2009).

Deze onderzoeken zijn gedaan op basis van de huidige stand der techniek. De technologische ontwikkelingen in de komende 15 jaar zullen naar verwachting een hogere energieopbrengst mogelijk maken.

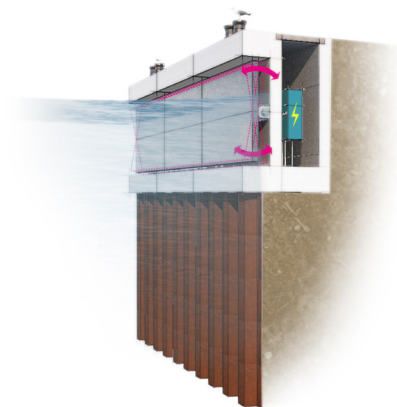
## AANBEVELINGEN

Vaststaat dat het om een futuristisch product gaat dat volledig operationeel moet zijn in 2030. De technologie om uit golven energie op te wekken op kleinschalig niveau staat nog in de kinderschoenen. De resultaten van grootschalige projecten in de afgelopen decennia zijn echter veelbelovend. Nader onderzoek moet de technische en economische haalbaarheid van DOCK Energy aantonen.

We bevelen aan om te investeren in onderzoek- en ontwikkeling van DOCK Energy. In hoeverre is het mogelijk om huidige installaties te verkleinen en zo ja, wat is de daadwerkelijke energiepotentie hiervan en wat zijn de gemiddelde kosten per opgewekte kWh? Daarnaast dienen ook overige succesfactoren zoals landelijke inpassing, onderhoudbaarheid en veiligheid te worden meegenomen.

De onderzoek- en ontwikkelingskosten kunnen in de hand gehouden worden door samen te werken met partners: Cofely, de faculteit Elektrotechniek van TU Delft, het Maritime Research Institute Netherlands, Rijkswaterstaat, de RDM Campus en designers. Verder subsidieert de Europese Commissie sinds 1992 onderzoek naar golfenergie en heeft inmiddels al meer dan 8 miljard aan subsidies verleend (Clement, 2002). Met een subsidie van de Europese Commissie voor de onderzoek- en eventuele ontwikkeling van DOCK Energy kunnen de kosten significant verminderd worden.

Cofely heeft haar studententeam van The Battle of Excellence gevraagd om hen een duurzame uitdaging te bieden. DOCK Energy is hierop het antwoord. Zoals de slogan van Cofely luidt: "De toekomst vraagt nu om Cofely".



IMPRESSIE MOGELIJKE UITVOERING DOCK ENERGY DOOR LAP URBAN DESIGN

## GERAADPLEEGDE LITERATUUR

Clement et al. (2002). Wave Energy in Europe: current status and perspectives. Renewable and Sustainable Energy Reviews, p. 418.

CBS Statline (2015), gegevens Energieverbruik huishoudens in Rotterdam over 2012, <http://www.statline.cbs.nl>

Deltares. (2008). Water als bron van duurzame energie. Rotterdam: Rijkswaterstaat.

Gardner, F. (n.d.). Archimedes Wave Swing. Geraadpleegd op 30-01-2015 van Teamwork Technology: <http://www.teamwork.nl/portfolio/project/archimedes-wave-swing>

Milieucentraal. Energieprijzen. Geraadpleegd op 25-01-2015, van Milieucentraal: <http://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/snel-besparen/grip-op-je-energierekening/energieprijzen/>

Polinder, dr. ir. Henk, college: <http://ocw.tudelft.nl/more/delft-experience-tomorrow-d-exto/energie-opwekken-uit-oceaan-golven/>

Thorpe, T. W. (1999). An overview of wave energy technologies: status, performance and costs. Wave power: moving towards commercial viability, 26.

Van der Wal et al. (2009). Energie uit golven langs oevers en dijken, Deltares.

MET DANK AAN:

