

FT01.04_2023-24 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_2023
Version	1.0
Periode	Januar – december 2023
Kontaktperson	Steen Arnfred Nielsen (srn@forcetechnology.com) Henrik Hassing (hnh@forcetechnology.com)

Ændringer

Dette er første version af aktivitetsbeskrivelsen for 2023-24. Beskrivelsen bygger videre på aktiviteter og resultater gennemført i 2022.

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 at videreføre resultater for 2023, 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 igangsat forsøg på en offshore installation, hvor korrosion monitoreres. Monitoreringsudstyret er designet med brug af standardkomponenter og udnytter kendte metoder til måling af korrosion med elektriske af prober. Måledata fra sådanne systemer er ikke alment tilgængelige, men denne aktivitet skaffer måledata som offentliggøres. Målet er, at proberne eksponeres i havmiljø, i monopæle, som udgør et miljø, der ikke realistisk kan simuleres i et laboratorium, og at der tilvejebringes data fra eksponeringen. Efterhånden som resultater foreligger i løbet af 2023 analyseres og rapporteres.

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. Aktiviteterne gennemført i 2022 er dokumenteret med en rapport, men det er fortsat vigtigt at vedligeholde kontakterne, og der screenes fortsat for tendenser i vindmølledesign og for nye risikoelementer.

- Med udgangspunkt i resultaterne fra arbejdet med fysiske og kemiske påvirkninger, herunder påvirkninger under nedramningen samt trusselskataloget og risikomatrixen etableres procedurer for installation af korrosionsmonitorering og de relevante kompetencer trænes ved gennemførelse af en case på en vindmøllepark.

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 igangsat specifikke forsøg med vægttabsprober og med elektriske prober. Variationen mellem de individuelle møller, mellem materialer og mellem placeringer skal kortlægges på 5-10 møller i en offshore installation. På basis af de indsamlede data vurderes sandsynligheden for, at monitorering med et givet antal korrosionsprober giver et realistisk billede. Arbejdet dokumenteres med en statusrapport i fjerde kvartal 2023.
- Monitoreringsintensiteten vil blive optimeret, når der i løbet af 2023 forventes at være indsamlet tilstrækkeligt med data, og der skal udarbejdes et statistisk værktøj til bestemmelse af den datagenerering, 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 2023.
- Der udvikles et koncept for et live dashboard med indbygget visuel assistance til vurdering af resultaterne fra korrosionsmonitoreringen. Vurdering af resultaterne forudsætter specialistviden, som indbygges i et virtuelt dashboard. Målet er, at der foreligger en funktionsmodel, som kan evaluere data fra korrosionsmonitorering.
- Et andet nyt princip for måling af korrosionshastighed på en elektrisk prøve undersøges. Ved en relativ måling opstår nye muligheder, og det er relevant at granske det forventede opnåelige måleområde, den opnåelige nøjagtighed og den opnåelige præcision med udgangspunkt i data for tilgængelige standardkomponenter. Målet er et feasibility studie for det nye måleprincip.
- Der er risiko for, at bolt- flangesamlinger løsner sig som følge af korrosion, og det kan ifølge rapporter detekteres ved måling af impedansændringer i piezzokeramik. Der udvikles en designspecifikation for et system til monitorering af RMS-impedansændringer i driftfasen for en bolt- flangesamling i et monopælfundament, og der laves en model, som kan belyse, hvorvidt metoden er praktisk realiserbar.

Inddragelse og vidensspredning, herunder fremme af økosystem

- Der udarbejdes en guide, som på basis af data fra designgrundlaget og det valgte design, monopæl, jacket, flydende eller andet, fastlægger en risikoprofil for fundamenterne. Risikoprofilen er en syntese af det aktuelle design samt konsekvens og sandsynlighed for udvikling af kritisk korrosion, slid 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 i 3. kvartal 2023, og formidles på et webinar med arbejdstitlen "Monitorering som forudsætning for aktiv korrosionsbeskyttelse af vindmøllefundamenter"
- 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 2023, som fx formidles på et webinar eller et medlemsmøde i Green Power Denmark under arbejdstitlen "Levetidsforudsigelse for vindmøllefundamenter baseret på korrosionsmonitorering"

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). 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 blev præsenteret for og diskuteret med følgegruppen ved et møde den 9. november 2022.

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".