

## In this issue

### Wind Farm Analysis

Karl Merz describes the ongoing work on Wind Farm analysis and control

### Professor II Jørgen Krokstad og Post Doc Lene Eliassen

Jørgen Krokstad er ansatt på Statkraft og er samtidig Professor II ved NTNU. Les intervjuet av ham og Post Doc Lene Eliassen og deres tanker om offshore vindforskning

### Dr Tania Bracchi

Tania Bracchi was a NOWITECH PhD fellow and is now an Associate Professor at HiST, Trondheim

### Vindkraft koblet til offshore olje- og gassinstallasjoner

Kraft fra offshore vindturbiner, med hovedmotivasjon å redusere CO<sub>2</sub>-utlipp

### Sanntids hybrid modelltesting av offshore vindturbiner

Skalerte modelltester i lab for å kvalifisere nye teknologiske løsninger

### EERA Deepwind 2015 4th – 6th February Trondheim

Over 100 abstracts received – don't miss this event!

## NEWSLETTER December 2014

1

3

5

7

7

8



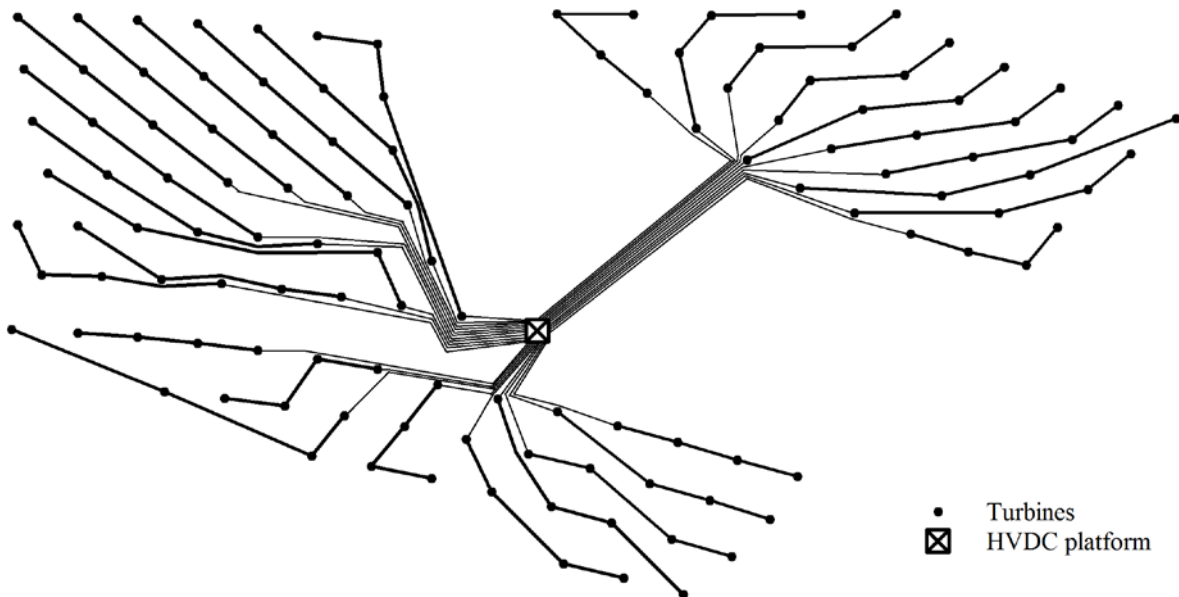
[www.nowitech.no](http://www.nowitech.no)

## Wind Farm Analysis

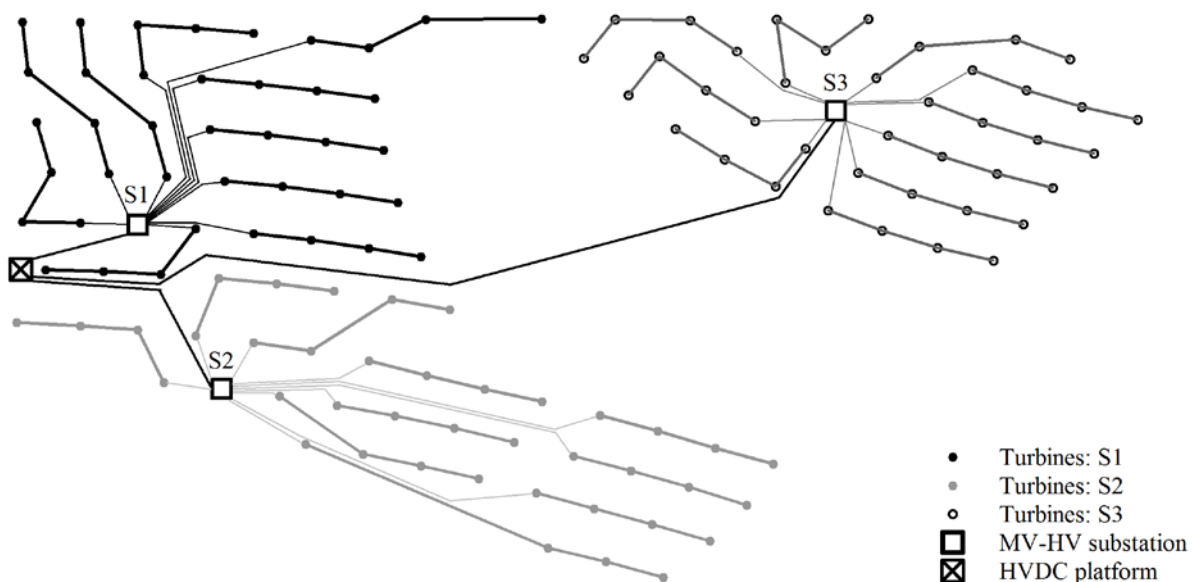
There is a need for the analysis of a large wind farm as a holistic, integrated system. This is necessary in order to calculate the annual energy production (AEP), which depends on both aerodynamic and electrical efficiencies; to understand the loading on various mechanical and electrical components; and to design the supervisory control system.

The integrated analysis of a wind farm requires a thorough definition of the system. With this in mind, NOWITECH (The Norwegian Research Centre for Offshore Wind Technology) and NORCOWE (The Norwegian Centre for Offshore Wind Energy) are designing a family of offshore wind farms which are intended to represent the next generation to be constructed in the North Sea. The present design is based on the Creyke Beck A site, within the Dogger Bank region of the North Sea, in UK waters. The Dogger Bank Reference Wind farm (DRW) is composed of 120 DTU 10 MW Reference Wind Turbines, for a total rating of 1.2 GW.

Electrical collector grid voltages of 33 kV and 66 kV were compared, with 66 kV being more economical. The dimensions of the collector grid cables were optimized for minimum lifetime cost.



A simplified atmospheric boundary-layer analysis was conducted, in order to estimate the hub-height wind speed through the farm, and thereafter the annual energy production (AEP): the DRW is expected to produce 5.3 TWh measured at the onshore point of common coupling, which corresponds to a capacity factor of 0.51. A spacing-to-diameter ratio of 10D was chosen based upon a tradeoff between AEP and the assumed incremental cost of installing foundations in deeper water.



Contact person ([Karl.Merz@sintef.no](mailto:Karl.Merz@sintef.no))

## Professor II Jørgen Krokstad og Post Doc Lene Eliassen

Jørgen Krokstad er professor II i Statkraft, styremedlem i NOWITECH og jobber sammen med post doc. Lene Eliassen.

- Vi har litt spesielle stillinger i Statkraft, da vi ikke har egen FoU-avdeling, men jobber med forskning, sier Jørgen Krokstad. I Statkraft er offshore vind viktig selv om vi ikke har egen forskningsavdeling på dette.

- Jeg begynte som seksjonsleder i Innovasjonsavdelingen i Statkraft i 2009. Jeg hadde den gang ledelse for alle FOU programmene. Et av disse var Havenergiprogrammet som var rettet mot universitetet med fokus på tidevann, bølgekraft og vindkraft. Det var lagt opp til å finansiere denne typen universitetsprogram med blant annet doktorgrader. Programmet finansierte på den tiden også et eget professorat. Etterhvert fant vi ut at det var relevant at jeg selv også kvalifiserte meg til en stilling som Professor II.

Frem til 2013 ledet Krokstad Statkraft's fagprogrammet "*Competitive Wind Power*" eller på norsk *konkurransedyktig vindkraft*.

- Det er krevende å prioritere FOU i en bedrift som ikke har FOU resultater som hovedmål. Støtte til de investeringstunge utbyggingsprosjektene er vår hovedoppgave. Som Professor II kan jeg dedikere mer tid og ikke minst få akademiske ressurser rundt meg, slik som jeg har nå fått gjennom Lene Eliassen (3-årig post. doc.) og Suja-Thauvin Loup (3-årig industri-PhD).



Post Doc Lene Eliassen og Prof. II Jørgen Krokstad

Perspektivet vårt ligger innenfor 4-5 år og på vanddyp mellom 20 og 45 meter, og der satser vi på bunnfaste installasjoner.

*Statoil satset på flytende installasjon, hvorfor gjør ikke Statkraft det samme?*

Dette er nok fordi Statoil så for seg Norge som et potensielt marked og på norsk sokkel har vi dypt vann. Hvis vi har et internasjonalt marked og tenker internasjonalt, så tenker vi "hvor er de beste støtteordningene og hvor

Krokstad understreker at det er krevende å følge opp et så stort prosjekt som NOWITECH.

- Men det er viktig å jobbe faglig. Det synes alle industrideltakere. Vi kan ikke dekke alle områder, men jobbe på egne faglige områder. Vi får mer ut av programmer som NOWITECH ved å ha egne folk som jobber tett i stedet for å stede på e-rom. Det finnes noen innenfor Hydrologi og vannkraft i Statkraft som har tilsvarende stilling som meg, sier Krokstad.

- Jeg brenner for faglig relevant stoff i høyrisikoprojekter. Vi kan heller ikke bare jobbe på dypt vann; vi mangler fortsatt kunnskap om store turbiner og bunnfaste installasjoner som gir betydelige kostnadseffekter. Vi har helt klart mer enn nok utfordringer i vanddyp opp til 50 meter.

kan vi tjene penger?". Svaret på dette er: England, Tyskland, Danmark, Nederland, Belgia. Der har vi omtrent samme bunnforholdene i motsetning til utenfor Norge som har komplekse bunnforhold. Det er åpen konkurransen rundt disse utbyggingene. Vi er i dag Europas største produsent av fornybar energi - og med stor lagringskapasitet. Vi er også svært stor på trading av kraft. Vi hadde ingen offshore erfaring da vi startet og derfor var samarbeidet med Statoil viktig.

Lene Eliassen har krysskompetanse mellom aerodynamikk og hydrodynamikk. Hun har jobbet i selskapet Subsea 7 i 2.5 år med hydrodynamiske beregninger. Hun har videre jobbet med "fluid – structure interaction" og Vortex teori i sitt doktorgradsarbeid ved Universitet i Stavanger.

- Nå er det store rotorer som er fokuset i post doc.-perioden. Det er et interessant felt, men det mangler referanseturbiner i akademia som er lik det som for øvrig benyttes i industrien. Statkraft er i denne sammenheng først og fremst interessert i lastene som må håndteres mot fundamentstrukturen.

Eliassen sier at det også er viktig at man ikke skalerer opp alt lineært.

- Når større strukturer blir designet blir det typisk designet med standard metoder, men så glemmer man at det oppstår nye effekter. Yme-plattformen er eksempel der det gikk galt når man ikke tok hensyn til større skala. Det er derfor viktig å utfordre etablert design.

- Effektene som Lene jobber med er forskjellig fra det en ser direkte fra vindspekteret tillegger Krokstad. I tillegg har vi lyst til å se litt nærmere på vindfeltene offshore. For å gjøre dette på en god måte bør det måles både temperatur og vindhastigheter. Til dette er bruk av Lidar aktuelt.

- En annen grunn for at jeg ønsker å ha forskningsressurser tett innpå meg i samarbeid med f.eks. NOWITECH, er for å kunne prioritere blant annet grunnvannsproblematikk. Det er flere kunnskapsgap som ikke er lukket innenfor dette området. Da er det viktig å kunne prioritere. Stikkord er f.eks. grunt vannskinematikk og ikke-lineære laster. Dette har i liten grad vært i fokus ved design av offshore strukturer.

*I forbindelse med Smøla testsite tenker Statkraft nå å installere en stor testturbin?*



Smøla Vindpark Foto: Statkraft

- Som mine kolleger i Dong Energy sier så må du ut av kontoret og være med i teknologien og få egen erfaring. De driftsmessige nytte lastene er i praksis en black-box i dag – vi vet rett og slett ikke i dag hvilke laster vi får fra en turbin. Det vil derfor bli installert instrumentering godt ut over det vanlige – mer enn bare SCADA. Vi vil undersøke muligheten for å ta ned belastningen av turbinen for å se på balansen mellom produksjon og krefter, forteller Krokstad.

- Smøla demopark har som nevnt vært tenkt å brukes for vindlaststudier. Vi skal også se på kontrollene som er tett koblet mot det elektriske systemet. De eksisterende turbinene på Smøla var tenkt benyttet, men har gammeldags teknologi i dag. De er bygd i 2001

og har ikke variabel rotasjonshastighet. Testturbinene er nå tenkt å være på et helt annet nivå. Dette skal ikke bli en testturbin for en turbinutvikler, det skal være en testturbin for Statkraft. Det er imidlertid ikke utenkelig at Statkraft kan åpne for forskningsmiljøene i sin turbin. Statkraft kan da dra nytte av det de har investert i FME'ene som blant annet NOWITECH.

- Vår PhD student Loup skal jobbe med ikke-lineære tema innenfor hydrodynamiske laster og større fundamentene. De store fundamentene skal understøtte store turbiner for å redusere kostnad pr. MW. En må kunne svare på om en oppskalering av de svært dynamiske fundamentene kan gjøres uten at nye design krav må etableres.

- Til slutt må vi få frem at vi har stor nytte av FME'ene som har hatt viktig innflytelse ved å få relevante FOU oppgaver på dagsorden. Det kommersielt orienterte forskningsmiljøet i Trondheim gir ytterligere press på resultater. Det er et fantastisk lab- og FOU-miljø i Trondheim, avslutter Krokstad.

Contact person ([Jorgen.Krokstad@statkraft.no](mailto:Jorgen.Krokstad@statkraft.no))

## Dr Tania Bracchi – now at HiST



PhD Tania Bracchi just before her PhD defence

*Tania, first of all congratulations on your PhD and new position as Associate Professor at HiST! Tell us what topics you will be working with and about the activity around the "Bachelor of Science – Renewable Energy" study.*

- The program for Renewable energy engineering studies at HiST is with the Department of Electrical and Computer Engineering at the Faculty of Technology. The Department has 25 employees. The program started in 2012, and it is still developing. The students get an overview of the existing renewable energies, with special focus on wind and water power. My feeling is that there is freshness, and thus very much enthusiasm around developing this topic into an educational program, which is important and attractive on a national level.

- There is much work to do in order to build up laboratories and facilities. We have two small wind turbines on our roof, one vertical axis and one horizontal axis. This is connected to a data collection system enabling us to record and study the data. And of course we have many actual wind farms to visit around in Trøndelag. I think my background in fluid dynamics will complement the competence that already exists in electrical and computer systems for renewables here at HiST.

*Looking back at your NOWITECH scholarship period: What do you think was different working in an FME (NOWITECH) compared to doing a doctorate outside a big research group?*

- It was useful and stimulating to have an overall view of offshore wind energy, and to be part of a group with a common goal. I enjoyed the NOWITECH workshops related to the reference wind turbine, since I have learnt a

lot about many different aspects involving wind turbines. Another aspect I appreciated was the close collaboration with the industries, through the meetings and the annual DeepWind seminars. - The best experience: quite general - I loved to be part of research at NTNU, which is a place with very good resources, and a very stimulating environment. Per-Åge Krogstad has been my supervisor, and I hope we can continue what is already a good cooperation between HiST and NTNU and develop this cooperation further.

*Recruitment of female researchers is an important topic as there is a good gender balance among Master-students, but fewer women continue with a doctorate degree and a research career. What do you think can be done to encourage more women to engage in renewable energy/offshore wind research?*

- Women doing research in this area has increased. But in general it is also a question of generation. Leadership positions today are mostly men, but I expect this will change in the future. Having a background from Italy where the situation is much harder for female researchers, I am used to male environment and the situation is far better in Norway. In Italy it is generally difficult for women to get a job in industry or in academics.

A couple of suggestions would be to increase information to Master- students and promote role. Many students believe that a research careers are much more boring and lonely than industry work, which is not true. It seems that it has become more popular for Norwegian students to consider a PhD. When I first started there were mostly international PhD students. I think it is important for the female students to see that you will not be working alone, but in stimulating groups. This was indeed also one of the advantages by working in NOWITECH, where there are many to meet and discuss with.



The wind turbines on the roof of the HiST building

*Was it worthwhile to do a PhD?*

- I think all PhD students go through hard times when they think "is this really what I want?" And then when all the "suffering" is over it is indeed very rewarding. It not only opens doors in your career, but it also gives a very personal satisfaction. You look back and see that you have achieved something through hard work and determination.

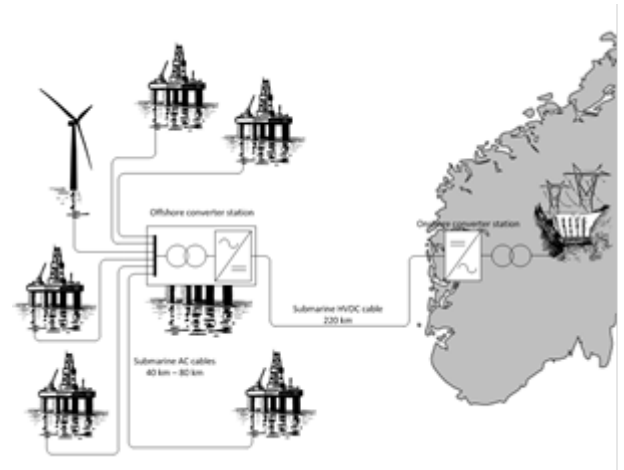
- For me to be able to combine teaching – which I love – and research is a perfect start of the next phase in my life. My wish to contribute by creating enthusiasm among the students, and share my thoughts on how important renewable energy is for the future. I look forward to the coming years, learning to know new colleagues, new students and last but not least following the latest developments in wind energy. When it comes to research, I think I will focus in the beginning on publishing my PhD work in addition to the teaching part. Later I will try to establish cooperation with other groups and focus on rotor aerodynamics or similar topics.

Contact person ([Tania.Bracchi@hist.no](mailto:Tania.Bracchi@hist.no))

## Vindkraft koblet til offshore olje- og gassinstallasjoner

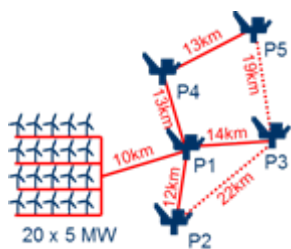
Denne aktiviteten har sett på muligheter for å forsyne olje- og gassplattformer med kraft fra offshore vindturbiner, med hovedmotivasjon å redusere CO<sub>2</sub>-utlipp forbundet med petroleumsvirksomheten på norsk sokkel. Både eksisterende plattformer som i dag forsynes via gasturbiner og nye plattformer elektrifisert med kabel fra land er aktuelle for vind-integrasjon. I første tilfelle vil vindkraften kunne erstatte mye av gasskraften. Ved elektrifisering vil deling av kabelinfrastruktur kunne være av stor felles nytte.

Tekniske og driftsmessige spørsmål har blitt belyst i en serie studier som nylig ble oppsummert i en NOWITECH milepæl-rapport.



Kraftelektronikk i vindturbiner eller HVDC-omformer tillater stor grad av kontroll som kan utnyttes til å sikre stabil spenning og frekvens på plattformen, selv ved hurtige endringer i vind eller feil i komponenter. Ulike strategier for samdrift av gass- og vindturbiner har blitt analysert for å kvantifisere den økonomisk og miljømessig nytten.

Et titalls publikasjoner har beskrevet og analysert konseptene i detalj. I det store og hele viser disse analysene at systemer med vindkraft koblet til offshore olje- og gassinstallasjoner er driftsmessig stabile og pålitelige, og er økonomiske og miljømessig fornuftige. Disse resultatene har økt interessen i oljebransjen for å vurdere denne muligheten, og både Statoil og DNV GL har nylig engasjert seg for å videreføre disse ideene.

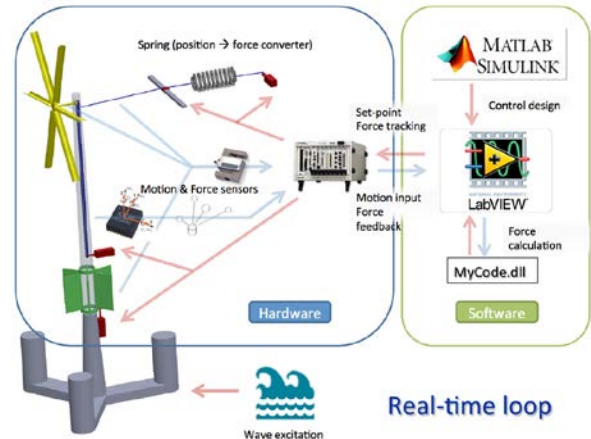


Contact person ([Harald.Svendsen@sintef.no](mailto:Harald.Svendsen@sintef.no))

## Sanntids hybrid modelltesting av offshore vindturbiner

Skalerte modelltester i laboratorium er viktig for å validere numeriske modeller og for å kvalifisere nye teknologiske løsninger. Tradisjonelt har marine konstruksjoner blitt testet i havbasseng og vindturbiner i vindtunnel. Offshore vindturbiner påvirkes imidlertid både av vind og bølger, men ved nedskalering gjelder ulike lover for vind og bølger så i en tradisjonell skalert test må det gjøres kompromiss som kan gi betydelig usikkerhet i resultat. Sanntids hybrid modelltesting er en ny metodikk som løser dette ved at en i havbassenget generer skalerte bølger kombinert med sanntidsregnemodeller og aktuatorer som påfører riktig skalert vindlast på turbinen. Dette er en metodikk som har blitt utviklet ved å benytte resultat fra flere arbeidspakker i NOWITECH, og ved å kombinere kunnskap både om numerisk beregning og praktisk laboratoriearbeid. Det er

etablert et første slikt oppsett i havbassenget med en skalert flytende turbin som testobjekt. Arbeidet vil gi et vesentlig bedre grunnlag for validering av numeriske modeller utviklet i NOWITECH og vil fortsette også i 2015. Det er også søkt om EU prosjekt under H2020 programmet for videre internasjonalt samarbeid for videreutvikling av denne metodikken for kvalifisering av nye teknologiske løsninger for store flytende vindturbiner.



Contact person ([Ole.Okland@marintek.sintef.no](mailto:Ole.Okland@marintek.sintef.no))

## EERA DeepWind'2015 Deep Sea Offshore Wind R&D Conference

EERA DeepWind'2015 is the 12th Deep Sea Offshore Wind R&D Conference to be held in Trondheim, Norway at Royal Garden Hotel from the 4<sup>th</sup> to the 6<sup>th</sup> February.

Over 100 abstracts are received, and this year will have many interesting presentations with a large international contingent. Don't miss it! You can find more information at the [EERA Deepwind Website](#).

The conference has been developing every year since 2004, and is established as an important venue on deep sea offshore wind R&D. The conference is organized in association with the European Energy Research Alliance (EERA) joint programme on wind energy, and has since 2014 been extended to a three day event giving more time for presentations and networking. The aim is to present the latest and best on-going R&D on deep sea offshore wind farms.

## God Jul og Godt nyttår til alle i NOWITECH

Og siste men ikke minst; hvis du vil ha litt adspredelse finner du NOWITECHs Julekryssord på [NOWITECH news](#). 3 Vinnere får hver sin konfekteske!