

R&D plan 2015 – 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**
- **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 in 2015

- 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 een offshore meetmast
- B2B R&D programma is gericht op ontwikkelen producten en diensten die toegepast worden door bedrijven, grotendeels MKB
- Onderzoek is grotendeels gefinancierd uit industrieel geld, Nationaal en Europees geld en geld van 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 Wind Power Plant and its components
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 te toetsen met experimenten en demonstraties.
- De ambitie van TKI Wind op Zee 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 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 een implementatie van offshore windenergie afgesproken tot 2020. In de tabel is de geplande bouw van offshore windparken aangegeven. Een vereiste voor deze implementatie is de reductie van kosten van energie met 40% in 2020.

Tender	Capacity (in MW)	Operational in
2015	450	2019
2016	600	2020
2017	700	2021
2018	800	2022
2019	900	2023

Highlights ECN onderzoek en ontwikkeling 2014

Met name in geïntegreerde windpark technologie heeft ECN succes geboekt

Active Wake Control

- ECN heeft patenten op het gebied van windparkregelingen: het gaat er niet alleen om dat individuele turbines zoveel mogelijk produceren binnen een windpark, 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 1 tot 3% meer opbrengsten voor grote offshore windparken.

O&M Concept

- ECN heeft sinds 10 jaar een toonaangevend onderzoeksprogramma op het gebied van beheer en onderhoud, ook operation and maintenance O&M genoemd. ECN heeft een onderhoudsconcept ontwikkeld bestaande uit diverse onderdelen dat in 2015 in een groot offshore windpark zal worden gedemonstreerd.

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)
 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 2015

- ECN ontwikkelt een innovatieve ondersteuningsconstructie
- ECN ontwikkelt een effectieven 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
- ECN en GustoMSC beogen een project ter ontwikkeling van een drijvende ondersteuningsconstructie voor een verticale as drijvende windturbine

Belangrijkste projecten

- HiLo Piling – TKI project met IHC Hydrohammer voor de ontwikkeling van een innovatieve hei-methode
- 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
- Energiedijken – EFRO project om nationale industrie te helpen innovatieve getijdeturbines te ontwikkelen (Tidal test centrum, Tocardo)
- Marinet – EU project om onderzoek infrastructuur voor offshore energiecentrales (wind, getijde, golven) te delen (TTC, Tocardo)

Programmaliijn 2. Optimalisatie Windcentrale

Belangrijkste doelen programmalijn TKI

- Door integrale benadering ontwikkelen van technologie en innovaties die de Cost of Energy verlagen van de offshore windcentrales

ECN bijdrage programmalijn

Optimalisatie windpark ontwerp

- Vanuit een geïntegreerde benadering met gekoppelde modellen worden de kosten energie van offshore windparken met 1 tot 5% verminderd.

Optimalisatie windturbine ontwerp

- Vanuit een geïntegreerde benadering om windparken te verbeteren worden turbines geoptimaliseerd op de volgende terreinen:
 - Verbeteren turbineopbrengst door innovatieve rotors en controllers
 - Verbeteren beschikbaarheid turbine 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 1 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 2015

- Overheid adviseren in optimale uitrol 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
- EERA-DTOC en ClusterDesign – twee EU projecten waarin de geïntegreerde methodieken worden ontwikkeld en gedemonstreerd.
- D4REL – TKI project waarin windturbines worden verbeterd vanuit windparkperspectief door design for reliability (verlagen risico's)
- HYLLER – TKI projecten met LM WindPower waarin rotorinnovaties van ECN worden ontwikkeld en getest die met name offshore windparken verbeteren.
- FLOW – diverse projecten in het FLOW consortium waarin met Nederlands bedrijfsleven 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

Programmaliijn 3. Elektrische Infrastructuur en aansluiting aan het elektriciteitsnet

Belangrijkste doelen programmalijn 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 programmalijn

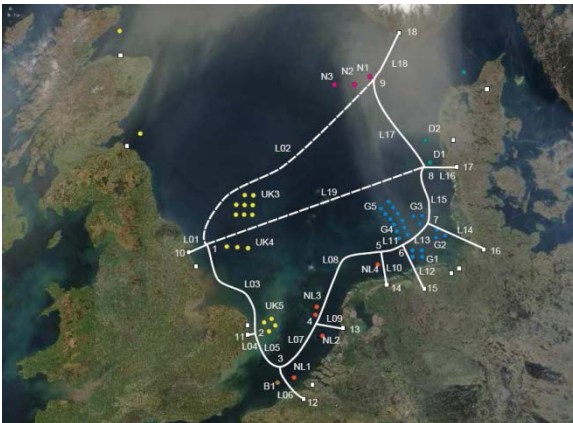
- Integrale optimalisatie van offshore windcentrales met betrekking tot het ontwerp van het windpark, het interne elektrische netwerk en de netaansluiting.
- Ontwikkeling van innovatieve offshore elektriciteitsnetten, omdat bestaande oplossingen ontoereikend zijn voor de langere termijn.
- Ontwikkeling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

R&D doelen 2015

- In 2015 zijn de ontwikkelingen gereed om geïntegreerde optimalisatie van windparken en windpark clusters te kunnen uitvoeren – combinatie van zog-effecten, elektrische infrastructuur en onderhoud.
- Met deze kennis en modellen ondersteunt ECN een betrouwbare, flexibele en kosteneffectieve integratie van offshore windcentrales op het elektriciteitsnet
- Ontwikkelen 'dynamic wind farm power management'
- Ondersteunen optimalisatie studies voor de combinatie van interconnectors en offshore windparken en andere oplossingen voor AC of DC netten op zee voor grotere afstanden en vermogens.

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
- FLOW projecten – i.s.m. diverse industriële partners ontwikkelen ECN en TU-Delft ontwerp-optimalisatie technieken voor offshore windparken.
- De belangrijkste partners zijn TU-Delft, Tennet, Eneco, XEMC-Darwind, 2B-Energy, NUON/Vattenfall, RoyalHaskoning/DHV, RWE.



ECN berekent de economische voor- en nadelen van een offshore transnationaal elektrisch netwerk in de Noordzee die diverse offshore windparken verbindt.

Programmaliijn 4. Transport, Installatie en Logistiek

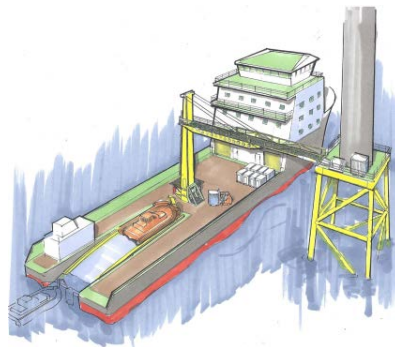
Belangrijkste doelen programmalijn TKI

- 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
 - Onderzoek aan installatie- en onderhouds-schepen
 - Nieuwe transport en installatie concepten
 - Beslissingsondersteuning voor transport en installatie
 - Het monitoren van schades aan turbines en componenten gedurende transport en installatie
 - Optimalisatie van de logistieke keten voor bouw, installatie en beheer van offshore windparken

ECN werkt met Z-Technologies aan innovatieve toegangssystemen



R&D doelen 2015

- 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 Van Oord om kennisopbouw en uitwisseling te realiseren bij de bouw van het Gemini offshore windpark; onderzoek tijdens de bouwfase; optimalisatie bedrijfsvoering, etc.

Belangrijkste projecten

- FLOW project waarin de installatie-optimalisatie tool wordt ontwikkeld. Deze tool berekent de kosten van installatie, die afhangt van weerscondities, keuze van schepen, keuze van installatie, logistiek in de haven, etc.
- TKI project 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.
- De belangrijkste partners zijn:
 - Van Oord
 - IHC Merwede
 - Ballast Nedam
 - Damen
 - Z-Technologies

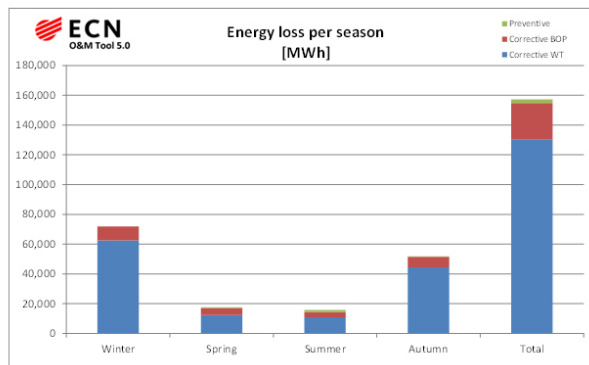
Programmaliijn 5. Operation en Maintenance

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.



Voorbeeld van een resultaat van de ECN O&M activiteiten: de afhankelijkheid van verloren energie ten gevolge van stilstand gedurende de vier seizoenen.

R&D doelen 2015

- 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

- FLOW projecten – in het FLOW consortium worden enkele projecten uitgevoerd:
 - op gebied van monitoring van mechanische belastingen
 - Fibre-optic monitoring technologie – meten van belastingen met een glas-fiber
 - Demonstratie van de fleet-leader technologie – vertalen van gemeten belastingen naar andere turbines in een windpark
- 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

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 test op haar test site in Petten kleine windturbines
- ECN is een geaccrediteerd test-instituut dat de industrie in staat stelt om effectief en efficiënt geaccrediteerde metingen aan windturbines uit te voeren.
- ECN bedrijft een offshore windmeetmast 'Meetmast IJmuiden', die in de Noordzee staat op 70km van de kust.



Voorbeelden van innovatieve windmeettechnieken: Links de Mitsubishi Lidar en rechts meting van de windsnelheid met behulp van een klein onbemand vliegtuigje.



R&D doelen 2015

- 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 geaccrediteerde metingen aan windturbines
- ECN ontwikkelt technologie om met behulp van innovatieve LIDAR technologie (windsnelheden meten met behulp van lasers) de offshore windparken verder te optimaliseren
- ECN ontwikkelt nieuwe en betere test mogelijkheden.
- ECN gaat op drie tot vijf locaties op de Nederlandse Noordzee de windsnelheden meten om de offshore windparken van nauwkeurige windsnelheden te voorzien.

Belangrijkste projecten

- Het belangrijkste deel van het werk bestaat uit geaccrediteerde metingen aan prototype turbines.
- LAWINE – TKI project met XEMC Darwind en Avent-LIDAR waarin ECN het wereldwijd grootste LIDAR experiment uitvoert om met LIDARs offshore windparken te optimaliseren.
- Windmeetmast IJmuiden – metingen aan de meetmast IJmuiden
- De belangrijkste partners: XEMC Darwind, Avent Lidar Technology, GE, Alstom, Siemens, Nordex, Leosphere

Voor meer informatie kunt u contact opnemen met:

dr. P.J. (Peter) Eecen

Programma Manager Windenergie

tel. 088-515 4115

e-mail: eeecen@ecn.nl

ECN-F--14-022