

# 2B1X

---

## Step change in turbine capacity to meet 2030 cost reduction Eindrapport



Referentie: TEHE118009  
Projecttitel: Step change in turbine capacity to meet 2030 cost reduction  
(Sprongsgewijze verandering van turbinecapaciteit om te voldoen aan kostenreductie in 2030)  
Aanvrager: 2-B Energy Holding BV  
Type project: Hernieuwbare Energie  
Projectlocatie: Hengelo, Almelo, Delft, Nieuw-Lekkerland  
Datum: 14 juli 2022

© Copyright

Alle rechten zijn gereserveerd. Reproductie, geheel of gedeeltelijk, zonder schriftelijke toestemming van de eigenaar is verboden.



## Inhoud

1 Inhoudelijk eindrapport (openbaar).....	3
Samenvatting .....	3

## 1 Inhoudelijk eindrapport (openbaar)

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

### Samenvatting

Het samenwerkingsverband heeft in het project een offshore windturbine met een vermogen van 14 MW ontwikkeld. Het unieke ontwerp bevat twee rotorbladen, een helikopterplatform en een vakwerktoren tot op de bodem van de zee. Dit vanuit het idee dat materiaalbesparing en het vereenvoudigen van onderhoud (vanwege bereikbaarheid door helikopter) de efficiëntie van de windturbine zou verbeteren, waardoor er meer hernieuwbare elektriciteit kan worden geproduceerd.

De uitvoering van het project kende enkele wijzigingen ten opzichte van de oorspronkelijke projectplanning. De looptijd van het project is verlengd, tot eind 2021. Specialistische leveranciers gaven, genoodzaakt door de marktomstandigheden, de voorkeur aan orders van grotere aantallen voor productie dan de wat meer experimentele componenten voor een nieuw innovatief concept, wat het project heeft vertraagd.

Niettemin zijn de projectresultaten nog steeds naar verwachting en positief. TU Delft heeft designconcept en een gevalideerd FE-model van de vakwerktoren ontwikkeld. Daarnaast heeft de TU drie verschillende draagconstructieconcepten (monopile, hybridetoren en vakwerktoren) onderzocht in relatie tot de dynamische rotor-toreninteractie, massareductie, hydrodynamische belastingen en bodeminteractie. Voor het vereenvoudigd dynamisch model als tool dient de validatie nog plaats te vinden. Bayards heeft een lichtgewicht aluminium landingsplatform ontworpen en We4Ce de rotorbladen inclusief variabele lengte (108-120 m), bend-twistkoppeling, pultrusiematerialen voor de productie (vereist verdere ontwikkeling), en airfoils en addons ter optimalisatie. Ook de bevestiging aan de rotor is door We4Ce verder ontwikkeld. 2-B Energy heeft een integraal ontwerp ontwikkeld en daarnaast met name de mechanische en elektrische drivetrains ontwikkeld, inclusief transport van de stroom.

Inhoudelijke gegevens	
Doelstelling	<p>De ontwikkeling van een innovatieve 14 Megawatt tweebladige windturbine die het kostenniveau verlaagt, zodat toekomstige projecten verder uit de kust in dieper water energie kunnen produceren tegen concurrerend kostenniveau.</p> <p>Doel is de volgende ontwikkelingen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Support structure, vakwerktoren die vanaf de bodem doorloopt tot de rotor voor lagere kosten.</li><li>• Rotorbalden/mechanische drivetrain.</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lichtgewicht nacelle met geïntegreerd helikopterlandingsplatform.</li> <li>• Elektronische drivetrain, control safety</li> <li>• Designcertificatie</li> <li>• Systemintegratie</li> <li>• Documentatie</li> </ul> <p>Het belangrijkste doel van dit project is om te bewijzen dat een combinatie van slimme technische innovaties kan bijdragen aan het significant verlagen van de energiekosten van een windturbine. Dit doel wordt bereikt door het uitvoeren twee fasen: concept design en basic design. Demonstratie vindt in een vervolgproject plaats.</p>
Werkwijze	<p>Projectactiviteiten zijn analyses, metingen, fabricage, installatie en demonstratie door 4 partners:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2BE is penvoerder van het project en ontwikkelt het drive train concept, de elektrische en mechanische systemen, control systems, safety and loads, assemblage, transport en installatie, monitoring and aanvullende systemen.</li> <li>- TU Delft kijkt naar de aerodynamische exitatie op zowel de rotor als de draagconstructie voor grotere rotordiameters, beweging van de rotor en aerodynamische onbalansen in de draagconstructie, hydrodynamische onbalans in relatie tot waterdiepte, resonanties en demping. De TU Delft construeert een FE-model van een windturbine op basis van de vakwerktoren, van de 2B6-turbine valideren het model valideren en bijwerken, zodat het kan worden gebruikt voor de grotere 2B1X</li> <li>- TRES4 ontwikkelt een ruw ontwerp op de rotorbladen met voldoende diameter om windenergie te oogsten voor een groter vermogen (meer dan 200 meter), ontwerp-, productie- en transportgevolgen en bevestiging aan de rotor. TRES4 heeft al een eerste kader ontwikkeld. TRES4 streeft naar een bladontwerp waarbij de lengte relatief eenvoudig kan worden aangepast of aangepast: Big Adaptive Rotor (BAR).</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Helicopter platform wordt ontwikkeld. De focus van Bayards ligt op de sterkte, integratie met de nacelle cover, brandveiligheid, cargoreceiver, gewichtsreductie, verlichting en certificatie. Daarbij wordt ook regelgeving in acht genomen.</li> </ul> <p>Na afronding van het project wil het consortium een basisontwerp realiseren van de 2B1X windturbine. Verder resulteert dit project in waardevolle kennis over de eigenschappen van diverse windturbineonderdelen en componenten. Het concept zal bovendien bijdragen aan de kennis van de interactie tussen windturbine en bodem.</p>
Resultaten (A) project zelf	<p>Projectresultaat is een in basisontwerpontwikkelde, geteste en gedemonstreerde versie van de add-ons die bijdragen aan de verhoging van de productie van hernieuwbare energie. De meetresultaten bevatten waardevolle kennis voor de projectpartners over de eigenschappen van windturbinebladen en de montage van add-ons. Op basis van de analyse van de meetresultaten zullen de partners de volgende stappen in het demonstratieproces kunnen beoordelen, zoals de verdere ontwikkeling van blade-ontwerpen en IPC-strategieoptimalisatie. Het concept zal bovendien bijdragen aan de kennis van de interactie tussen add-ons en windturbinebladen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Power curve, load, and tuft measurements results</li> <li>- Analysis on wind turbine data</li> <li>- Manufactured add-ons installed on the wind turbine for demonstration</li> <li>- New performance of the wind turbine</li> </ul>
Resultaten (B) spin-off potentie	<p>Na afronding van het project wordt beoogd om de oplossing te vermarkten en om de ontwikkelde kennis verder uit te breiden. Spin-off potentie behelst:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Demonstratieproject waarbij de 2B1X wordt gebouwd, geïnstalleerd en elektriciteit produceert.</li> <li>- Business development op basis van zowel in Nederland als daarbuiten (China, India, Japan, Denemarken, het Verenigd Koninkrijk en Duitsland).</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>- Verbeterde relaties tussen de kennispartners 2-B Energy, TRES4, TU Delft en Bayards.</li><li>- Mogelijk verdere samenwerking met TU Delft en TRES4.</li></ul>
Discussie	<ul style="list-style-type: none"><li>- 2B1X heeft geleid tot waardevolle inzichten op het gebied van de loads en het gedrag van een zeer grote windturbine, de bladen, en de mogelijkheden van het landingsplatform.</li><li>- Het dynamisch model dient verder te worden ontwikkeld en is dan van zeer grote waarde voor de vervolgonwikkelingen.</li><li>- De vertraagde samenwerking met de specialistische leveranciers illustreert de grote uitdagingen waar markttuitdagers zelf mee te kampen hebben en bewijst de waarde van de staatssteun vanuit RVO voor het project.</li><li>- Het innovatieve blad dat is ontwikkeld dient ook geschikt te worden gemaakt voor een dribladconfiguratie om bredere toepasbaarheid mogelijk te maken. Ook het deelbare blad concept dient verder te worden ontwikkeld</li><li>- Materiaalonderzoek dient een belangrijkere rol te spelen in vervolgprojecten, met name de interfaces.</li></ul>
Conclusie en aanbevelingen	<p>Het project heeft gedemonstreerd dat de innovaties die in het ontwerp van de 2B1X worden gebruikt haalbaar zijn. Gedurende het project hebben de verschillende innovaties verschillende niveaus van validatie bereikt. Dit vraagt om vervolgonderzoek. Aanbevolen wordt:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Met name te focussen op de validatie van alle het vereenvoudigd dynamisch model.</li><li>- Meer inzicht te vergaren in aspecten als installatie, transport, productie, materiaalgebruik en zaken als geluid.</li><li>- De samenwerking van de partners TU Delft, TRES4, Bayards en 2-B Energy in stand te houden. De partners vullen elkaars kennis goed aan</li></ul>



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