

Final Report

Monitoring performance data offshore windfarms

John Baken, Overview BV
Marcel Poodt, ECN

November 23, 2016

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO)

MANAGEMENT SUMMARY

TKI Offshore Wind and ECN have looked into the possibilities to organize the monitoring of the performance of existing offshore wind farms in The Netherlands. The project was assigned by RVO. The project build on an earlier advise on this topic to the Ministry of Economic Affairs (see [1]). The role of the existing system SPARTA, initiated in the UK, was leading in this project.

In the frame of this project two meetings were organized with owner/operators. The main conclusions are:

SPARTA

- 1) SPARTA is still under development.
At present taxonomy and data integrity is an issue. The first priority to improve SPARTA and to get more useful benchmarks is to standardize the data input. The improvement of SPARTA should mainly be done from the inside.
- 2) SPARTA is primarily a bench marking system. The data that is collected is intended for benchmarking purposes for performance and reliability on windfarm level.
- 3) The data now being collected in SPARTA is not well suited for research and development (R&D) purposes other than relatively generic analysis of system level reliability. The number of metrics and the frequency is limited.
- 4) SPARTA is likely to be the dominant benchmarking system in Europe.
There has been invested a lot of effort into SPARTA. It is not sensible to start a parallel initiative in the Netherlands for benchmarking of Dutch windfarms.
- 5) SPARTA is having discussions with similar initiatives in Europe for collaboration, so it can be expected that two or more initiatives will merge. SPARTA can develop over time, meaning that more metrics could be covered and also monitoring on component level could be developed.
- 6) SPARTA is a closed system. All data is treated confidentially.

R&D

- 7) Benchmarking and R&D should be approached differently.
Benchmarking on windfarm level is very useful, especially for optimization of performance. Next to benchmarking all kind of R&D projects could be defined. In general this will require other kinds of data/data collection.
- 8) Specific R&D topics
For specific R&D the cooperation of one or more owner/operators is required.
Owner/operators will only make data available when the advantages (results of the research, e.g. like the development of new decision support tools) outweigh the disadvantages of sharing (confidential) data.
- 9) R&D project could be conducted as Joint Industry Projects. R&D organizations could make an inventory of the need for specific R&D with the owner/operators.

Dutch Platform Monitoring

- 10) A Dutch platform monitoring (not being a copy of SPARTA, but an organization where various stakeholders participate) could be a useful addition to look after the interests of the Dutch offshore wind sector in the future. Such a platform could help in defining Joint Industry Projects and to influence the SPARTA Steering Committee. Objectives and tasks of this Dutch platform monitoring are to be agreed.
- 11) Offshore wind is an international market
This entails that owner/operators in many cases are active in more than one country. Also R&D is often done in an international context (Eu-programs like H2020, SET-plan etc.). Standardization in the frame of monitoring is taking place within IEA task 33 33 'Reliability Data – Standardization of Data Collection for Wind Turbine Reliability and Operation Maintenance Analyses'.

Next steps

SPARTA

Given the fact that SPARTA is the leading platform for benchmarking wind farms it is recommendable that owner/operators active in The Netherlands should join SPARTA and/or include the Dutch wind farms into the system.

R&D Organizations

R&D organizations like ECN and TNO should make an inventory of the needs and wishes of owner/operators. Next specific value propositions and or JIP's can be defined and discussions can be opened with individual owner/operators (or combinations of these) to make data available for specific research projects.

TKI Offshore Wind

TKI Offshore Wind offers the possibility to support R&D projects according to the existing innovation agenda,

Ministry of Economic Affairs

At present it does not seem useful to oblige owner/operators to make available monitoring data. The question is if this would result in useful data for R&D purposes. The Ministry should follow the developments concerning SPARTA. When in the future SPARTA should not function as foreseen, an obligation might be reconsidered.

1 INLEIDING

In 2015 is door het TKI Wind op Zee in opdracht van RVO een advies uitgewerkt voor het Ministerie van Economische Zaken met betrekking tot de organisatie van monitoring van bestaande off shore windparken. Om tot een advies te komen is destijds een Stuurgroep Monitoring in het leven geroepen. Begin maart 2016 is over de werkzaamheden van de stuurgroep gerapporteerd [1]. In het betreffende rapport is het advies integraal opgenomen. In grote lijnen behelst het advies:

- 1) Zorg dat owner/operators van Nederlandse windparken zich aansluiten bij SPARTA;
- 2) Richt een Nederlands Platform Monitoring op, dat de belangen van de Nederlandse sector kan behartigen.

Begin mei 2016 is door RVO een opdracht verstrekt aan Overview BV om samen met ECN te onderzoeken hoe opvolging kan worden gegeven aan het eerder door de stuurgroep uitgebrachte advies. In dit rapport wordt verslag gedaan van de werkzaamheden die in dit kader zijn verricht en worden conclusies verwoord van belang voor de toekomstige organisatie van monitoring.

2 UITGEVOERDE ACTIVITEITEN

In het kader van dit project zijn een tweetal workshops georganiseerd: één op 29 juni 2016 en één op 21 oktober 2016. De agenda's en verslagen van de twee bijeenkomsten zijn opgenomen in de bijlagen 1 en 2.

Bijeenkomst 29 juni 2016 (zie bijlage 1)

De eerste bijeenkomst had tot doel de owner/operators actief in de Nederlandse wateren verder te informeren over SPARTA. Hiertoe zijn alle owner/operators individueel benaderd en uitgenodigd. Een lijst met contacten in het kader van dit project is opgenomen in bijlage 3. Het aantal owner/operators actief in Nederland is nog beperkt. Zij zijn alle goed geïnformeerd over SPARTA. Deels heeft dit te maken met het feit dat zij ook in de UK actief zijn en daar al lid zijn van SPARTA (Nuon/Vattenfall en DONG) en deels omdat zij zich oriënteren op deelname in SPARTA (Gemini) en daarom al een nauwe contacten onderhouden met SPARTA. Uit de bespreking kwam naar voren dat er behoefte is aan informatie over de gebruikerservaringen van de huidige deelnemers in SPARTA. Bovendien is er inzicht gewenst in de bruikbaarheid van de data in SPARTA en naar concrete voorbeelden van 'value propositions' voor specifieke R&D doeleinden.

De conclusie van de bijeenkomst is dat het op dat moment te vroeg is om over te gaan tot de oprichting van een Nederlands platform monitoring. Er is allereerst behoefte aan meer inzicht in het huidige functioneren van SPARTA en de toekomstige doorontwikkeling van dit systeem. Om deze vragen te kunnen beantwoorden is een tweede bijeenkomst georganiseerd.

Bijeenkomst 21 oktober 2016 (zie bijlage 2)

In de tweede bijeenkomst waren een tweetal medewerkers aanwezig van resp. Vattenfall en DONG die concrete ervaring hebben met SPARTA, waardoor het mogelijk werd meer duidelijkheid te krijgen over het functioneren van SPARTA. De bijeenkomst werd geopend met een drietal voordrachten vanuit respectievelijk TKI Wind op Zee (John Baken), ECN (Marcel Poodt) en TNO (Sjoerd van der

Putten). Deze presentaties geven een goed beeld van de huidige stand van zaken in Nederland, toekomstige mogelijkheden en internationale ontwikkelingen op het gebied van monitoring.

De presentaties zijn als bijlagen aan dit rapport gehecht.

De tweede bijeenkomst heeft veel inzicht opgeleverd. Met name het feit dat SPARTA toch vooral moet worden beschouwd als een benchmarking systeem en dat SPARTA nog volop in ontwikkeling is. NB: In het voorgaande rapport [1] is al ingegaan op de bestaande samenwerking tussen SPARTA en Fraunhofer, met name gericht op het uitbreiden van SPARTA naar componentniveau.

De huidige gebruikers zijn op zich vol lof over de inspanningen die tot op heden zijn gedaan om SPARTA te ontwikkelen tot wat het nu is. Het is gelukt in SPARTA alle owner/operators te verenigen die actief zijn in de UK. Het blijkt echter moeilijk te zijn om goede benchmarks te produceren. Dit heeft enerzijds te maken met integriteit van de data en anderzijds met het simpele feit dat niet alle windparken één op één te vergelijken zijn. Dit laatste heeft o.a. te maken met verschil in windklimaat en verschillen in opgestelde turbines. De aanwezigen geven blijk van hoge verwachtingen zowel wat betreft de verbetering van SPARTA als wat betreft toekomstige uitbreidingen.

3 CONCLUSIES

Uit de twee bijeenkomsten kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

SPARTA

- 1) SPARTA is nog volop in ontwikkeling. Op dit moment wordt hoge prioriteit gegeven aan data integriteit.
- 2) SPARTA is in eerste instantie opgezet als een benchmarking systeem.
Het aantal variabelen dat wordt bijgehouden is beperkt en betreft systeemniveau (hele park dus geen afzonderlijke componenten). SPARTA richt zich nu met name op performance en reliability. De frequentie waarmee variabelen worden gemeten is beperkt. De Stuurgroep heeft wel de ambitie om op termijn meer variabelen te gaan opnemen.
- 3) Vanwege het aantal en de frequentie van de data is SPARTA op dit moment minder geschikt als systeem voor specifieke research & development doeleinden.
- 4) SPARTA lijkt vooralsnog het dominante benchmarking systeem te zijn en te blijven in Europa. Er is veel energie en geld geïnvesteerd in SPARTA en er is veel draagvlak voor dit systeem. Het is niet zinvol om 'concurrerende' systemen op te zetten. Vanwege haar leidende positie is het waarschijnlijk dat op termijn meer owner/operators zich bij SPARTA zullen aansluiten. Dit zal een min of meer autonoom proces zijn.
- 5) De door SPARTA verzamelde data is niet beschikbaar voor derden.
De enige manier om data beschikbaar te krijgen voor onderzoeksinstellingen is om een verzoek in te dienen bij de SPARTA Stuurgroep in de vorm van een zogenaamde 'value proposition'.

Research & Development

- 6) Specifieke R&D onderwerpen vergen specifieke data, die over het algemeen niet aanwezig zullen zijn in SPARTA in zijn huidige vorm.
- 7) Voor specifieke research projecten is medewerking noodzakelijk van owner/operators voor het beschikbaar stellen van data. Owner/operators zullen dit alleen doen als de nadelen van het beschikbaar stellen van concurrentie gevoelige informatie opwegen tegen de voordelen (resultaten van research projecten in de vorm van nieuwe tools bijvoorbeeld).
- 8) R&D projecten kunnen worden opgezet in de vorm van Joint Industry Projects. Hiertoe is een inventarisatie nodig van mogelijke projecten waaraan owner/operators zouden willen meewerken.

Nederlands Platform

- 9) Vooralsnog lijkt een Nederlands Platform monitoring een beperkte toegevoegde waarde te hebben.
De verwachting is dat owner/operators zich op termijn zullen aansluiten bij SPARTA op basis van interne overwegingen. SPARTA biedt owner/operators voldoende voordelen en kansen om de performance van windparken te verbeteren.
Specifieke R&D projecten kunnen in de vorm van JIP's worden opgezet. TNO en ECN kunnen hier desgewenst het voortouw nemen door een inventarisatie te maken van wensen die leven bij de verschillende owner/operators.
Op termijn kunnen JIP's mogelijk aanleiding bieden om alsnog een Nederlands platform op te zetten, waarin dan mogelijk ook andere stakeholders worden betrokken.
- 10) Offshore wind is een internationale markt.
Dit betekent dat owner/operators vaak in meerdere landen actief zijn.
Ook zien we dat onderzoek zich voor een groot deel in een internationaal kader afspeelt (denk aan EU-programma's zoals Horizon 2020 etc.). Standaardisatie ten behoeve van monitoring speelt zich af in kader van IEA task 33 'Reliability Data – Standardization of Data Collection for Wind Turbine Reliability and Operation Maintenance Analyses'.

4 VERVOLGSTAPPEN

Kennisinstellingen

ECN en TNO zijn beide nauw betrokken geweest bij dit project. Zij zullen het voortouw nemen voor een inventarisatie van de wensen van de owner/operators naar specifiek onderzoek. ECN, TNO en andere kennisinstellingen zullen vervolgens mogelijk nauw betrokken zijn bij het opstarten van Joint Industrie Projects.

TKI Wind op Zee

Het TKI Wind op Zee zal de ontwikkelingen op enige afstand volgen. Wanneer zich concrete voorstellen ontwikkelen voor aan monitoring gerelateerde projecten dan zal TKI WoZ in lijn met haar taak als aanjager en coördinator van onderzoek bekijken of financiële ondersteuning vanuit haar of andere bestaande programma's mogelijk is.

Overigens past dit in de kennis- en innovatie agenda van het TKI (zie http://tki-windopzee.nl/files/2016-01/1452856233_kennis-en-innovatie-agenda-2016-2019-wind-op-zee.pdf , programmalijn 5)

Ministerie Economische Zaken

Het lijkt niet zinvol owner/operators die gebruik maken van SDE+ te dwingen tot het verstrekken van data bovenop de verplichtingen die voortvloeien uit deze regeling. Het is zeer de vraag of een verplichting zal leiden tot het verkrijgen van bruikbare data. Bovendien lijkt vanwege de positie van SPARTA zich een autonome ontwikkeling af te spelen waarbij owner/operators zich uit eigen beweging zullen aansluiten bij SPARTA, vanwege de meerwaarde die dit biedt voor hun eigen operatie. Op korte termijn lijkt daarom de aangewezen weg om de ontwikkeling van SPARTA en de deelname van owner/operators actief in Nederlandse wateren te bewaken. Indien op termijn blijkt dat SPARTA onvoldoende functioneert als katalysator voor performance verbetering en/of gerichte onderzoeksprojecten kan het Ministerie opnieuw overwegen tot verplichtingen over te gaan.

BRONVERMELDING

[1] 'Performance Monitoring Offshore Wind', TKI Wind op Zee, 1 maart 2016.

BIJLAGEN

- 1: Verslag bijeenkomst 29 juni 2016
- 2: Verslag en presentaties bijeenkomst 21 oktober 2016
- 3: Lijst van contactpersonen

Bijlage 1 Verslag bijeenkomst 29 juni 2016

Performance Monitoring Off Shore Wind

Date/time June 29, 14.00 – 15.30hr
Location ECN, Radarweg 60, 1043 NT Amsterdam

Bijeenkomst in kader organisatie monitoring offshore wind in Nederland

Aanwezig:

Eneco: Tom Obdam

NWEA: Guido Hommel

TNO: Sjoerd van der Putten

TKI Wind op Zee: John Baken

ECN: Marcel Poodt

AGENDA		TIJD
1. Welcome and brief introduction	<i>John Baken, why this meeting, the importance of monitoring</i>	
2. Getting acquainted		
3. Present status of performance monitoring	<i>John Baken Position of Ministry</i>	
4. Brief introduction into SPARTA	<i>Marcel Poodt</i>	
5. Discussion	<i>Will owner/operators active in The Netherlands join SPARTA?</i>	
6. How to proceed?	<i>Depending on outcome of discussion Do we want/need a Dutch Platform</i>	
7. Other business and questions		
8. Next meeting	<i>If needed we set a date for a next meeting</i>	

1. Welkom en introductie

John Baken opent de vergadering en heet allen hartelijk welkom. Hij constateert dat er een beperkte opkomst is, zeker vanuit de kant van de owner/operators. Behalve Eneco waren uitgenodigd:

Nuon/Vattenfall: Bertram van Zanten heeft aangegeven de uitnodiging intern door te zetten. Daarna niets meer gehoord.

Gemini: Bart Hoefakker heeft aangegeven dat hij verhinderd is. Ook zijn logische vervanger, Erik Korterink (WTG engineer Gemini) was ook niet beschikbaar. Bart heeft aangegeven dat het de bedoeling is dat Gemini gaat deelnemen aan SPARTA.

Westermeerwind, Anne de Groot heeft aangegeven dat Tonny Kroes de aangewezen persoon is. Beiden waren vandaag verhinderd. Tony heeft nog wel gemaild: “Zoals reeds eerder gemeld willen we van WMW graag geïnformeerd blijven over de voortgang en blijven we geïnteresseerd in een eventuele deelname aan het programma in de toekomst”.

DONG Energy, Jasper Vis en Steven Engels waren beide verhinderd. Zij waren bereid om Thore Fogh Blichfeldt Kristensen, de ‘SPARTA-specialist’ over te laten komen vanuit Denemarken speciaal voor deze meeting. In onderling overleg hebben we besloten dat niet te doen, omdat deze bespreking niet zozeer inhoudelijk, maar meer procesmatig van karakter is.

Tot slot was ook **Tennet** uitgenodigd. Zij hadden eerder aangegeven geïnteresseerd te zijn. Saskia Jaarsma was ook verhinderd. John heeft inmiddels een afspraak met haar staan op 13 juli. Tennet heeft een paar vragen gesteld die voldoende aanleiding geven tot nader overleg:

1. Hoeveel grid-data zit er in het huidige systeem, op welk detail niveau en wat voor assets gaat het dan om?
2. We zijn bezig om door Rijkswaterstaat een 'maritiem informatievoorzieningspunt' op te laten zetten. Daar gaat het om sensoren als windmeting, golfmeting, vogelradar. We vroegen ons af of er mogelijk impact is op of een combinatie te maken is met dit initiatief. Hebben de OWFs bijvoorbeeld meer / andere sensoren nodig, en eventueel ook op het platform? En m.b.t. de gegevensuitwisseling, loopt dit via de ICT structuur van TenneT en hoeveel bandbreedte is dan nodig?

Kortom wat ons betreft zeker relevant om op de hoogte te zijn en blijven, zou je mij op de hoogte willen houden van de ontwikkelingen en eventuele toekomstige meetings?

2. Kennismakingronde

Sjoerd van der Putten:

TNO werkt in verschillende domeinen in projecten op het gebied van structurele integriteit en monitoring. Hierin ligt de focus op drie aspecten: monitoring strategie, materiaalfaalmodellen en sensor ontwikkeling. Voorbeeldprojecten in offshore wind zijn: FeLoSeFI: over vermoeiing van staal, MONITOR: over monitoring strategie, SLOWIND: over fiberoptic sensors.

Guido Hommel houdt zich binnen NWEA vooral bezig met offshore wind.

Tom Obdam van Eneco is verantwoordelijk voor de bedrijfsvoering van Amalia en Luchterduinen.

Marcel Poodt, Projectleider metingen en experimenten bij ECN.

ECN past data monitoring toe voor een aantal gebieden: ondersteuningsconstructies (Monitor JIP), offshore maintenance (Fleetleader, Daisy4Offshore), wind farm ontwerpmodellen (EERA-DTOC), elektrische netwerken (EeFarm-II).

John Baken: projectmanager TKI Wind op Zee. Samen met Marcel voert hij een vervolgopdracht uit van RVO om de monitoring van bestaande offshore windparken te organiseren.

3. Huidige status

In de uitnodigingsbrief (voor het gemak opgenomen in de bijlage) is de voorgeschiedenis van het traject geschetst. Het Ministerie heeft naar aanleiding van het advies van de Stuurgroep aangegeven te onderzoeken of de verplichting tot monitoring kan worden opgenomen in de SDE-regeling.¹

NB: Eerder heeft een dergelijke verplichting in de SDE gestaan: art 11 van de regeling windenergie op zee 2009 (zie ook <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2009-17851.html>)

Artikel 11

De subsidie-ontvanger verstrekt tenminste eenmaal per jaar, op het tijdstip genoemd in de beschikking tot subsidieverlening, zowel per windmolen als per productie-installatie voor de productie van hernieuwbare elektriciteit met behulp van windenergie op zee, de volgende gegevens aan de Minister:

- a. de elektriciteitsproductie die per maand werd behaald bij het windaanbod in de betreffende maand;*
- b. de beschikbaarheid per maand van elke afzonderlijke windmolen en van de productie-installatie voor de productie van hernieuwbare elektriciteit met behulp van windenergie op zee;*
- c. de redenen voor en de duur van uitval;*
- d. het productieverlies dat gepaard ging met de uitval;*
- e. de effecten van de uitval van windmolens op de bedrijfsvoering en op het onderhoud van die windmolens.*

4. Korte introductie SPARTA

Alle aanwezigen zijn al behoorlijk op de hoogte van SPARTA. Marcel licht e.e.a. toe aan de hand van een door Ian Pritchard van The Crown Estate opgestelde presentatie.

NB: Ian was tot voor kort voorzitter Steering Committee SPARTA. Hij heeft inmiddels The Crown Estate verlaten en is opgevolgd door Adrian Fox.

SPARTA is een gesloten systeem. Er komen geen data naar buiten. Ook de deelnemende partijen krijgen alleen geanonimiseerde benchmarks. SPARTA kent wel het fenomeen 'value propositions'. Partijen kunnen voorstellen doen om data ter beschikking te stellen voor onderzoek of ontwikkeling van tools. De Steering Committee beslist over al dan niet vrijgeven van data voor specifieke doeleinden en de condities waaronder data worden vrijgegeven.

5. Discussie

Tom Obdam geeft aan dat Eneco zich momenteel buigt over de vraag hoe data collectie en verwerking efficiënt kan worden georganiseerd. Het feit dat voor beide door Eneco beheerde parken een full service contract voor 15 jaar is aangegaan is hierbij van wezenlijke invloed. Dit alleen al vanwege het feit dat Eneco hierdoor een beperkt belang heeft bij datacollectie en analyse. Toch groeit intern de interesse naar data en daarom is men nu aan het inventariseren welke mogelijkheden er zijn.

Gaande de discussie komen de volgende punten naar voren:

¹ Ondanks eerdere berichten vanuit Minez dat deze verplichting daadwerkelijk zou worden opgenomen, bereikte ons op 4 juli het volgende bericht: "We hebben er nog eens goed over nagedacht hier intern, maar zijn tot de conclusie gekomen dat de verplichting zoveel voetangels en klemmen heeft dat we die niet in de regeling voor Borssele 2 willen opnemen. Eerst nog maar eens zien hoe we de branche op vrijwillige basis kunnen meekrijgen, zoals in UK is gebeurd".

a) Ervaring

Men wil graag meer weten over de ervaringen van de gebruikers van SPARTA.

Is er al een evaluatie van het eerste jaar dat SPARTA volledig operationeel is? (dit is sedert april 2015). Waarom hebben alle owner/operators actief in de UK zich aangesloten? Voldoet SPARTA aan hun verwachtingen? Worden de doelstellingen m.b.t verbeterde performance en kostenreductie gehaald?

b) Detailniveau

Bieden de in SPARTA gemonitorde data voldoende inzicht?

Kunnen er goede trends worden geanalyseerd, of moet er meer frequent worden gemeten?

Wat zijn de plannen voor uitbreiding van SPARTA?

In dit verband wordt opgemerkt dat er verschillende voorbeelden zijn van meetcampagnes die al dan niet door betreffende overheden zijn opgelegd. Denk aan monitoring en evaluatieprogramma Egmond aan Zee, OWI-lab België, Alpha Ventus, waar diverse research programma's zijn gesubsidieerd door BMU.

c) Value propositions

Er is behoefte aan meer concrete voorbeelden: hoe ziet een value proposition er uit, aan welke onderwerpen moeten we dan denken?

6. Vervolg

Al met al komen we tot de conclusie dat het nog te vroeg is om over te gaan tot een Nederlands platform en of om andere concrete stappen te ondernemen. Om verder te komen zouden we een werkconferentie moeten organiseren, waarin:

- Huidige deelnemers in SPARTA hun ervaringen willen delen;
- Gediscussieerd kan worden over de toekomst van SPARTA, met name over de doorontwikkeling van het systeem;
- Een goed beeld kan worden verkregen van de waarde van SPARTA op dit moment en in de nabije toekomst. Hierbij dienen dan ook concrete voorbeelden van value propositions aan de orde te komen.
- Een uitspraak door de aanwezige owner/operators kan worden gedaan over de bereidheid om op vrijwillige basis de monitoring in Nederland te organiseren.

John en Marcel zullen het voortouw nemen in de organisatie van een dergelijke werkconferentie. We zullen ons er dan van moeten verzekeren dat er voldoende owner/operators aanwezig zijn. Verder zullen Minez en een of meerdere deelnemers in SPARTA worden uitgenodigd.

Bijlage: Uitnodiging bespreking d.d. 29 juni 2016

PLATFORM Monitoring Offshore Wind
Utrecht, 25 mei 2016

Inleiding

In 2015 is door het TKI Wind op Zee in opdracht van RVO een advies uitgewerkt voor het Ministerie van Economische Zaken met betrekking tot de organisatie van monitoring van bestaande offshore windparken. Om tot een advies te komen is destijds een Stuurgroep Monitoring in het leven geroepen. In maart 2016 is het advies voorgelegd aan het Ministerie. In grote lijnen behelst het advies:

- 3) Zorg dat owner/operators van Nederlandse windparken zich aansluiten bij SPARTA²;
- 4) Richt een Nederlands Platform Monitoring op, dat de belangen van de Nederlandse sector kan behartigen.

Het Ministerie van Economische Zaken heeft te kennen gegeven met name vanwege de potentie voor kostenreductie, te willen onderzoeken of aansluiting bij SPARTA voor owner/operators kan worden verplicht. Dit heeft ertoe geleid dat inmiddels gewerkt wordt om een verplichting tot monitoring van offshore windparken op te nemen in de SDE+ regeling.

Het TKI Wind op Zee werkt in nauwe samenwerking met ECN inmiddels aan de follow-up van de werkzaamheden van bovenbedoelde Stuurgroep. Dit betekent dat we nu willen overgaan tot de oprichting van een Nederlands Platform Monitoring Offshore Wind.

De doelstelling van het Platform is om enerzijds de monitoring in Nederland te organiseren en anderzijds de belangen te behartigen van de owner/operators actief in de Nederlandse wateren en van de Nederlandse sector als geheel. Het Platform zal bestaan uit owner/operators en kennis- en onderzoeksinstituten, eventueel gevolgd door andere stakeholders (denk aan investeerders, maakindustrie en netwerkbedrijven).

Concrete activiteiten van het Platform zullen zijn:

- 1) Het opstellen van Value propositions

Uit eerdere contacten met SPARTA is gebleken dat de beste manier om data ter beschikking te krijgen voor onderzoek en/of voor het ontwikkelen van design tools etc., value propositions kunnen worden ingediend bij de Steering Committee van SPARTA. Een value proposition maakt duidelijk of een bepaald onderzoek en/of een activiteit gericht op het ontwikkelen van bepaalde tools van waarde is voor de deelnemers in SPARTA en het vrijgeven van data rechtvaardigt. Het Platform zal value propositions uitwerken en indienen bij SPARTA.

- 2) Doorontwikkelen van SPARTA

SPARTA is in eerste instantie opgezet als een systeem dat data verzamelt en analyseert op het niveau van een windpark (systeemniveau). Dit heeft er in eerste instantie toe bijgedragen de drempel voor toetreding zo laag mogelijk te houden, met als resultaat dat alle owner/operators actief in de UK zich hebben aangesloten, waardoor ook waardevolle benchmarks mogelijk zijn.

Het is steeds de doelstelling geweest van de oprichters (The Crown Estate en ORE Catapult) het SPARTA systeem geleidelijk over te dragen aan de sector. De sector zelf zal uiteindelijk beslissen over de verdere ontwikkeling van SPARTA. Er is rekening gehouden met een uitbreiding van het aantal variabelen in het systeem en zelfs met een monitoring op component niveau. Op dit punt is al een samenwerking met Fraunhofer opgezet.

² SPARTA staat voor System Performance, Availability and Reliability Trend Analysis, een operationeel monitorings systeem opgezet door The Crown Estate en ORE Catapult. Alle in de UK actieve owner/operators zijn hierbij aangesloten. Voor meer info zie bijgesloten presentatie.

Het Platform zal ook voorstellen doen voor verdere ontwikkeling van het SPARTA systeem. Graag nodigen wij u uit voor een bespreking om de oprichting van het Platform voor te bereiden en verder vorm te geven. Deze bespreking zal plaatshebben op 29 juni 2016 om 14 uur bij ECN te Amsterdam (Radarweg 60). U kunt zich aanmelden via Liesbeth Batelaan, secr. TKI Wind op Zee: batelaan@tki-windopzee.nl. De agenda voor de bijeenkomst wordt u dan later toegestuurd.

Hoogachtend,

John Baken, TKI Wind op Zee
Marcel Poodt, ECN

In de bijlagen treft u aan:

- Rapportage van de Stuurgroep Monitoring
- Een concept- samenwerkingsovereenkomst, die de basis voor het Platform kan vormen
- Presentatie SPARTA

Bijlage 2: Verslag en presentaties 21 oktober 2016

Monitoring offshore wind

Date/time October 21, 2016, 13.30 – 16.00
 Location ECN office Amsterdam, Radarweg 60

Present

TenneT: Niek Olijve; DONG: Thore Fogh Blichfeldt Kristensen
 Eneco: Tom Obdam; Vattenfall: Masoud Asgarpour
 Gemini: Erik Korterink
 Ministry of Economic Affairs/RVO: André de Boer
 ECN: Marcel Poodt, Peter Eecen; Clym Stock-Williams; TNO: Sjoerd van der Putten
 TKI WoZ: Ernst van Zuijlen, John Baken.

Absent

Ventolines: Tonny Kroes

AGENDA		TIME
1. Welcome	<i>Introduction of participants</i>	13.30 – 13.40
2. Introduction	<i>John Baken</i> <i>Purpose of monitoring</i> <i>Position of Ministry of Economic Affairs</i> <i>Position of TKI Offshore Wind</i> <i>Options for the organisation of monitoring</i>	13.40 – 14.00
3. Examples of joint projects	<i>Marcel Poodt</i> <i>Concrete examples of projects for in depth data analysis and the development of tools for the benefit of the sector</i>	14.00 – 14.20
4. Developments in other sectors/countries	<i>Sjoerd van der Putten</i> <i>Lessons learned from other developments</i>	14.20 – 14.40
5. Short break		14.40 – 14.50
6. Discussion	<i>Do we want to make a joint effort in utilizing monitoring data?</i> <i>For what purposes?</i> <i>Do we need data from SPARTA?</i> <i>What data can we produce depending on the organization?</i> <i>Should we start a Joint Industry Project?</i>	14.50 – 15.30
7. Wrap up	<i>What next steps do we foresee?</i> <i>Action points</i>	15.30 – 15.45

After the introduction of the participants three presentations were given by John Baken, Marcel Poodt and Sjoerd van der Putten. The main messages of the presentations were:

- Monitoring of existing wind farms is important to improve performance and to achieve the necessary cost reduction;
- There are many stakeholders involved, each with their own interests;
- The sector should take it's responsibility and co-operate in data collection and data analysis;
- There are various ways to co-operate (not excluding one another): joining SPARTA, a Dutch platform monitoring and Joint Industry projects (JIP);
- Expected benefits of data collection are direct (for operators), sector-wide (for various stakeholders) and mid-/long-term (through research).
- Various examples of value propositions were mentioned. Benchmarking and 'value propositions' should be dealt with in different approaches.
- Much can be learned from other existing data bases in the wind sector and from experiences in other sectors like oil & gas sector and the civil sector;
- Soon there will be available an industry standard for data collection as a result of IEA Wind Task 33;
- Both ECN and TNO have a vast experience in monitoring and data analyses.

The presentations are attached to these minutes.

Discussion

Remarks and conclusions

1) SPARTA

SPARTA is primarily a bench marking system. The data that is collected is intended for benchmarking purposes for performance and reliability on windfarm level.

At present taxonomy and data integrity is an issue. The first priority to improve SPARTA and to get more useful benchmarks is to standardize the data input. The improvement of SPARTA should mainly be done from the inside.

The data now being collected in SPARTA is not well suited for research and development (R&D) purposes other than relatively generic analysis of system level reliability. The number of metrics and the frequency is limited.

There has been invested a lot of effort into SPARTA. It is not sensible to start a parallel initiative in the Netherlands for benchmarking of Dutch windfarms.

SPARTA is having discussions with similar initiatives in Europe for collaboration, so it can be expected that two or more initiatives will merge.

SPARTA can develop over time, meaning that more metrics could be covered and also monitoring on component level could be developed.

2) Benchmarking versus R&D ('value propositions')

Benchmarking and R&D should be approached differently.

Benchmarking on windfarm level is very useful, especially for optimization of performance.

Next to benchmarking all kind of R&D projects could be defined. In general this will require other kinds of data/data collection.

3) Availability of data

SPARTA is a closed system. All data is treated confidentially.

There is the possibility to submit 'value propositions'. There is not a high priority for this within the Steering Committee of SPARTA and next to that the point is that the data available in SPARTA is not necessarily suited for R&D purposes.

4) Bilateral cooperation

Standardization of data input (like being developed within IEA task 33) makes bilateral co-operation between owner/operators possible and useful. R&D organizations could make an inventory of the need for specific R&D with the owner/operators. They could even check if specific ideas for 'value propositions' are fulfilling the needs of (individual) owner/operators. Owner/operators have to weigh the pros and cons of making available certain data for specific R&D activities.

5) R&D capabilities

Within The Netherlands we have experienced research institutes like ECN, TNO, Universities (especially TU Delft), Marin, Deltares etc.

We also have the possibility to contribute financially to specific research projects from the TKI Offshore Wind program.

Owner operators should be aware of this and make use of this potential.

Next steps

1) SPARTA

Given the fact that SPARTA is the leading platform for benchmarking wind farms it is recommendable that owner/operators active in The Netherlands should join SPARTA and/or include the Dutch wind farms into the system.

2) Dutch R&D organizations should make an inventory of the needs and wishes of owner/operators. Next specific value propositions can be defined and discussions can be opened with individual owner/operators (or combinations of these) to make data available for specific research projects.

3) A Dutch platform monitoring (**not** being a copy of SPARTA, but an organization where various stakeholders participate) is a useful addition to look after the interests of the Dutch offshore wind sector. Such a platform could help in defining Joint Industry Projects and to influence the SPARTA Steering Committee. Objectives and tasks of this Dutch platform monitoring are to be agreed.



Monitoring Offshore Wind

John Baken
21 oktober 2016

Why?

To provide input for innovation

- Offshore wind: a young sector
- Much innovation
- Strong need for cost reduction

To provide input for the development of design tools and decision support tools

To improve performance

To provide information for financial organisations

To inform the public and build a positive image

Still prefers voluntary organisation

Position TKI Offshore Wind

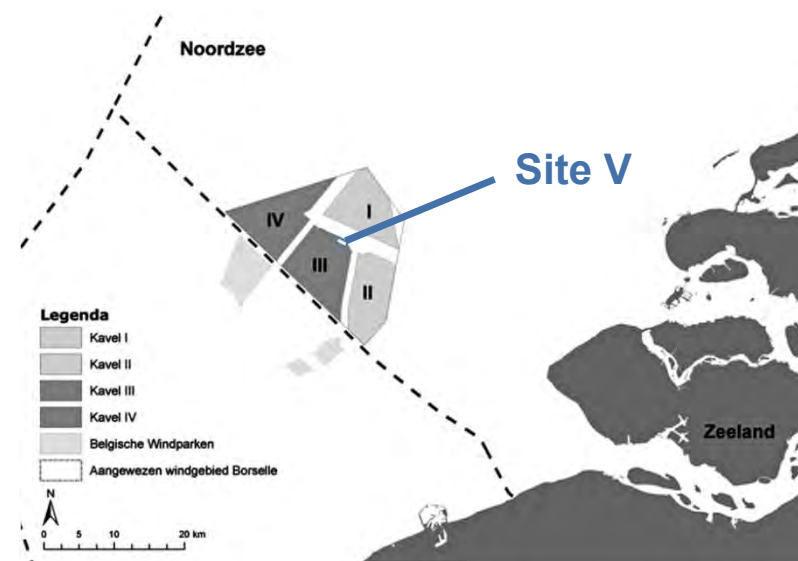
Monitoring helps our core business:

- Innovation
- Cost reduction (spec. O&M)
- Economic activity

TKI is there for the sector.

Just like demonstration (Borssele V),

TKI would like to facilitate well organised monitoring



Options to organise monitoring

- Joining SPARTA
- Organise a Dutch platform monitoring
- Start a JIP

Options do not exclude one another

SPARTA

- ✓ At present 21 wind farms: relevant bench marks
- ✓ SPARTA is a 'living system': operational but also work in progress
- ✓ Increasing number of metrics is medium to high priority*
- ✓ Value propositions are medium priority

Adrian Fox: "It is much easier to influence the system from within"

TKI Offshore Wind could
become a collaborating partner

* Data integrity has the highest priority



Dutch Platform

Creates opportunities:

- To exchange experiences
- To cooperate with other stakeholders
- To elaborate joint proposals
- To elaborate 'value propositions'
- To build a position within SPARTA
- Representative organisation (government/TKI etc.)

JIP

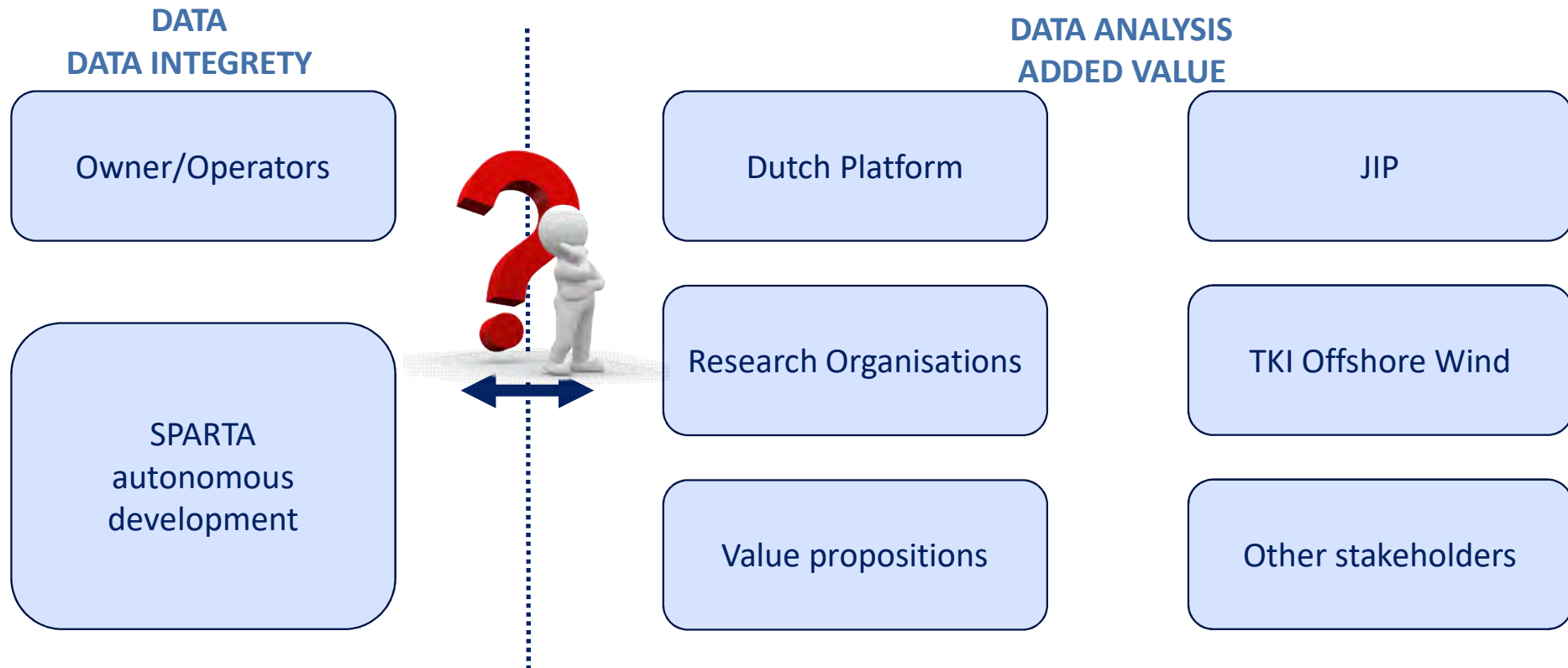


Joint Industry Project

Many parallels with Dutch platform

More specific projects

Overview





www.tki-windopzee.nl

Performance Monitoring of Dutch Offshore Wind Farms

Marcel Poodt

Amsterdam
2016-10-21

www.ecn.nl

Introduction

- ECN Wind Energy research lines:
 1. Support structures
 2. Wind power plant and the wind turbine
 3. Internal electrical network and connection to the grid
 4. Transport, installation and logistics
 5. Operation and Maintenance
 6. The wind farm in its environment
 7. **Research Infrastructure and Experiments**

Stakeholder analysis

Impact	Stakeholder	Interests	Type of data						
			Farm level					Turbine level	System level
			Covered by Sparta in UK						
			availability	reliability	performance	logistics	predictability	loads data	HSE
1	Government	system reliability							
2	Project dev's, Owners&Operators	cost reduction							
3	Turbine manufacturers	confidentiality (barrier)							
4	Investors, insurance companies	decrease uncertainty							
5	Grid operator	predictability, integration							
6	Research institutes	models, standardization							
7	Offshore engineering	design codes							
	Contractors	cost-benefit analyses							
	Maintenance companies	optimised O&M planning							
	Supply chain of components	component lifetime							
	Education	case studies							
	HSE and labor organisations	HSE guidelines							

- Various stakeholders, specific interests/barriers.

Benefits of monitoring

- | | |
|----------------|---|
| Direct | 1. Support Owner-Operators in operating existing farms <ul style="list-style-type: none">– benchmarks to identify improvement areas– improved decision-support tools |
| Sector-wide | 2. Improve position of OW sector and lower CoE <ul style="list-style-type: none">– enable stakeholders to increase learnings for future of offshore wind– de-risking of investments |
| Mid-/long-term | 3. Provide data for research <ul style="list-style-type: none">– feed models with actual data– validate models (design, cost, decision-support) |

Topics for value propositions

Optimization of Operations & Maintenance

- Improved O&M cost modeling
- Lifecycle management of turbine and sub-structure

Validation and improvement of wind farm design tools

- Wind farm design model (aerodynamic and electrical)
- Farm-to-farm wake model (typical frequency: 10 minutes)

Research on Forecasting and System Integration

- Day-ahead predictability
- System reliability studies
- Ancillary grid services

Study impact of standardisation of components, interfaces

Example 1. Optimization of Operations & Maintenance



A. Installation:

- **Objective:** improvement of installation schemes and methodologies, validation of installation modelling
Example of installation model: “ECN Install”
- **Type of data needed:**
 - vessel and equipment chosen for the project
 - number of foundation/turbines loaded per trip
 - cycle times of installation per component
 - Etc.

Example 1. Optimization of Operations & Maintenance



B. Operation & Maintenance

- **Objectives:**

- Benchmarking of O&M practices
- O&M strategy of operator
- Loads and life-time optimization

- **Type of data**

- Sparta database useful starting point
- More information on logistics and spare parts necessary for better modeling
- Tower acceleration measurements for load and life-time monitoring, 10-min.

Example 2 . Research on Forecasting and System Integration



1. Research objective	2. Type of data needed	3. Frequency of data	4. Extent of data (no. of farms, time scale)
a. <u>Enhance forecasting quality and dispatching</u>	concurrent meteo data, production data and prediction of wind farm clusters	1-hour and evt. 10-minute	preferably all offshore WFs, but at least one cluster (eg. Borssele 1,2,3,4)
b. <u>Predict and mitigate extreme ramps</u>	short-term local wind and production data. Power ramp rates and extreme events.	10-minute	one WF in Borssele cluster, preferably all WFs in Borssele cluster
c. <u>Optimize O&M and dispatching</u>	actual availability data from SCADA, error/maintenance status indication.	daily, 1-hour	one WF in Borssele cluster, preferably all WFs in Borssele cluster
d. <u>Improved thermal modeling</u> , cable losses. Seabed movements, curtailment strategies.	voltage and current measurements; temperature, mechanical stress and cable movements (FO).	hourly, 10-minute	at one export cable at least, preferably at all export cables
e. <u>Power quality and voltage control</u> : e.g. interaction between harmonics and transients onshore, in offshore transmission/collection.	harmonics current and voltage monitoring as well as event monitoring at MV and HV side of substations (off-/onshore).	10-min + fast event monitoring	at all TenneT HV substations (equipment expected to be installed anyhow).

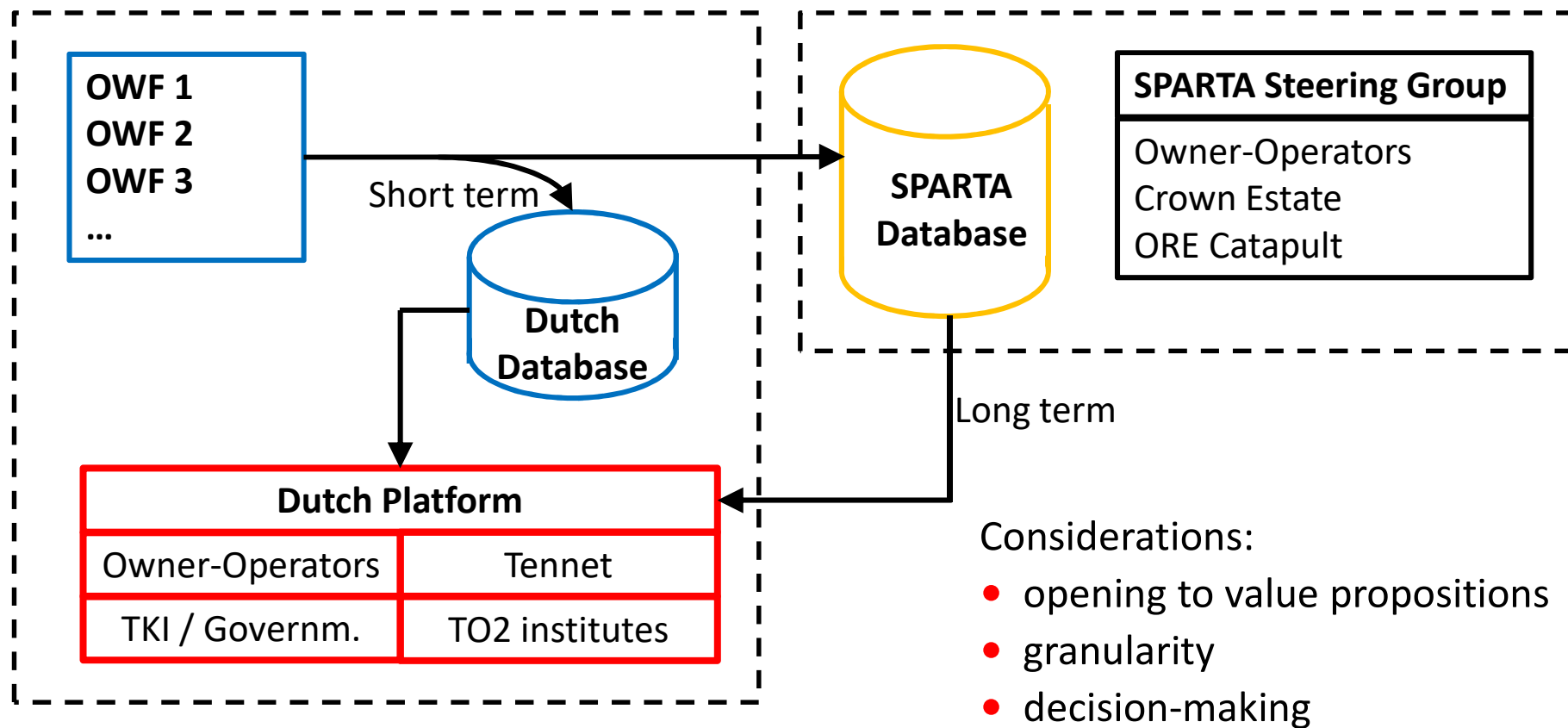
Metrics in SPARTA

Categories of metrics:

Performance:	Power produced, time-weighted availability, curtailment losses
Maintenance:	Special lifting repairs: component repairs requiring jack-up, days of cable outages
	System repairs: number of repairs per subsystem, mean time between repairs
Accessibility:	Vessel, helicopter and crew transfers
	Days of non-access and limited access (wind, wave)

- Currently 80 monthly metrics
- Data verification by GL
- Long term view of SPARTA:
 - Refinement and extension of metrics
 - More detail in reporting
 - Opening to value propositions
 - Collaboration with international partners

Possible monitoring structure for Dutch OWFs



Position of ECN

- Expertise in:
 - data handling and formatting
 - data storage
 - anonymization and confidentiality
- Experience in measurement projects for research and for industry
 - Wind turbine test site
 - Offshore measurements
 - Wind farms in other countries
- Independent
- Network with European research institutes
- Network with standardization bodies (IEA, IEC, FGW)
- Willing to set up and operate Dutch Database

A photograph of an offshore wind farm with numerous white wind turbines in a row across a blue sea under a clear sky. A white rectangular box with a yellow border is positioned in the lower-left area of the image.

Thank you for your attention

Back-up slides



Validation of integrated wind farm design tools



- **Tools for optimized design of WF lay-out**
- Example: EERA-DTOC program (www.eera-dtoc.eu)
 - integrated electrical-aerodynamic design tool for individual and clusters of offshore wind farms
 - simulation of farm-internal and farm-to-farm wake effects
- Validation currently hampered by lack of measurement data
 - especially synchronous measurement data for wind farm clusters
 - necessary for tool validation and uncertainty quantification

Validation of integrated wind farm design tools



- Description of data for WF design tool validation:

Type	Quantities	Frequency	Extent of data (no. of farms, time scal
Meteo	upstream wind speed and direction, shear, temperature, density	10-min.	preferably >1 year and multiple offshore WFs , but at least one cluster (eg. Borssele 1,2,3,4)
Operational	power output, pitch angles, rotor speed, yaw angle, status, anemometry	10-min.	
Turbine	Power curve, thrust curve, geometry, generator type, rated power output and reactive power capabilities (PQ chart/ diagram), wind turbines' transformer characteristics and connection voltages.	10-min.	
Electrical	Active power output (peak, mean, stdev.), Voltage level, Short circuit power value	10-min.	

SPARTA vision

The potential benefits of SPARTA are substantial and long term, driving operational improvements and reducing the levelised cost of energy (LCoE):

Reduced O&M costs

5% reduction as a consequence of SPARTA would save the industry £20 million per year representing **£439 million over the lifetime** of current projects

Reduced turbine failure rate

5% reduction would save the industry £7million per year and generate £5 million more per year in revenue, overall representing **£258 million over the lifetime** of current projects. This corresponds to an improved fleet availability of 0.2%

Reduced H&S exposure

5% reduction in wind turbine failure rate would reduce the number of crew transfers by approx. 900 per year or some **18,300 transfers over the lifetime** of current projects

Improved project availability

0.5% improvement would generate an additional 91 GWh per year across current projects, **sufficient to power 22,000 households**

Source: Values are based on cost modelling performed by DNV GL in August 2015 using estimated O&M expenditure figures for operational UK offshore windfarms in 2015

SPARTA

System Performance, Availability and Reliability Trend Analysis

SPARTA

What is SPARTA?

- System Performance, Availability and Reliability Trend Analysis
- 95% of UK offshore wind farms are participating
- Anonymous reporting on system downtime, repair interventions, weather conditions and crew transfers.
- allows owner/operators to benchmark their performance, focus on specific areas for improvement

Benefits for Dutch Owner-Operators:

- Existing framework
- Benchmarking
- Data integrity, format

› **RELIABILITY DATABASES AND TECHNOLOGY OVERVIEW**

Data monitoring used for reliable and cost effective assets | Sjoerd van der Putten

CONTENT

- › Dutch offshore wind monitoring initiative
- › Relevant ongoing wind energy reliability database initiatives
- › Examples of reliability databases other industries
 - › Oil and gas reliability database
 - › Digital twin as ultimate goal for asset managers
 - › Smart civil structures: Intelligente Bauwerke and Smart bridges
- › Technology development for reliability of assets at TNO
- › Concluding remarks



DUTCH OFFSHORE WIND MONITORING INITIATIVE

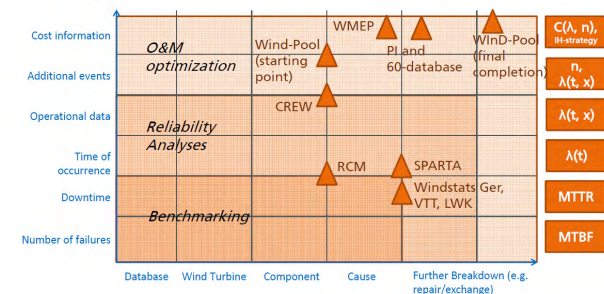
- › Reasons for joining in general
 - › To provide input for innovation
 - › To provide input for the development of design tools and decision support tools
 - › To improve performance
 - › To provide information for financial organisations
 - › To inform the public and build a positive image

- › SPARTA is one of the platforms that is mentioned as an option: to benchmark performance, enabling to focus on specific areas for improvement and identify measures to boost plant availability, reliability and performance. Reporting on a system level including: repairs, turbine availability, cable and grid outages, and heavy-lifting vessel usage.

RELEVANT ONGOING WIND ENERGY RELIABILITY DATABASE INITIATIVES

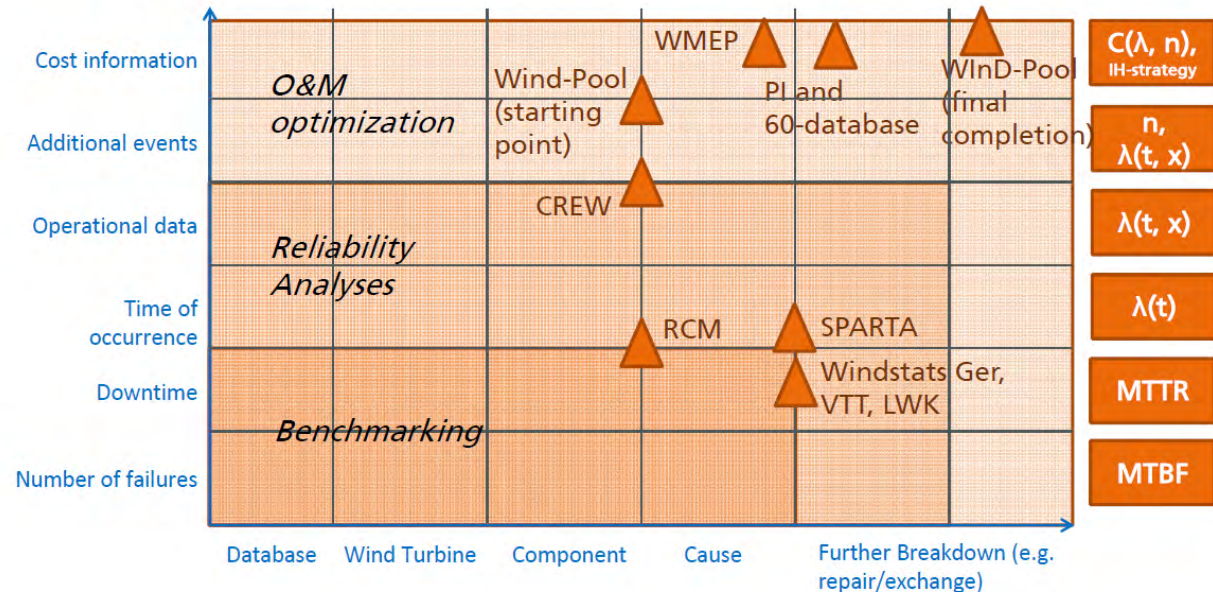
- › SPARTA, WInD-Pool
- › IEA Wind Task 33 Data collection and reliability assessment for O&M optimization of wind turbines
 - › Main recommendations to wind industry in general:
 - › Develop comprehensive wind-specific standard based on existing guidelines/standards, such as ISO 14224-2006 & FGW ZEUS
 - › Develop component- / material-specific definition of faults, location, and severity
- › GADS - Generating Availability Data System
 - › Reporting of wind performance data is mandatory for all Generator Operators on the North American Electric Reliability Corporation (NERC) registered entities that operate wind plants of 75 MW or greater of Total Installed Capacity
 - › 1. Sub-Group Data; 2. Performance Data; 3. Component Data.

Wind turbine reliability databases – Capabilities



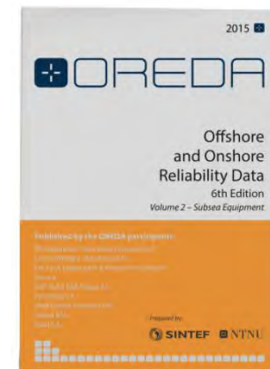
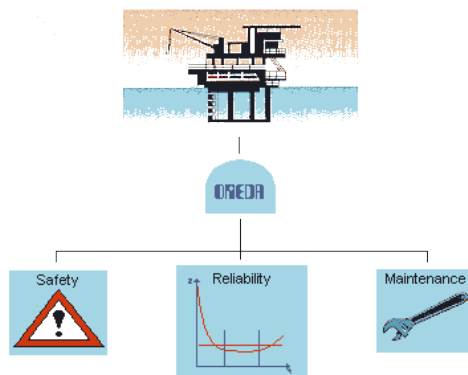
RELEVANT ONGOING WIND ENERGY RELIABILITY DATABASE INITIATIVES

Wind turbine reliability databases – Capabilities

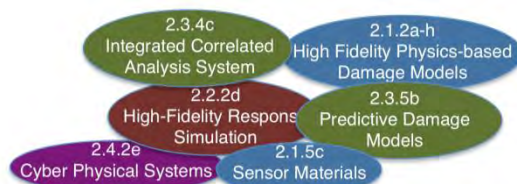


EXAMPLES OF RELIABILITY DATABASE: OIL AND GAS RELIABILITY DATABASE

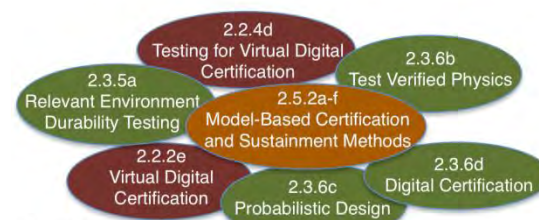
- › Offshore and Onshore Reliability Data (OREDA) project was established in 1981
- › ISO standard, "Petroleum and natural gas industries — Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment" as a result: ISO standard 14224 issued in July 1999
- › Eight Oil Majors involved as participating company at this moment. Preparation of studies and database update performed by DNVGL, SINTEF and NTNU
- › The main use of reliability data has been in engineering design and O&M optimization studies



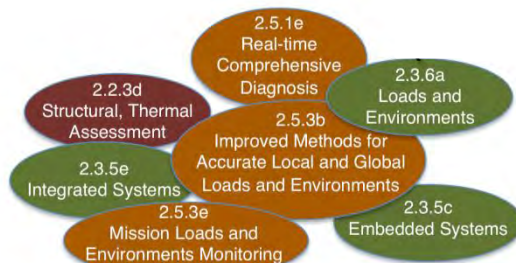
EXAMPLES OF RELIABILITY DATABASES: DIGITAL TWIN AS ULTIMATE GOAL FOR ASSET MANAGERS



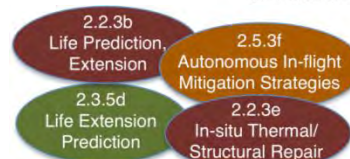
**High Fidelity
Modeling & Simulation
Development**



**Design and
Certification Methods**



Situational Awareness

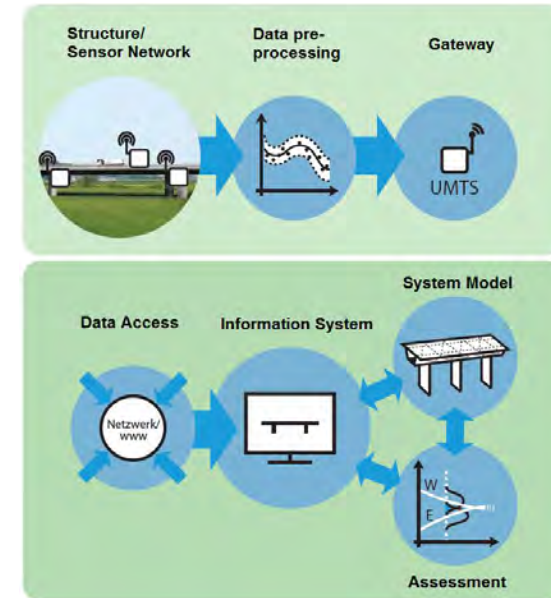


**Life Prediction and
Extension**

Materials
Structures
Mechanical Systems
Manufacturing
Cross Cutting Tech.

EXAMPLES OF RELIABILITY DATABASES: SMART CIVIL STRUCTURES

- › Intelligente Brücke road information database by German Federal Ministry of Transport and the Federal Highway Research Institute (BAST). Data are recorded routinely by the federal states' road-construction authorities during structural tests.
- › Bridge Data File Protocols for Interoperability and Life Cycle Management (U.S. Department of Transportation)



TECHNOLOGY DEVELOPMENT FOR RELIABILITY OF ASSETS AT TNO: SI PROGRAM

- › 4 yr program with use cases on concrete bridges, oil wells, military vehicles and offshore wind
- › Technology development on
 - › Multi scale material degradation models
 - › Load and response prediction
 - › Sensors for challenging conditions and tasks
 - › ICT solutions that enable data processing and information accessibility
- › Relevant reliability topics in offshore wind:
 - › degradation of typical existing offshore wind joints and connections (grouted, bolted)
 - › degradation of generic used materials like steel protected by coating or CP
 - › development of cost effective monitoring procedures and robust sensors
- › Alignment with ECN on scope and application

CONCLUDING REMARKS

- › Industry standard available soon for data collection and reliability assessment for O&M optimization of wind turbines. Next step envisaged is to add component- / material-specific definition of faults, location, and severity
- › Use of the OREDA database has led to significant savings in the development and operation of platforms
- › Smart infrastructure is being introduced by governmental organizations to manage similar assets in a cluster with similar characteristics in order to optimize cost effectiveness
- › Technology development on materials, computing and sensors is expected to enable cost effective smart infrastructure



» **THANK YOU FOR YOUR
ATTENTION**

TNO innovation
for life

Bijlage 3: Contacten monitoring offshore wind

Organisatie	Naam Functie	Email
Owner/Operators		
DONG	Thore Fogh Blichfeld Kristensen Data Analyst	thofk@dongenergy.dk
	Steven Engels Head of Market Development NL	steng@dongenergy.dk
ENECO	Tom Obdam Asset manager	Tom.obdam@eneco.com
Gemini	Erik Korterink	e.korterink@geminiwindpark.nl
Nuon/Vattenfall	Bertram van Zanten O&M manager	bertram.van.zanten@nuon.com
	Masoud Asgarpour	masoud.asgarpour@vattenfall.com
	Cat Brown	Cat.Brown@vattenfall.com
Westermeerwind	Tonny Kroes Asset Manager	tonnykroes@ventolines.nl
Kennisinstellingen		
ECN	Marcel Poodt Project leader measurements	poodt@ecn.nl
	Clym Stock-Williams Wind energy consultant	stock@ecn.nl
TNO	Sjoerd van der Putten Projectmanager structural dynamics	Sjoerd.vanderputten@tno.nl
Fraunhofer	Berthold Hahn Head of department wind farm planning	Berthold.hahn@iwes.fraunhofer.de
	Sebastian Pfaffel	sebastian.pfaffel@iwes.fraunhofer.de
SPARTA		
The Crown Estate	Adrian Fox	Adrian.Fox@thecrownestate.co.uk
Overig		
TenneT	Saskia Jaarsma Offshore NL	Saskia.Jaarsma@tennet.eu
	Niek Olijve	Niek.olijve@tennet.eu