

Resilient vindenergiproduktion – Teknologisk innovation og risikoleadelse under installation og drift i krævende miljøer

1. Kort introduktion

Vindsektoren i Danmark har været udfordret i de seneste år, da markedet har ændret sig globalt. Dette indebærer en risiko for, at vi enten ikke længere vil være førende, eller at markedets spilleregler ændrer sig. I den voksende vindenergisektor er behovet for teknologisk innovation, digitalisering og specialiserede serviceydelser afgørende for at styrke både branchens og samfundets resiliens. Det vil imødekomme samfundsbehovet for bæredygtig energi og en energiproduktion, der er uafhængig og modstandsdygtig for at kunne levere stabilt og robust. Indsatsen fokuserer på fem nøgleaktiviteter indenfor teknologisk udvikling, herunder: mekaniske tests under ekstreme belastninger, inspektionsløsninger af vindmøllevinger, design- og operationsoptimering i maritime miljøer, sikring af tårne og fundamenters levetid samt risikoleadelse baseret på Generativ AI. Disse aktiviteter er designet til at styrke Danmarks position som global leder indenfor vindenergi og bidrage til en sikker, effektiv og bæredygtig udvikling af både landbaseret og havbaseret vindenergiproduktion.

2. Markeds- og samfundsbehov

I 2020 var over 33.000 personer beskæftiget direkte i vindmøllesektoren i Danmark, mens omkring 30.000 var indirekte beskæftiget, dvs. hver femte europæiske vindenergijob var dansk.¹ Energistyrelsen har for nylig offentliggjort Danmarkshistoriens største havvindsudbud, der har potentiale til at mangedoble landets havvindkapacitet. Der udbydes i alt seks gigawatt havvind fordelt på seks parker, der forventes at stå færdige i 2030. Hver gigawatt, der etableres, vil kunne producere strøm svarende til elforbruget i 1 mio. danske eller europæiske husstande. Anlægsinvesteringerne til en havvindmøllepark på én gigawatt estimeres til cirka 16 mia. kr.² Men vindindustrien står med voksende udfordringer – især under installations- og driftsfasen. Særligt de store kapitalbindinger i vindindustrien medfører flere udfordringer. Opførelsen af vindmølleparker indebærer enorme startomkostninger, hvilket binder kapitalen i lang tid, før projektet bliver profitabelt, og markedsrisiko er en bekymring, da vindenergi priserne desuden kan være ustabile.³

Ifølge Green Power Denmark⁴ er øget resiliens i vindbranchen og samfundet afgørende for at imødegå de stigende udfordringer, som industrien står overfor, med øget teknisk kompleksitet, større kapitalbinding og behovet for at opretholde sikkerhed og effektivitet i hele værdikæden⁵. De nye teknologiske serviceydelser og kompetencer, der adresseres i indsatsen, er evnen til at håndtere teknologiske risici gennem datadrevne innovationer og derved styrke branchens resiliens med en robust værdikæde⁶. Et bredt flertal i regeringen er enige om, at Danmark i 2030 skal firedoble produktionen af vindenergi på land og femdoble havvindmølleenergien⁷. Ruslands invasion af Ukraine har desuden understreget, at energipolitik og sikkerhedspolitik hænger uløseligt sammen⁸.

Danske virksomhedssegmenter, der vil efterspørge de udviklede kompetencer og serviceydelser, inkluderer vindmølleproducenter, komponentleverandører, installationsrederier, serviceorganisationer, forsikringselskaber og banker samt andre aktører i værdikæden. De to første efterspørger bl.a. effektive inspektionsløsninger til vindmøllevinger for at sikre vedvarende drift og minimal nedetid og data om komponenters præstation under forskellige klimatiske forhold, for at kunne tilbyde kunderne pålidelige og robuste produkter. Installationsrederierne har behov for designværktøjer og installationskoncepter, der sikrer optimal ydeevne af havvindmøller og tilhørende installationer under maritime forhold.

Serviceorganisationerne efterspørger monitoreringsløsninger, der kan bidrage til at forlænge levetiden af tårne og fundamentet for havvindmøller samt reducere behovet for uventet vedligeholdelse. Forsikringselskaber og banker efterlyser analyse af forsikringsdata og forudsigelse af potentielle risici for at kunne tilbyde omfattende og effektive forsikringsprodukter og betingelser. Efter resultatkontraktperioden kan disse virksomheder direkte anvende de udviklede serviceydelser til at forbedre deres koncepter og operationer og dermed håndtere risici mere effektivt⁹.

SMV'er er i fokus i indsatsen, da de ofte udgør en vigtig del af værdikæden i vindmølleindustrien, både som producenter af komponenter og som serviceleverandører¹⁰. Evnen til at håndtere risici proaktivt og være i front med teknologisk innovation kan være afgørende for SMV'ernes konkurrenceevne og overlevelse i et stadig mere komplekst og konkurrencepræget marked¹¹. Udviklingen af innovative teknologier og kompetencer kan være ressourcekrævende og kræver ofte samarbejde på tværs af forskellige aktører, hvilket FORCE Technology som GTS-institut kan understøtte og accelerere. Det potentielle marked og samfundspotentialet for denne aktivitet er betydeligt, da indsatsen vil bidrage til at muliggøre en sikker, effektiv og bæredygtig udvikling af offshore vindenergiproduktionen¹².

3. Ny teknologisk serviceydelse, kompetence og teknologi

Indsatsen er en fokusering på installations- og driftsfaserne og har til formål at understøtte udviklingen af en robust vindenergiinfrastruktur gennem udvikling af fem nye teknologiske serviceydelser: (1) Mekaniske tests under ekstreme belastninger fokuserer på at sikre driftssikkerhed og stabilitet under barske forhold. Ved at identificere svagheder tidligt og optimere design og materialer forbedres pålidelighed og levetid. (2) Ved at automatisere inspektionsprocessen af vindmøllevinger med robotter, droner og avanceret maskinlæring øges effektiviteten og præcisionen af inspektionerne. Dette reducerer omkostninger til reparationer, nedetiden for vindmøllerne og forlænger deres samlede levetid. (3) Optimering af designs og operationer i maritime miljøer, herunder flydende havvindmøllefundamenter, styrkes gennem udvikling af beregningsmodeller og nye eksperimentelle metoder. Dette muliggør en mere nøjagtig og effektiv planlægning af installations- og vedligeholdelsesoperationer og bidrager til at forbedre sikkerhed og omkostningseffektivitet af vindmøllerne. (4) Ved at implementere asset monitorering med avancerede sensorer og monitoreringsløsninger kan skader og korrosion på tårne og fundamentet i driftsfasen påvises tidligt. Dette giver mulighed for hurtig reaktion og reparation, hvilket igen reducerer risikoen for nedetid og potentielle driftsforstyrrelser. (5) Risikoledeelse baseret på Generativ AI udnytter avancerede analysemetoder til at identificere og vurdere risici i vindenergiindustrien.

4. Centrale aktiviteter

Indsatsen fokuserer på at støtte Danmarks mål om klimaneutralitet inden 2050 ved at understøtte udviklingen af resilient vindenergiinfrastruktur gennem vidensspredning, facilitetsopbygning og samarbejdsprojekter indenfor fem teknologiske aktiviteter:

1) Mekaniske test under ekstreme belastninger: Drift under ekstreme belastninger er i fokus med udvikling af tests for offshore vejrforhold og til havvindmøller, herunder mekaniske tests i ekstrem kulde, varme, korrosion og vindbelastning. Der indhentes viden om stor-skala klimatiske hybridtests. Desuden udvikles et agilt mekanisk koncept for eksisterende testbænk for at øge tilgængeligheden af testfaciliteter - med fokus på SMV'er.

2) Inspektionsløsninger til vindmøllevinger i drift: Aktiviteten omfatter koncepter til automatiserede inspektionsløsninger ved hjælp af robotter, droner og avanceret maskinlæring. Der sigtes mod implementering af en kollaborativ digital platform, digitale tvillinger og Augmented Reality til at kvalitetssikre vindmøllevinger og undersøge muligheden for at tilbyde vejledning ved reparation af disse.

Disse løsninger vil forbedre effektiviteten og nøjagtigheden af inspektionerne og reducere behovet for manuelt arbejde i krævende miljøer, hvilket igen vil mindske nedetiden og øge produktiviteten.

3) Design- og operationsoptimering i maritime miljøer: Aktiviteten omfatter videnindhentning og udvikling af designværktøjer til flydende havvindmøllefundamenter. Der arbejdes også på udvikling af innovative installationskoncepter under anvendelse af realtids simulatorer, der kan håndtere de komplekse påvirkninger fra vind, strøm og bølger. Desuden fokuseres der på innovative fortløjningsarrangementer. Service-, installations- og vedligeholdelsesoperationer understøttes af udviklingen og videndeling af værktøjer til operationsoptimering - under hensyn til sikkerhed, besætningskomfort, effektivitet og miljøvenlighed.

4) Sikring af tårne og fundamenter i driftsfasen: Aktiviteten omfatter asset monitorering og involverer udvikling af monitoreringsløsninger til tårne og fundamenteres skademekanismer ved brug af avancerede algoritmer, softwareanalyse og sensorer. Der indsamles viden om ultralydkoncepter til strukturovervågning og der udvikles avancerede sensorer og inspektionsteknikker til tidlig detektion af udmattelsesrevner og specifikke monitoreringsopsætninger. Endelig er der et behov for autonom undervandsinspektion af infrastruktur til tidlig påvisning af skader og korrosion under vandet.

5) Risikoledeelse baseret på Generativ AI: Aktiviteten indebærer dialog med nøglespillere i vindmølleindustrien for at forstå en 'due diligence' undersøgelse og minimere risici. Dette inkluderer samarbejde med projektudviklere, banker og forsikringsselskaber for at identificere risikokilder og etablere et datagrundlag. Analyse med bl.a. Generativ AI bruges til at analysere historiske data, fx forsikringsdata, og mulighed for at forudsige potentielle risici, såvel som implementering af mitigerende handlinger.

5. Mulige samarbejdspartnere

De nye teknologiske serviceydelser indgår i tæt samspil med aktører i det danske forsknings- og innovationssystem under eksisterende initiativer og ordninger. Initiativet forventes gearet med nationale programmer som fx EUDP og Innovationsfonden. FORCE Technology samarbejder med førende tekniske universiteter som DTU Wind, DTU Offshore og DTU Compute, AAU Materials og SDU for at sikre adgang til state-of-the-art forskningsfaciliteter og ekspertise indenfor ingeniørfagene. Et samarbejde forventes også opbygget med Europæiske institutioner for vindenergi og tilføjer en international dimension til initiativet og muliggør erfaringsudveksling og benchmarking med førende forskningsinstitutioner indenfor vindenergi. Samarbejdet med ledende vindmølleproducenter, installations- og servicereederier og energiselskaber sikrer, at de nye serviceydelser er i overensstemmelse med bedste praksis. Centrale interesseorganisationer som Green Power Denmark, State of Green og Energy Cluster Denmark vil blive inddraget i udviklingsprocessen gennem workshops, konferencer og samarbejdsprojekter. Deres input i forhold til behov, krav og forventninger til den nye serviceydelse vil sikre, at indsatsen er målrettet mod opfyldelse af industriens behov og forventninger. Indsatsen koordineres også med DHI indenfor deres havvindaktiviteter.

¹ <https://greenpowerdenmark.dk/nyheder/hver-femte-europaeiske-vind-job-er-dansk>

² <https://ens.dk/presse/danmarkshistoriens-stoerste-havvindsudbud-er-i-gang>

³ https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Vindenergi/final_26_april_2019_analyserapport_for_124_gw_screening.pdf

⁴ <https://greenpowerdenmark.dk/kalender/annual-meeting-2024-the-future-of-the-green-energy-industry-in-denmark-and-europe>

⁵ <https://npinvestor.dk/nyheder/%C3%B8rstedes-regnskaber-sk%C3%A6mmes-af-i-gigantiske-nedskrivninger-og-ny-hens%C3%A6ttelse>

⁶ <https://www.weforum.org/agenda/2023/12/supply-chain-resilience-key-to-energy-transition/>

⁷ <https://kefm.dk/aktuelt/nyheder/2023/okt/regeringen-et-stort-skridt-paa-vejen-mod-en-firedobling-af-stroem-fra-sol-og-vind-paa-land->

⁸ <https://www.regeringen.dk/nyheder/2022/aftale-om-et-mere-groent-og-sikkert-danmark/>

⁹ <https://energiwatch.dk/article16603759.ece>

¹⁰ <https://energiwatch.dk/Energinyt/Renewables/article14906312.ece>

¹¹ <https://industriensfond.dk/wp-content/uploads/2023/06/supply-chain-resilience-rapport-2023.pdf>

¹² https://www.rystadenergy.com/?gad_source=1&qclid=EAlalQobChMI1L6_mKC8hQMV6WCRBR27CwmUEAAYASAAEgKhqyD_BwE