

**University of Twente, Enschede
Friday, 17 April 2020**

Focus session ‘Big data and wind energy’

(An explanation in Dutch follows the abstracts)

Program:

- Joachim Peinke (University of Oldenburg, ForWind - Center for Wind Energy Research): title follows
- Simon Watson (TU Delft Wind Energy Institute (DUWIND)): Wind resource assessment and wind turbine condition monitoring
- Ine Wijnant & Jeanette Onvlee (KNMI): How big data is changing the future of meteorological information for wind energy
- Benjamin Sanderse (CWI): Quantifying uncertainties in wind energy: combining data and wind turbine models

Session leader: Richard Stevens (UT)

Abstracts:

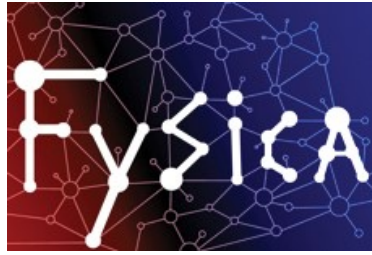
Joachim Peinke (University of Oldenburg):

Abstract follows

Simon Watson (TU Delft Wind Energy Institute (DUWIND): Wind resource assessment and wind turbine condition monitoring

This presentation will consider how machine learning can be applied in the fields of wind resource assessment and wind turbine condition monitoring. Numerical modelling of the climate is a time consuming process requiring significant resource. Machine learning is a potential way of reducing the complexity of weather patterns which can be used to target the use of more detailed numerical modelling of specific weather events. Wind turbines produce a large amount of data in operation, particularly SCADA data. This is a rich source of information in order to assess the state of health of the machine and machine learning can provide significant insight into turbine performance including the potential detection of faults. In this presentation, some examples will be given as the application of machine learning in these two important areas.

Ine Wijnant and Jeanette Onvlee (KNMI): How big data is changing the future of meteorological information for wind energy



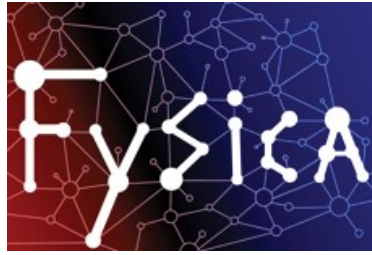
Combating climate change requires a transition to renewable energy. That is why there are very ambitious plans to increase the production of wind energy on the North Sea. In order to make accurate near real-time assessments of wind energy yields, and to optimize the location and spacing of wind farms, it is vital for the wind energy sector to obtain the best possible, spatially detailed climate information and wind forecasts. Such detailed information can be provided by using an increasingly larger variety and number of measurements, numerical atmospheric models with more and more detail and applied data science techniques.

It will be shown that a combination of big data and modelling allows us to describe the local wind climate more accurately: over longer time periods and at a higher resolution in space and time. Also, the increased capability of modern computers to process large amounts of data very fast, enables us to run increasingly realistic and fine-scale atmospheric models using more, and more diverse, measurements. This makes it possible to produce more accurate weather forecasts in less time, including better uncertainty assessments (ensemble forecasts), and to update them very frequently. Finally, a few examples are given of the potential benefits of using applied data science for the wind energy community, e.g. assessing the risk of wind load damage through machine learning.

Benjamin Sanderse (CWI): Quantifying uncertainties in wind energy: combining data and wind turbine models

In designing offshore wind turbines and wind farms, we face the following challenge: how to evaluate the power, cost and mechanical loads that a turbine is expected to experience during its lifetime at an offshore site, given large amounts of meteorological data that describe the local wind and wave condition. Given the uncertainty in the atmospheric conditions (wind speed, wave height, etc.), and the inaccuracies in the model predictions, this is a difficult problem to solve. It is, for example, practically impossible to evaluate a wind turbine aeroelastic computer model at all possible combinations of atmospheric conditions that are expected during the turbine lifetime.

We have developed a new approach in which a smart selection of the historical meteorological data is made, which is representative for the entire data set, and can be used as input to perform aeroelastic wind-turbine computations at a fraction of the cost compared to the full dataset. Our approach is based on adaptive numerical integration routines and results in uncertainty estimates of wind turbine power, loads, etc. These estimates can be used to improve turbine design and reduce the rather conservative safety factors currently in use in the wind industry.



Hoe big data de toekomst van windenergie verandert

Windenergie zal een cruciale bijdrage leveren aan het toekomstige duurzame energiesysteem van Europa. Windenergie op zee zal hier een aanzienlijk aandeel in hebben. Op dit moment heeft Nederland windmolens met een totaal vermogen van ongeveer 1 gigawatt (GW) in de zee. De huidige plannen voorzien in een uitbreiding naar 11 GW aan windparken in 2030. Dit komt overeen met 40% van ons huidige elektriciteitsverbruik. Daarnaast heeft Nederland ambitieuze plannen om de hoeveelheid windmolens uit te breiden naar 35 tot 75 GW in 2050. Een groot deel van het Nederlandse deel van de Noordzee zal hiervoor gebruikt moeten worden. Om deze grote ambities te verwezenlijken is het noodzakelijk om de beschikbare ruimte en wind zo efficiënt mogelijk te gebruiken. De exploitatie van een groot aantal offshorewindmolenparken in de Noordzee vereist een nieuwe denkwijze en het realiseren van de ambities zal de komende decennia veel onderzoek vergen. De ontwikkeling van revolutionaire technologieën biedt hierbij veel economische kansen.

Het gebruik van big data zal een grote rol spelen in de verdere ontwikkeling van hernieuwbare energiebronnen zoals wind. In feite komen we het gebruik van big data tegenwoordig bijna overal tegen. In de geneeskunde om betere diagnoses te stellen, bij bedrijven voor het verbeteren van producten en bij researchewerk door politie en veiligheidsdiensten. In de hernieuwbare energiesector worden big data en *machine learning*-technieken gebruikt om technologieën zoals windenergie verder te ontwikkelen en daarmee de energietransitie mogelijk te maken.

Het opwekken van hernieuwbare energie maakt een snelle ontwikkeling door. Zo is het wereldwijde gebruik van windenergie verzesvoudigd in de afgelopen tien jaar. Door deze spectaculaire ontwikkeling wordt het een steeds grotere uitdaging om optimaal met de onvoorspelbaarheid van hernieuwbare energiebronnen om te gaan. Gelukkig is het tegenwoordig mogelijk om big data uit atmosferische en klimaatstudies te gebruiken om de productie en distributie van windenergie te verbeteren. Dit wordt gedaan door gebruik van hoge-resolutiesimulaties van windparken te combineren met resultaten van weer- en klimaatmodellen, satellietmetingen en historische meetgegevens.

Daarnaast zorgt de snelle vooruitgang van sensoren voor een grote toename in de kwaliteit en kwantiteit van meetgegevens die gebruikt worden bij de regeling van windturbines. Deze data kunnen gebruikt worden om het gebruik van windturbines te optimaliseren. Daarnaast kunnen meetgegevens, in combinatie met *machine-learning* technieken, gebruikt worden om de onderhoudsplanning te stroomlijnen. Zo kan het onderhoud dusdanig gepland worden dat onderbreking in de stroomproductie minimaal is.

In de sessie *How big data is changing the future of wind energy* die wordt gehouden tijdens FYSICA 2020 op de Universiteit Twente zullen deze trends worden besproken door verschillende internationale experts uit binnen- en buitenland. Sprekers op het symposium zijn Joachim Peinke, hoogleraar aan de Carl von Ossietzky Universiteit in Oldenburg en woordvoerder van ForWind, het centrum voor windenergie-onderzoek in Duitsland, Simon Watson, hoogleraar aan de TU Delft en directeur van DUWIND, het onderzoeksinstituut voor windenergie onderzoek van de TU Delft, Ine Wijnant en Jeanette Onvlee-Hooimeijer van het KNMI en Benjamin Sanderse van het CWI Amsterdam. Dit symposium sluit aan op de plenaire voordracht van Peter Bauer van het ECMWF (het Europees Centrum voor Weersverwachtingen op Middellange Termijn) over de internationale samenwerking bij het gebruik van big data om de numerieke weersvoorspellingen te verbeteren.

Referenties genoemde data:

- <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzame-energie/windenergie-op-zee>; 7 januari 2020.
- The Netherlands' Long Term Offshore Wind R&D agenda, TKI Wind op Zee; topsector Energie, 9 oktober 2019