

R&D plan 2016 – ECN Windenergie



Te presenteren aan de programma commissie van TKI Wind op Zee

Het R&D programma van ECN Windenergie binnen de TKI Wind op Zee

ECN Windenergie is een leidend R&D instituut voor:

Innovatieve Producten en Oplossingen voor Offshore Windparken

Het R&D programma leidt tot:

- Reductie van kosten van offshore windenergie met 40% in 2020 ten opzichte van 2010
- Ondersteuning industrie door state-of-the-art windpark diensten
- Competitieve Nederlandse industrie door toepassing van innovaties

Bepalende factoren:

- Wereldvermaarde ECN R&D faciliteiten op land en offshore
- Leidende expertise op alle aspecten van offshore windenergie

Belangrijke Karakteristieken van ECN Windenergie

- Brengt pre-competitieve R&D naar industriële toepassing
- Faciliteert de Nederlandse industrie in de wind markt
- Bedrijft een testfaciliteit in Wieringermeer voor multi-MW turbines
- Ontwikkelt een testfaciliteit in Groningen voor multi-MW turbines
- Bedrijft windmetingen op de Noordzee
- R&D programma is gericht op ontwikkelen producten en diensten die toegepast worden door bedrijven, grotendeels MKB
- Onderzoek is grotendeels gefinancierd uit industriële bijdrages, uit Nationale en Europese fondsen en door TKI-Wind op Zee

- Het R&D programma van ECN Windenergie is onderdeel van TKI Wind op Zee (TKI-WoZ), een samenwerking tussen bedrijven, kennisinstellingen en overheid op het gebied van onderzoek, innovatie en implementatie voor wind op zee.
- Het ECN-Wind R&D programma richt zich uitsluitend op offshore windenergie en is georganiseerd overeenkomstig de vijf R&D lijnen van TKI Wind op Zee en is daarmee volledig vraag-gestuurd.

TKI Wind op Zee R&D Lines	ECN R&D Lines
1 Support Structures	1 Support Structures
2 Optimisation wind power station	2 Optimisation wind power station
3 Internal electric grid and connection to high voltage grid	3 Wind power plant electrical network and connection to grid
4 Transport, Installation & Logistics	4 Transport, Installation & Logistics
5 Operation and Maintenance	5 Operation and Maintenance
	6 Facilities and Experiments

- De ECN onderzoekslijn ‘Faciliteiten en Experimenten’ ondersteunt het bedrijfsleven door innovaties experimenteel te toetsen en te demonstreren, bijvoorbeeld op het ECN test windpark.
- De ambitie van het onderzoeksprogramma is een kostenbesparing van 40% in 2020 ten opzichte van 2010 voor elektriciteit van windparken op zee, bijdragen aan de CO2 doelstellingen en een versterking van de economische activiteiten en 12.500 extra banen in Nederland, zodat de Nederlandse wind op zee sector internationaal toonaangevend blijft.

ECN's onderzoek en ontwikkeling binnen de topsector Energie

Externe ontwikkelingen

Ontwikkeling offshore windparken in Energieakkoord

- In het Nederlandse Energieakkoord zijn afspraken gemaakt voor de implementatie van duurzame energie tot 2023. Windenergie (met name offshore windenergie) speelt hierin een belangrijke rol. Het R&D programma van ECN is gericht op het verder verlagen van de kostprijs.

Grote Nederlandse offshore sector

- De ontwikkeling, bouw en bedrijfsvoering van offshore windparken vereist een grote inspanning van de offshore industrie. De Nederlandse offshore industrie wordt door ECN Windenergie ondersteund en is betrokken bij 80% van alle offshore windparken in Noordwest Europa.

Beheer en onderhoud

- Het beheer en onderhoud van de offshore windparken levert grote werkgelegenheid op. Nederlandse partijen ontwikkelen concepten en diensten om de windparken efficiënt te onderhouden. ECN is wereldwijd leidend in het onderzoek naar optimalisatie en kostenreductie bij onderhoud van offshore windparken.

In het Energieakkoord is vastgelegd dat er 3500 MW wordt gebouwd door vanaf 2016 jaarlijks 700 MW te tenderen. Dit om te voldoen aan de afspraken van 14% duurzame energie in 2020 en 16% in 2023. Een vereiste voor deze bouw van offshore windparken is de reductie van kosten van energie met 40% in 2020.

Tender	Capacity (in MW)	Operational in
2015	700	2019
2016	700	2020
2017	700	2021
2018	700	2022
2019	700	2023

Highlights ECN onderzoek en ontwikkeling 2016

ECN boekt vooral succes in geïntegreerde windpark innovaties

Active Wake Control

- Onderhandelingen met industrie over gebruik van de ECN patenten voor windparkregelingen in offshore windparken: Het doel is dat het windpark als geheel optimaal produceert. Hiertoe worden de turbines door een parkregelaar gestuurd zodat het totale windpark optimaal produceert. Dit levert 0.5 tot 3% meer opbrengsten voor grote offshore windparken.

Windpark Installatie Optimalisatie

- ECN heeft de focus gelegd op ondersteunen Nederlandse offshore industrie. De oplossingen voor om de installatie van offshore windparken te verbeteren worden in samenwerking met de industrie opgepakt.

Geavanceerde Technologie

- ECN heeft naam gemaakt met de ontwikkeling van geavanceerde technologie. Voorbeelden zijn:
 - Ontwerpen van innovatieve bladen voor megaturbines
 - Ontwerpen voor ondersteuningsconstructies
 - Innovatieve onderhoudsconcepten
 - Toevoegingen aan bladen om prestaties te verhogen
 - Geavanceerde controllers (Individual pitch + Typhoon)
 - Toepassen van LiDAR technologie voor het valideren en optimaliseren van turbine- en parkprestaties
 - Innovaties voor installatie offshore windparken

Deze innovaties leiden tot kostenbesparingen en vergroten de productie.

Programmaliijn 1. Ondersteuningsconstructies

Belangrijkste doelen programmalijn TKI

- Ondersteunen van Nederlandse offshore industrie en het verbeteren van haar competitiviteit door modellen en innovaties te ontwikkelen en beschikbaar te stellen.

ECN bijdrage programmalijn

- De ondersteuningsconstructies worden verbeterd door een geïntegreerde aanpak van het ontwerpproces. Hiertoe is de integrale methodiek (turbine + ondersteuning) van ECN een cruciaal onderdeel.
- Experimentele validatie van de ontwerpen en monitoring van mechanische belastingen en vermoeiing van materiaal.
- Innovatieve concepten die de kosten van energie verlagen – een voorbeeld is de ontwikkeling van drijvende offshore windturbines.



Een belangrijke nieuwe ontwikkeling die ECN inzet in samenwerking met GustoMSC is de ontwikkeling van drijvende verticale-as windturbines. Deze turbines zijn de volgend stap in technologie en kunnen potentieel voor grote kostenreductie zorgen.

R&D doelen 2016

- ECN ontwikkelt een innovatieve ondersteuningsconstructie
- ECN ontwikkelt een effectieve en efficiënte monitoring service voor ondersteuningsconstructies
- Door middel van innovatieve turbineregelingen verlaagt ECN de kosten van de ondersteuningsconstructies
- Ontwerpondersteuning met state-of-the-art geïntegreerde ontwerpsoftware

Belangrijkste projecten

- WiFi JIP – Joint Industry Project met TKI financiering voor bepalen effecten van steile golven op ondersteuningsconstructies
Partners: MARIN, Deltares, DNV, GL, Ramboll, Statkraft
- InnWind – EU project met onderdeel om drijvende ondersteuningsconstructies lichter te ontwerpen door innovatieve turbine control
- D4REL – In dit project wordt de betrouwbaarheid van wind molens verbeterd, onder meer door ontwikkeling van een probabilistische ontwerpmethodologie voor ondersteuningsconstructies.
- MONITOR JIP – Joint Industry Project met TKI financiering voor het ontwikkelen van een monitoring strategie voor mechanische belastingen van ondersteuningsconstructies.
Partners: TNO, Van Oord, Gemini, Mecal en Keppel Verolme
- S4VAWT – TKI innovatie project met GustoMSC, MARIN, WMC, en TUDelft, waarin een drijvende ondersteuningsconstructie voor een verticale as windmolen ontwikkeld wordt.

Programmaliijn 2. Optimalisatie Windcentrale

Belangrijkste doelen programmalijn TKI

- Door integrale benadering (alle aspecten meenemen van een windpark zoals bouw, turbine, net, onderhoud) ontwikkelen van technologie en innovaties die de Cost of Energy verlagen van offshore windcentrales

ECN bijdrage programmalijn

Optimalisatie windpark vanuit een geïntegreerde benadering

- **Layout windpark.** Vanuit een geïntegreerde benadering met gekoppelde modellen worden de kosten energie van offshore windparken met 1 tot 5% verminderd.
- **Productie windpark.** Vanuit een geïntegreerde benadering worden turbines geoptimaliseerd op de volgende terreinen:
 - Verbeteren parkopbrengst door innovatieve rotors en controllers
 - Verbeteren beschikbaarheid park door design for reliability
 - Maximaliseren productie terwijl levensduur wordt vergroot door het inzetten van ECN modellen en diensten.

Optimaliseren productie door windpark controllers

- ECN heeft Active Wake Control (AWC) ontdekt, ontwikkeld en gepatenteerd: de windturbines werken samen in een windpark om de productie te vergroten met 0,5 tot 3%.

Voorbeeld van een ECN innovatie: de ribbe op de bladsteel van de turbine om de productie van de moderne grote turbines te verbeteren. Dit is een ECN-patent.



R&D doelen 2016

- Overheid adviseren in optimale bouw offshore windparken
- Industrie assisteren om door innovaties en technologie de kosten van offshore windparken te verlagen:
 - Windpark regelingen 'Active Wake Control', optimaal windpark ontwerp en optimale technologie voor windturbines
- Ontwikkelen modellen en technologie vanuit integrale benadering

Belangrijkste projecten

- AVATAR – EU project gecoördineerd door ECN waarin met onderzoek instituten, GE en LM Windpower aerodynamische modellen worden ontwikkeld om de toekomstige grote turbines te ontwerpen.
- INNWIND – EU project met Europese onderzoek partners waarin innovaties voor 12+MW windturbines worden ontwikkeld
- ClusterDesign – EU project waarin de geïntegreerde methodieken worden ontwikkeld en gedemonstreerd met Senvion en RWE
- D4REL – TKI project waarin windturbines worden verbeterd vanuit windparkperspectief door design for reliability (verlagen risico's)
- Innotip – TKI projecten met LM WindPower waarin innovatieve rotortips worden ontwikkeld en getest op het ECN testveld die met name offshore windparken verbeteren.
- TKI – diverse projecten waarin in samenwerking met Nederlandse en Europese bedrijven technologie wordt ontwikkeld: controllers, schepen, installatiemethoden, etc.
- De belangrijkste partners zijn: Van Oord, Ballast, IHC, RWE, ENECO, Vattenfall, XEMC Darwind, LM Wind Power, Carbon Trust, GE, Statoil, Statkraft, Senvion

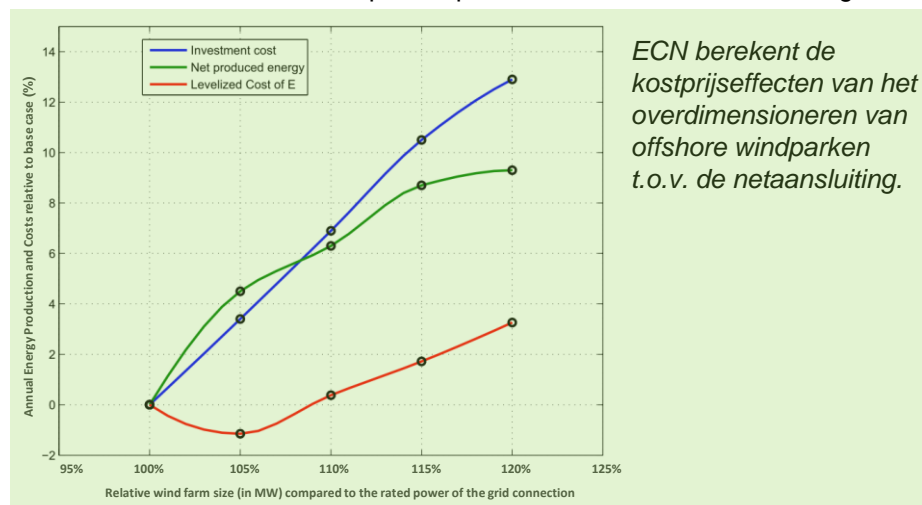
Programmaliijn 3. Elektrische Infrastructuur en aansluiting aan het elektriciteitsnet

Belangrijkste doelen programmaliijn TKI

- Ontwerp van innovatieve oplossingen voor kosteneffectieve inpassing van offshore windenergie op het elektriciteitsnet en een optimale bedrijfsvoering als onderdeel van de elektriciteitsmarkt.

ECN bijdrage programmaliijn

- Integrale optimalisatie van offshore windcentrales met betrekking tot het ontwerp van het windpark, het interne elektrische netwerk en de netaansluiting.
- Ontwikkeling van innovatieve offshore elektriciteitsnetten, omdat bestaande oplossingen ontoereikend zijn voor de langere termijn.
- Ontwikkeling van windpark regelingen waarmee de offshore windcentrale beter kan inspelen op variaties in de elektriciteitsvraag.



R&D doelen 2016

- Valideren van de geïntegreerde optimalisatie van windparken en windpark clusters, rekening houdend met zowel zog-effecten als kosten en verliezen van de elektrische infrastructuur.
- Ontwikkelen van 'dynamic wind farm power management' t.b.v. een hogere benutting van de offshore infrastructuur, lagere operationele kosten en grotere flexibiliteit van de productie, startend met een proof-of-concept in 2016.
- ECN ondersteunt projectontwikkelaars, TenneT en beleidsmakers met toekomstbestendige concepten voor een betrouwbare en kosteneffectieve netintegratie van offshore windparken in Nederland.
- ECN ondersteunt de ontwikkeling van regionale offshore netten voor transport van offshore windenergie en cross-border trade, zoals door de combinatie van interconnectors en offshore windparken. ECN ontwikkelt hiervoor concepten en mogelijke technische implementaties en evalueert de kosten, risico's en socio-economische baten.

Belangrijkste projecten

- Synergies at Sea - TKI project in consortium gecoördineerd door Grontmij waarin elektrische interconnectors tussen windparken in verschillende landen worden onderzocht op economische, technische en juridische haalbaarheid.
- IRPWind – EU project waarin met forecasting methoden de impact van offshore windcentrales op het elektrische netwerk wordt verminderd
- De belangrijkste partners zijn: TU-Delft, TenneT, Eneco, RWE, XEMC-Darwind, 2B-Energy, NUON/Vattenfall, RoyalHaskoning/DHV, Grontmij

Programmaliijn 4. Transport, Installatie en Logistiek

Belangrijkste doelen programmalijn TKI

- Ondersteuning Nederlandse offshore industrie om concurrentiepositie in de offshore windsector te behouden door:
 - Verbeterd ontwerp van schepen die vanuit een integrale benadering meest kosteneffectief zijn.
 - Verbeterd beslismodel voor optimalisatie van transport, installatie en logistiek voor offshore windcentrales

ECN bijdrage programmalijn

- De belangrijkste onderdelen van de programmalijn zijn:
 - Onderzoek aan systemen om veiliger toegang tot turbines te krijgen onder zwaardere weersomstandigheden
 - Innovatieve installatie- en onderhouds-schepen en concepten
 - Beslissingsondersteuning voor transport en installatie
 - Monitoren van schades aan turbines en componenten
 - Optimalisatie van de logistieke keten voor bouw, installatie en beheer van offshore windparken

Maintenance Vessel Joint Industry Project met Van Oord, DAMEN, ECN, TNO, MARIN en Deltares. Onderzoek naar de meest geschikte onderhoudslogistiek.



R&D doelen 2016

- Implementeren van een installatie-kostenmodel om de strategie van installatie van een offshore windpark te optimaliseren
- Ondersteuning optimalisatie transportschepen, bijvoorbeeld door de menselijke factor mee te nemen in de ontwerpfase van schepen, zodat personeel zo veilig mogelijk de turbines kan onderhouden
- Samenwerkingsproject met ECN en offshore industrie om kennisopbouw en uitwisseling te realiseren bij de bouw van offshore windparken; onderzoek tijdens de bouwfase; optimalisatie bedrijfsvoering.

Belangrijkste projecten

- Maintenance Vessel Joint Industry Project met Van Oord, DAMEN, ECN, TNO, MARIN en Deltares. Onderzoek naar de meest geschikte onderhoudslogistiek waarin menselijke factor wordt meegenomen en waarin een optimaal schip voor onderhoud van offshore windparken wordt ontwikkeld.
- Nieuwe innovatieve installatietechnologieën worden ontwikkeld.
- Innovaties om toegang tot turbines vanaf schepen te vergemakkelijken worden ontwikkeld en gedemonstreerd.
- ECNInstall om de kosten en risico's van installeren van windparken effectief en accuraat te bepalen. Met deze tool optimaliseert de installatie strategie voor offshore windparken en verkrijgt men beter inzicht in project planning, kosten en risico's
- De belangrijkste partners zijn: Van Oord, IHC Merwede, Damen, Z-Technologies

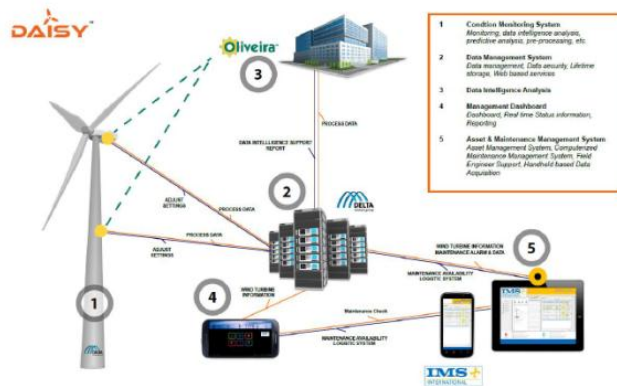
Programmaliijn 5. Operation en Maintenance

Belangrijkste doelen programmalijn TKI

- ECN ontwikkelt technologie en services die kosten van onderhoud en beheer (O&M) van offshore windparken vermindert.
- Voor offshore windparken levert O&M veel werkgelegenheid op. ECN heeft als doel bedrijvigheid op dit gebied te ontwikkelen en naar Nederland te halen.

ECN bijdrage programmalijn

- De O&M calculator – helpt een ontwikkelaar van windparken de kosten en risico's van O&M nauwkeurig te bepalen.
- De “O&M System” – een volledig pakket van services en technologieën om het onderhoud van offshore windparken te optimaliseren
- Monitoren van rest-levensduur – een service om de rest-levensduur van componenten en turbines te bepalen.
- Asset-Management: het optimaal bedrijven van een offshore windpark inclusief korte-termijn decision support.



Daisy (Dynamic Asset Information System) bestaat uit kosteneffectieve conditie monitoring en inspectie oplossingen.

R&D doelen 2016

- Optimalisatie van de middellange en lange-termijn O&M strategie met betrekking tot kosten en energieopbrengst. Zowel in de planningsfase als in de operationele fase, wanneer het park operationeel is. Optimalisatie gebruikt de OPEX kostenmodellering tools en kennis die is verkregen door uitgebreide data vergaring en analyse.
- Verbeterde planning van onderhoud door monitoring van mechanische belastingen. Hierdoor kan correctief onderhoud tot het minimum worden beperkt. Door correctief onderhoud te beperken en preventief onderhoud te optimaliseren wordt kostbaar stilstand vermeden en de opbrengst vergroot.
- De korte-termijn O&M strategie wordt door ECN ondersteund door een ‘daily decision support tool’.

Belangrijkste projecten

- DAISY4OFFSHORE – Met DAISY kunnen eigenaren, operators en onderhoudsbedrijven tegen lage kosten hun onderhoud op proactieve manier optimaliseren. (Delta Infra BV, Oliveira, IMS International, Dutch Institute World Class Maintenance, ECN, TU/e, KEC BV)
- Fleet leader demonstratie – vertalen van gemeten belastingen naar andere turbines in een windpark
- Vercommercialisering van Fibre-optic monitoring technologie

De belangrijkste partners: meer dan 50 bedrijven gebruiken de ECN software. Daarnaast RWE, Vattenfall, Statoil, ATO, Peterson, AMC, XEMC-Darwind, 2B-Energy, Van der Hoek Photonics, FBGS, FOMAX en FiberSensing

Programmaliijn 6. Faciliteiten en Experimenten

Belangrijkste doelen programmalijn TKI

- Ter beschikking stellen van hoogwaardige onderzoeksfaciliteiten en unieke meetservices voor het experimenteel demonstreren van innovaties.

ECN bijdrage programmalijn

- ECN bedrijft de onderzoeksfaciliteit EWTW (ECN Wind turbine Test site Wieringermeer)
- ECN doet onderzoek met haar vijf onderzoek turbines op EWTW
- ECN test op 6 prototype locaties de nieuwste turbines van grote fabrikanten
- ECN is een geaccrediteerd test-instituut dat industrie helpt om effectief en efficiënt geaccrediteerde metingen aan windturbines uit te voeren
- ECN bedrijft verschillende offshore windmeetstations – een meetnetwerk op zee – ten behoeve van offshore windpark ontwikkeling.
- ECN ontwikkelt en levert meetdiensten voor het optimaliseren van offshore windparken. O.a. in het grootste onshore windpark van Europa

R&D doelen 2016

- ECN bedrijft de onderzoeksfaciliteit EWTW met onderzoek turbines en prototype-test locaties
- ECN ontwikkelt een onderzoeksfaciliteit in Groningen met onderzoek turbines en prototype-test locaties die plaatsing van de grootste offshore windturbines zullen toestaan
- Samen met TKI Wind op Zee: ontwikkeling en exploitatie van offshore Test- en Demonstratiefaciliteiten in de vorm van embedded innovatie en co-locatie test sites
- ECN biedt klanten bestaande en nieuw ontwikkelde geaccrediteerde metingen aan windturbines
- ECN ontwikkelt meetdiensten om o.a. met behulp van innovatieve LiDAR technologie (windsnelheden meten met behulp van lasers) de offshore windparken verder te optimaliseren
- ECN gaat op drie tot vijf locaties op de Nederlandse Noordzee de windsnelheden meten om de offshore windparken van nauwkeurige windsnelheden te voorzien, waaronder het Borssele gebied.

Belangrijkste projecten

- Het belangrijkste deel van het werk bestaat uit geaccrediteerde metingen aan prototype turbines.
- LAWINE – TKI project met XEMC Darwind en Avent Lidar Technology en TUDelft waarin ECN het wereldwijd grootste LiDAR experiment uitvoert om met LiDARs offshore windparken te optimaliseren.
- Windmetingen op zee – Een netwerk van windmetingen op de Noordzee.
- De belangrijkste partners: XEMC Darwind, Avent Lidar Technology, GE, Alstom, CEZ, Nordex, Leosphere



Met LiDAR kan de wind op afstand worden bepaald.

LiDAR op de gondel (links).

Drijvende LiDAR bij meetmast (rechts)



Programmaliijn 6. Faciliteiten en Experimenten

www.windopzee.net

ECN bedrijft verschillende offshore windmeetstations. Hiermee onderhoudt ECN een meetnetwerk voor offshore windcondities. De gemeten data zijn publiek toegankelijk en worden vooral benut ten behoeve van offshore windpark ontwikkeling.

Wind op Zee

De afdeling Windenergie van het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) heeft van het Ministerie van Economische Zaken opdracht gekregen om een vierjarig meteorologisch meetprogramma uit te voeren op het Nederlandse deel van de Noordzee en speciaal de Meteorologische Meetmast IJmuiden. Het doel is om betere windgegevens te verzamelen die gebruikt kunnen worden bij de voorbereidingen van nieuwe offshore windparken in de gebieden die daarvoor zijn aangewezen in het Nationaal Waterplan. Omdat het windaanbod één van de meest belangrijke variabelen is bij het berekenen van de opbrengsten van deze toekomstige parken is het van groot belang om meer betrouwbare windgegevens te verzamelen. Uiteindelijk leidt dat tot meer zekerheid en minder risico's voor investeerders, waardoor de kosten lager zullen uitvallen. Op diverse platforms op de Noordzee worden al windmetingen gedaan, maar deze zijn onvoldoende nauwkeurig voor offshore windenergie. Zo zijn de hoogtes waarop gemeten wordt veelal te laag en wordt met te lage frequenties gemeten.

Via deze website vindt u meer informatie en kunt u toegang krijgen tot reeds bestaande meetlocaties op de Noordzee.

Meetlocaties:

- [Meteomast IJmuiden \(MMIJ\)](#)
- [Lichteiland Goeree \(LEG\)](#)
- [Meteomast OWEZ \(MM OWEZ\)](#)
- [Metocean boei 1 Windgebied Borssele \(BWFZ\)](#)

In opdracht van het ministerie van Economische Zaken stelt RVO.nl informatie beschikbaar over de bodem-, wind- en watercondities van de windparklocaties aan commerciële partijen. Zij kunnen deze informatie gebruiken als input voor hun inschrijving voor de SDE+ tender Wind op zee. (www.rvo.nl/sde)



Voor meer informatie kunt u contact opnemen met:

dr. P.J. (Peter) Eecen

Programma Manager Windenergie

tel. 088-515 8279

e-mail: eeecen@ecm.nl

ECN-F--15-020