

Delft Offshore Turbine 5MW

Haalbaarheidsstudie



OPENBAAR VERSLAG

Projectgegevens

| | |
|-----------------|-----------------------------------|
| Projectnummer | TEW0414015 |
| Projecttitel | Delft Offshore Turbine 5MW |
| Penvoerder | DOT BV |
| Projectperiode | 2015 |
| Programmaliijn | Optimalisatie van de windcentrale |
| Publicatiedatum | 1-1-2017 |

Contents

| | |
|---|---|
| Projectgegevens | 0 |
| 1 Samenvatting van de uitgangspunten en de doelstelling van het project..... | 2 |
| 1.1 Achtergrond..... | 2 |
| 1.2 Uitgangspunten | 2 |
| 1.3 Doelstelling..... | 2 |
| 1.4 Contactgegevens | 2 |
| 1.5 Dankbetuiging | 2 |
| 2 Beschrijving van de behaalde resultaten, de knelpunten en het perspectief voor toepassing; | 3 |
| 2.1 Behaalde resultaten | 3 |
| 2.2 Knelpunten | 3 |
| 2.3 Perspectief..... | 3 |
| 3 Bijdrage van het project aan de doelstellingen van de regeling (duurzame energiehuishouding, versterking van de kennispositie)..... | 4 |
| 4 Mogelijke spin-offs binnen en buiten de sector..... | 4 |
| 4.1 Ontzilting | 4 |
| 4.2 Zeewaterhydrauliek..... | 4 |
| 5 Overzicht van openbare publicaties gerelateerd aan DOT | 5 |

1 Samenvatting van de uitgangspunten en de doelstelling van het project

1.1 Achtergrond

De Delft Offshore Turbine (DOT) is een volledig nieuw type windturbine die, door gebruik te maken van een nieuw soort transmissiesysteem, in plaats van elektronen (zee)water rond pompt. Dit stromende water kan vervolgens op meerdere manieren worden gebruikt: om stroom mee op te wekken, om op grote schaal te koelen of om zeewater mee te ontzilten en zo schoon drinkwater te genereren.

Het uiteindelijke doel van de DOT zijn full scale offshore wind parken waarbij gebruik gemaakt wordt van molens met een geïnstalleerd vermogen van 5MW of meer. Deze haalbaarheidsstudie zal zich daarom richten op het uitzoeken van de technische mogelijkheden van het opschalen van de DOT tot een 5MW installatie en welke oplossing de beste technische en economische resultaten biedt.

1.2 Uitgangspunten

De DOT ontwikkeling draagt bij aan de algehele optimalisatie van een offshore wind park door het terug brengen van de uiteindelijke kostprijs van de opgewekt energie doormiddel van:

- Het verminderen van het aantal componenten in zowel een enkele turbine als een compleet offshore wind park.
- Het terug brengen van de hoeveelheid benodigd materiaal in de gondel en in de ondersteuningsconstructie, en daarmee het maken van een lichter systeem.
- Het vereenvoudigen van de installatie.
- Het vereenvoudigen van het benodigd onderhoud.

Deze haalbaarheidsstudie zal de ontwikkeling van de DOT versnellen en zorgen dat de bovengenoemde doelstellingen zo effectief mogelijk worden gehaald.

1.3 Doelstelling

Het belangrijkste doel van deze haalbaarheidsstudie is de technische uitdagingen van het DOT concept te identificeren en een economische evaluatie van de LCOE van een DOT windmolenpark te maken.

De resultaten van deze haalbaarheidsstudie zullen vooral gebruikt worden voor de verder sturing van de ontwikkeling van de DOT. Deze verdere ontwikkeling wordt gedaan door de DOT BV in samenwerking met de TU Delft. Tijdens deze studie zal er actief contact gezocht worden met bedrijven en instellingen die bezig zijn met de ontwikkeling van hydraulische systemen en het kan zijn dat hier een partnerschap uit voort komt.

1.4 Contactgegevens

Voor meer informatie of een gratis exemplaar van dit rapport kunt u terecht bij Reinder Jorritsma (Reinder@deoudebibliotheek.nl, Tel. 06-14833245).

1.5 Dankbetuiging

Het project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, Nationale regelingen EZ-subsidies, Topsector Energie uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.

2 Beschrijving van de behaalde resultaten, de knelpunten en het perspectief voor toepassing;

2.1 Behaalde resultaten

1. Er is een overzicht van referentie technologieën gemaakt. Hieronder valt voornamelijk technologie gerelateerd aan hydraulische pompen en soortgelijke toepassingen van hydrauliek.
2. Er is een vergelijking gemaakt tussen mogelijke configuraties van het hydraulisch netwerk op zee. Met behulp van een multi-criteria analyse is één configuratie gekozen als standaard configuratie.
3. De referentie gegevens van een 5MW DOT machine, de DOT5000 wind turbine zijn vastgelegd. Hieronder vallen structurele en aerodynamische eigenschappen alsmede de eigenschappen van het hydraulisch systeem dat het vermogen overbrengt en omzet in elektriciteit. Daarnaast zijn de opstart en stop procedures gedefinieerd.
4. Er is een concept DOT offshore windmolen park voor de kust van Nederland ontworpen met de DOT5000 als werkpaard.
5. Er is een uitgebreid kostenmodel gemaakt waarmee de genormaliseerde kosten van energie van een DOT park kan worden bepaald. Een aantal onderdelen hiervan is gebaseerd op grove aannames. Naarmate het DOT project verder vordert zullen deze aannames omgezet worden in onderbouwde cijfers.
6. Het plan voor de ontwikkeling van DOT technologie en het uitrollen daarvan.

2.2 Knelpunten

Tijdens het onderzoek zijn verscheidene technische uitdaging geïdentificeerd. Vooralsnog zitten daar echter geen directe knelpunten (show-stoppers) bij. Evenwel blijft het gebruik van zeewater als hydraulisch medium een uitdaging.

2.3 Perspectief

De DOT technologie zal baanbrekend zijn voor de offshore wind industrie. Het is van groot belang om het tempo van de ontwikkeling hoog te houden om de technologie op tijd klaar te hebben voor toepassing in toekomstige grote Nederlandse parken. Op dit moment wordt een prototype op schaal ontwikkeld.

3 Bijdrage van het project aan de doelstellingen van de regeling (duurzame energiehuishouding, versterking van de kennispositie)

De DOT technologie heeft de potentie om de kosten van offshore wind energie zodanig te verlagen dat deze vorm van duurzame energie concurrerend is zonder subsidies. DOT BV is een Nederlands bedrijf dat zelf de kennis ontwikkeld om deze technologie van de grond te krijgen.

4 Mogelijke spin-offs binnen en buiten de sector

4.1 Ontzilting

Drinkwater is relatief goedkoop en gemakkelijk verkrijgbaar in West-Europa. Voor een groot deel van de rest van de wereld is dit niet zo. Ontziltingstechnologie, het omzetten van zeewater in drinkwater, is sterk verbeterd in de afgelopen decennia. Gezien het feit dat een DOT gebruik maakt van zeewater als hydraulisch medium is de connectie met een ontziltingsmodule goed voor te stellen.

De nominale ontwerpdruk van de DOT pomp is bepaald op 415bar. Voor ontzilting middels membraamtechnologie wordt meestal rond de 80bar inlaat druk vereist. Het zou daarom zinvol zijn om de DOT pomp opnieuw te configureren, zodanig dat het debiet vervijfvoudigd, terwijl de nominale druk het vijfvoudige afneemt.

Het produceren van zowel elektriciteit als drinkwater is een oplossing voor veel ontwikkelingsgebieden wereldwijd.

4.2 Zeewaterhydrauliek

Regels inzake milieuvervuiling worden steeds strenger. Conventionele hydrauliek maakt gebruik van olie die niet gemakkelijk biologisch afbreekbaar is. Zelfs olie die dat wel zou moeten zijn is niet echt milieuvriendelijk. De toepassingen van (zee)water hydrauliek zijn nog beperkt door de relatief hoge kosten van de componenten. Echter, aangezien lekkage hierbij geen probleem is, kan het binnenkort zo zijn dat de extra kosten opwegen tegen de risico's van olie lekkages.

De ontwikkeling van de DOT pomp en daarna de rest van het zeewater hydraulisch netwerk kan resulteren in meerdere nieuwe componenten of technologieën die alternatieve toepassingen kunnen hebben. Een voorbeeld hiervan is het ombouwen van de DOT pomp tot langzaam draaiende motor die bijvoorbeeld een lier aandrijft.

5 Overzicht van openbare publicaties gerelateerd aan DOT

| Title | Form | Journal / Conference | Author 1 | Author 2 | Year |
|--|------------------|--|-------------------|-------------------|------|
| Design Considerations for a Wind-Powered Seawater Pump | Conference paper | EOW Stockholm | N.F.B. Diepeveen | | 2009 |
| Closed-Loop Fluid Pumping as a Means to Transfer Wind Energy | Conference paper | EWEC Marseille | N.F.B. Diepeveen | | 2009 |
| Comparison of conventional and hydraulic drive train mass and their influence on support structure design | Conference paper | Renewable Research Energy Conference - Trondheim | N.F.B. Diepeveen | W.E. De Vries | 2010 |
| Wind tunnel experiments to prove a hydraulic passive torque control concept for variable speed wind turbines | Conference paper | EAWE Science of Making Torque from Wind | N.F.B. Diepeveen | A. Jarquin Laguna | 2012 |
| Water-Hydraulic Power Transmission for Offshore Wind Farms | Conference paper | Hydrauliek Symposium | N.F.B. Diepeveen | A. Jarquin Laguna | 2012 |
| The Rise of Fluid Power Transmission Systems for Wind Turbines | Journal paper | Modern Energy Review | A. Jarquin Laguna | N.F.B. Diepeveen | 2012 |
| Dynamic Analysis of Fluid Power Drive-trains for Variable Speed Wind Turbines: a Parameter Study | Conference paper | EWEA Vienna | A. Jarquin Laguna | N.F.B. Diepeveen | 2013 |
| Wind tunnel experiments to prove a hydraulic passive torque control concept for variable speed wind turbines | Journal paper | IOP Science | N.F.B. Diepeveen | A. Jarquin Laguna | 2013 |
| Fluid power network for centralized electricity generation in offshore wind farms | Journal paper | IOP Science | A. Jarquin Laguna | | 2013 |
| On fluid Power Transmission in Offshore Wind Turbines | PhD Thesis | - | N.F.B. Diepeveen | | 2013 |
| Preliminary Design of the Hydraulic Drive Train for a 500KW Prototype Offshore Wind Turbine | Conference Paper | IFK 2014 | N.F.B. Diepeveen | A. Jarquin Laguna | 2014 |
| Dynamic Transmission Response of a Hydrostatic Transmission measured on a Test Bench | Conference paper | EWEA Copenhagen | J. Schmitz | N.F.B. Diepeveen | 2014 |
| Modeling and Analysis of an Offshore Wind Turbine With Fluid Power Transmission for Centralized Electricity Generation | Journal paper | Journal of Computational and Nonlinear Dynamics | A. Jarquin Laguna | | 2014 |
| Efficiency Modelled | paper | TKI / RVO | N.F.B. Diepeveen | | 2015 |
| Transient laminar flow in hydraulic networks based on a semi-analytical impulse response method | Journal paper | Heron Journal | A. Jarquin Laguna | A. Tsouvallis | 2015 |