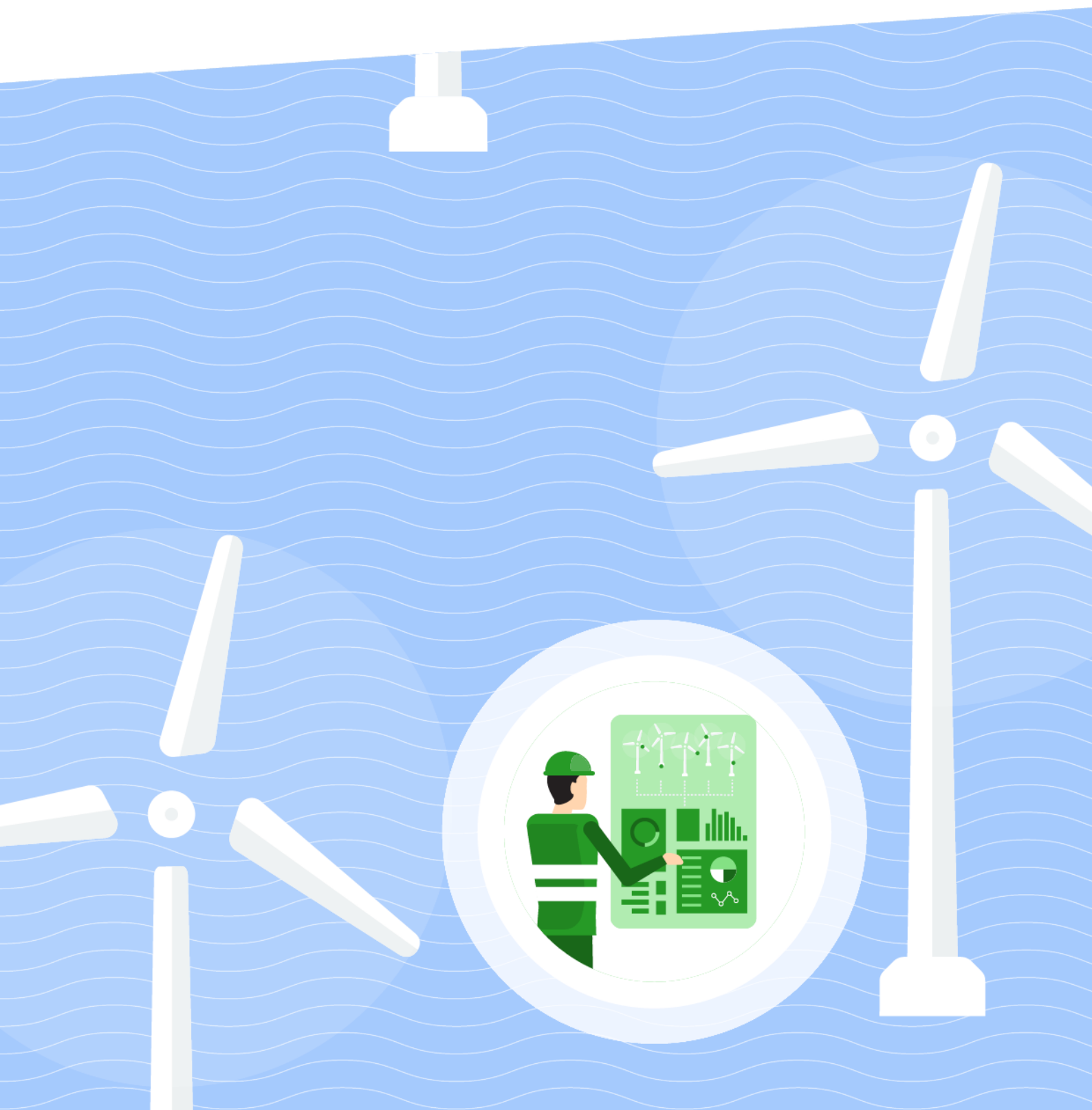


FT01.04_2022 Multidisciplinær monitorering som forudsætning for risikoevaluering

Datadrevet risikoevaluering som katalysator for grøn vækst i vindmøllebranchen



Indledende oplysninger

Indsatsområde	Datadrevet risikoevaluering som katalysator for grøn vækst i vindmølleindustrien
Institut	FORCE Technology
Titel	Multidisciplinær monitorering som forudsætning for risikoevaluering
Nummerering	FT01.04_2022
Version	1.0
Periode	Januar 2022 – december 2022
Kontaktperson	Steen Arnfred Nielsen (srn@forcetechnology.com) Henrik Hassing (hnh@forcetechnology.com)

Ændringer

Dette er første version af aktivitetsbeskrivelsen for 2022. Den bygger videre på aktiviteter og resultater gennemført i 2021.

Beskrivelse

Mål

Det samlede risikobillede af en vindmølle udgøres, som beskrevet i aktiviteten for 2021, af elementer fra design-, fremstilling- og driftfasen. Risikoelementerne fra både design- og fremstillingsfasen er rimelig kendte. Væsentlige risikoelementer i designfasen ligger i forudsætningerne og kompetencerne hos den enkelte designer. Risikoelementerne i fremstillingsfasen ligger i at opnå ensartet høj kvalitet i produktionen på tværs af forskellige lokationer, organisationer og individer.

Risikoelementerne i driftsfasen har generelt været dårligt belyste og dokumenterede, da det er vanskeligt at forudse alle påvirkninger, som den enkelte vindmølle udsættes for under installation og under drift. For at få viden om hvilke og hvor store risici, der opstår under drift, udstyres enkelte vindmøllefundamenter (*Wind Turbine Foundations*, WTF) med sensorer til monitorering af laster og miljø. De væsentlige risikoelementer relateret til driftsfasen blev identificeret i aktiviteten for 2021 og metoder til monitorering af disse risici er nu i det væsentlige kendte og beskrevet. I 2021 viste analysen, at korrosion indvendigt i vindmøllefundamenter er en risikofaktor, hvor der er særlig interesse for monitorering af lokaliseret korrosion, som kan være udgangspunkt for vækst af revner i forbindelse med udmattelse. Monitorering af lokaliseret korrosion er i fokus som supplement til generel korrosion og vigtigheden af at overvåge disse parametre understreges af, at der i den nuværende beskyttelsesstrategi sædvanligvis ikke er inkluderet katodisk beskyttelse af vindmøllefundamenternes indre i den første del af driftsfasen.

Formålet med nærværende aktivitet er videreføre resultater for 2022, hvor vi gennem udførelse af specifikke monitoreringsforsøg vil skabe data til at dokumentere og kvantificere disse risici og således direkte indgå i og forbedre den datadrevne risikoevaluering - potentielt i hele vindmøllens levetid. På den baggrund er planlagt forsøg på en offshore installation, hvor udstyret skal klargøres. Målet er, at udstyret bliver installeret, så det bliver muligt at analysere data.

Indhold

Nedenstående aktiviteter er planlagt i aktivitetsperioden.

Kompetenceopbygning, videnhjemtag og vidensamarbejde

- Kontakten til aktører, interessenter og eksperter vedligeholdes for at være opdateret og samtidig for at identificere nye udviklingsmuligheder indenfor monitorering af vindmøllefundamenter i driftsfasen.

Således udføres løbende en screening for risikoelementer, som er dårligt belyst og ringe dokumenteret. Arbejdet afsluttes og dokumenteres med en rapport ultimo 2022.

- De direkte fysiske og kemiske miljøpåvirkninger og deres afledte påvirkninger kortlægges, herunder særligt dem som leder til nedbrydning af vindmøllefundamenters korrosion og udmattelse. Arbejdet afsluttes og dokumenteres med en rapport i første kvartal 2022.
- En risikomatrix opstilles med konsekvens og sandsynlighed. Risikomatrixen vedligeholdes baseret på nye input fra vidensnetværk. Matricen er en forberedelse til behandling af målte risikoparametre med brug af kunstig intelligens. Arbejdet afsluttes og dokumenteres med en rapport i første kvartal 2022.
- Erfaringer med måling af påvirkningerne under nedramning af fundamenter vil som noget nyt blive inddraget. Påvirkningerne af monopæl-fundamenter, som drives ned med hammer, har en betydelig indflydelse på fundamentets udmattelsesegenskaber, hvor der rapporteres, at op til 70-90% af udmattelseskapaleteten forbruges ved nedramningen. Arbejdet afsluttes og rapporteres med en rapport senest i andet kvartal 2022.

Udvikling af teknologisk service

- Den teknologiske service sigter mod et værktøj, der kan bruges i planlægning af hvad, der skal monitoreres, på hvilke vindmøllefundamenter, der skal monitoreres og i planlægning af monitoreringsintensiteten. Derfor iværksættes på en række fundamenter en undersøgelse med monitorering af kritiske risikoparametre, for at opnå statistisk viden om hvor stor procentdel af fundamenterne, der skal monitoreres for at opnå evidens. Alene i kraft af fundamenternes individuelle placering i hver park udsættes de for forskellige fysiske miljøpåvirkninger, og dertil kommer forskelle i vanddybder samt tidevandsforhold. Disse forhold har hidtil gjort det vanskeligt at vælge monitoreringsomfanget. Der er planlagt specifikke forsøg til udførelse på en offshore installation, og udstyr er ved at blive tilvejebragt. Målet er, at udstyret installeres, så der skabes data, som kan analyseres. Arbejdet dokumenteres med en statusrapport i fjerde kvartal 2022.
- Monitoreringsintensiteten vil blive optimeret, når der er tilstrækkeligt med data, og der skal udarbejdes et statistisk værktøj til bestemmelse af den data-generering, der er optimal i forhold til risikoevalueringen. De monitorerede parametre danner data, som skal overvåges med forskellig intensitet, som kan variere i løbet af fundamenternes driftsperiode. Risikoen forbundet med hver parameter skal også inddrages i planlægningen af overvågningsintensiteten. Arbejdet dokumenteres og afsluttes med en statusrapport ultimo 2022.

Inddragelse og videnspredning, herunder fremme af økosystem

- Der udarbejdes en guide, som på basis af data fra designgrundlaget og det valgte design fastlægger en risikoprofil for fundamenterne. Risikoprofilen er en syntese af det aktuelle design samt konsekvens og sandsynlighed for udvikling af kritisk korrosion og udmattelse indenfor designlevetiden. Risikoprofilen danner grundlag for en monitoreringsstrategi, som munder ud i forslag til hvilke parametre, der monitoreres, og til monitoreringsintensiteten. Aktiviteten munder ud i en guide den ultimo 2022.
- Ud fra risikoprofilen udarbejdes et paradigme for rådgivning / vejledning om valg af sensorer og målesystemer samt håndteringen af monitoreringsdata. Den forventede fejlfri funktionstid og muligheden for udskiftning af sensorer skal inddrages. Det forudses, at monitoreringsdata kan føre til anbefaling om driftsmæssige ændringer eller til service/reparation, hvor det kan være aktuelt. Der vil være et paradigme for rådgivning & vejledning i slutningen af 2022.

Aktører

Aktiviteten vil være forankret i FORCE Technology omkring kompetencer indenfor monitorering og sensorer, således at eksperter indenfor måleteknik og dataopsamling samarbejder med eksperter indenfor sensorer og prober beregnet på monitorering af risikoparametrene.

De planlagte aktiviteter omfatter måle- og dataopsamlingsudstyr, der installeres på fundamenter hos en vindmølleoperatør under aktuelle driftsbetingelser. Installation på et fundament er den eneste mulighed for en realistisk test af korrosionsprober, eftersom der ikke findes andre realistiske testfaciliteter for korrosionsprober.

Aktiviteten bliver udført i samarbejde med udstyrsleverandører og vindmølleoperatører, samt eksperter i risikoevaluering (forsikringsselskab) herunder bl.a. HOFOR, Ørsted, Vattenfall, DNVGL og forsikringsselskaber. Der samarbejdes med leverandører af udstyr, med henblik på afprøvning af udstyr til korrosionsmåling, som det er planlagt at installere på vindmøllefundamenter. Her kommer et muligt samarbejde med vindmølleoperatører for at sikre adgang til vindmøllefundamenter. Samarbejdet vil kunne finde sted ved at kombinere installation af korrosionsmåleudstyr med øvrige planlagte servicebesøg til fundamenterne.

Sammenhæng med andre projekter

Aktiviteten vil drage fordel af resultaterne opnået i resultatkontraktprojektet "Intelligent monitorering af funktionskritiske stålkonstruktioner" (iMON).

Følgegruppe

Aktiviteten er præsenteret for og diskuteret med følgegruppen ved et møde den 6. december 2021.

Formidling af resultater

Det overordnede formål med formidlingen af aktiviteten og dets resultater er at understøtte visionen om at bevare og udbygge Danmarks position som verdensførende indenfor vindenergi.

Formidling og videnspredning koordineres og planlægges via aktiviteten "FT01.01 Økosystem og videnspredning".