

FT01.03_2023 Risikooptimeret og datadrevet produktionskontrol og in-service inspektion af vindmøllevinger

Datadrevet risikoevaluering som katalysator for grøn vækst i vindmølleindustrien



Indledende oplysninger

Indsatsområde	Datadrevet risikoevaluering som katalysator for grøn vækst i vindmølleindustrien
Institut	FORCE Technology
Titel	Risikooptimeret og datadrevet produktionskontrol og in-service inspektion af vindmøllevinger
Nummerering	FT01.03_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. Beskrivelsen bygger videre på aktiviteter og resultater gennemført i 2022.

Beskrivelse

Mål

FORCE Technology fortsætter arbejdet indenfor datadrevet produktionskontrol og in-service inspektion af vindmøllevinger. Aktiviteten baseres på automatiseret ikke-destruktiv ultralydinspektion (NDT) og understøttes af to Grand Solutions projekter samt to EUDP-projekter inden for området. Aktiviteten bidrager til at give mere nøjagtige risikoprofiler, i kombination med automatisk evaluering af inspektionsresultater, og derigennem understøtte producenters og slutbrugeres risikolethed i forhold til vindmøllevinger.

Det primære mål med aktiviteten er at videreføre arbejdet fra 2022 og udbygge nye samarbejdsrelationer, som er skabt i dialog med økosystemet. I de to forgangne år blev der fokuseret på automatiseret produktionskontrol og datadrevet risikoevaluering funderet på store datamængder. Formålet er at give nye aktører adgang til objektive og reproducerbare data til optimering af produktlevetiden af vindmøllevinger.

I 2023 vil fokus i aktivitetsområdet gå fra produktionskontrol til in-service inspektion af vindmøllevinger, hvor der er identificeret et stort potentiale. Målet er at reducere risikoen for unødvendige reparationer og udskiftninger af vindmøllevinger. Aktiviteten bidrager på længere sigt til at realisere udviklingen af en række nye teknologiske services, der bygger på datadrevet produktionskontrol og in-service inspektion af vindmøllevinger.

Indhold

FORCE Technology planlægger at gennemføre følgende aktiviteter i 2023:

Kompetenceopbygning, videnhjemtag og vidensamarbejde

- *Dialog med økosystemet.* Der vil fortsat være dialog med danske vindmølleaktører i økosystemet, særligt SMV'er, om behovene for in-service inspektion af vindmøllevinger. Målet er at blive opdateret omkring havvind og kortlægge metoder til in-service inspektion, hvor datagrundlaget er besværliggjort af adgangsforhold eller er utilstrækkeligt. Dialogen foretages i tæt samarbejde med vindmølleindustriens nøglespillere og forankres gennem notater, baseret på interviews og besøg.
- *Videnhjemtagning.* Videnhjemtagning fra ind- og udland med henblik på at identificere behov for teknologier og koncepter til datadrevet risikoevaluering af vindmøllevinger. Målet er at deltage i mindst ét symposium eller konference i 2023, med særlig fokus på automatiseret vedligehold og risikomitigering.
- *Videnssamarbejde.* Kortlægning af koncepter til in-service inspektion af vindmøllevinger i samarbejde med dansk industri, partnerskaber og vidensinstitutionerne DTU Wind, DTU Compute og AAU. Hvor der i 2022 hovedsagelig blev samarbejdet om koncepter til automatiseret inspektion af vinger i et produktionsmiljø, vil der i 2023 blive fokuseret på at afdække koncepter til in-service vingeinspektion baseret på fortrinsvis robotter og droner. Målet i 2023 er at beskrive minimum ét koncept til in-service inspektion af

monterede vinger. Konceptet beskrives i samarbejde med konsortiumpartnere i Grand Solutions projektet AINDT og et studenterprojekt på DTU.

Udvikling af teknologisk service

- *Augmented Reality.* Der arbejdes med kortlægning af metodikker til risikoevaluering af vindmøllevinger baseret på Augmented Reality (AR) og derved bygge bro mellem en fysisk og digital verden. Aktiviteten er en fortsættelse af aktiviteten i 2022, hvor der blev arbejdet med grundlæggende AR-principper. I 2023 sigtes der mod at kortlægge minimum én AR-metodik, inden ultimo 2023, hvor formålet er at afdække metoder til visualisering af defekter i vindmøllevinger og derved kunne guide en medarbejder til et vingeområde, der skal repareres.
- *Autonomi.* Udvikling af nye koncepter til semi-automatisk styring af inspektions-scannere. Dette er en kontinuert aktivitet i indsatsperioden, hvor der samarbejdes med konsortiepartnere i Grand Solutions projektet AIOLOS om udvikling af fremtidens digitale vingefabrik. Hvor der i 2022 blev studeret simple og generelle principper til semi-automatiseret styring af inspektions-scannere, arbejdes der i 2023 med koncepter baseret på datadrevne styringsprincipper, underbygget af Machine Learning principper. Målet er at beskrive minimum ét semi-automatiseret styringskoncept, med udgangen af 2023, som bidrager til at give vindmøllebranchens aktører adgang til mere objektive og reproducerbare inspektionsdata.
- *Datadrevne metoder.* Videreudvikling af hjælpeprogrammer til datadrevne metoder og automatiseret evaluering af defekter i vindmøllevinger ved hjælp af Machine Learning. Hvor 2022 hovedsageligt havde fokus på hjælpeprogrammer til produktionskontrol, vil der i 2023 blive arbejdet med hjælpeprogrammer til in-service inspektion af vindmøllevinge, hovedsageligt baseret på semi-supervised deep-learning metoder. Målet er at udvikle et hjælpeprogram som kan demonstreres for økosystemet i 2023.
- *Vingemonitorering.* Der arbejdes med kortlægning af koncepter til vingemonitorering, f.eks. vha. akustisk emission, i tæt samarbejde med vindmølleindustriens nøglespillere. Formålet er at kunne analysere vingespecifikke risikofaktorer i sand tid og vurdere datagrundlag til datadrevne metoder. Målet i 2023 er at kortlægge et koncept til vingemonitorering, som kan videreføres i resten af projektperioden.

Inddragelse og videnspredning, herunder fremme af økosystem

- Fortsat dialog med danske vindmølleaktører om deres behov for risikokvantificering af vindmøllevinger. Formidling og videnspredning koordineres og planlægges via aktiviteten "FT01.01 Økosystem og videnspredning".

Aktører

FORCE Technology's kompetencer indenfor automatiseret ultralyd, NDT og skadesundersøgelse udfører aktiviteterne.

Der opbygges et samarbejde med Danmarks Tekniske Universitet omkring risikokvantificering af vindmøllevinger.

Danske virksomheder, der er aktører i vindmøllebranchens værdikæde, inddrages løbende og Wind Denmark konsulteres omkring risikostyring af vindmøllevinger.

Sammenhæng med andre projekter

Til in-service inspektion af vindmøllevinger samarbejder FORCE Technology med SMV-virksomheden Rope Robotics ApS. Formålet med projektet, AINDT, '*Ai-based NDT for reduced service costs for wind turbine blades*', er at kombinere Rope Robotics automatiserede, fjernstyrede reparationsrobotter med inspektion af vindmøllevingerne i vindmølleparker. Inspektionsteknologien baseres bl.a. på automatiseret ultralyd, der i øjeblikket anvendes af FORCE Technology til produktionskontrol. Løsningen giver mulighed for reducerede omkostninger til vedligeholdelse, da kun kritiske skader vil blive repareret, hvilket igen reducerer den tid, hvor vindmøllerne er ude af brug. Det vil gøre det muligt at forlænge vindmøllernes levetid baseret på veldokumenterede inspektioner. Derudover er det ved salg af vindmølleparker et ønske, for partnerne, at kende til værdien af vindmøllevingerne samt deres tilstand. Den viden og de løsninger, der genereres i projektet, spredes således ud i hele den danske forsyningskæde inden for vindindustrien. Projektet støttes af Innovationsfonden.

FORCE Technology udbygger det igangværende samarbejde med DTU og AAU. Grand Solutions projektet, AIOLOS, '*Affordable and Innovative manufacturing of large composites*', repræsenterer et paradigmeskifte når det kommer til vingeproduktion og produktionskapacitet. Projektet vil reducere de vigtigste omkostningsfaktorer indenfor produktion af store vindmøllevinger og kompositstrukturer med høj ydeevne (over 15m længde) ved at sigte mod at udvikle nye måder at øge produktionskapacitet, fleksibilitet og kvalitet. Projektet består af seks konsortiepartnere fra både industri og universiteter. Projektet støttes af Innovationsfonden og ledes af Siemens Gamesa Renewable Energy.

FORCE Technology fortsætter endvidere samarbejdet med DTU fra EUDP-projektet *ReLife*, '*Methodology for assessment of remaining life-time of wind turbine blades based on damage state*', hvor målet er at udvikle en metodik til at bestemme den resterende brugstid for vindmøllevinger. Metodikken baserer sig på den enkelte vinges aktuelle skadestilstand og en modelforudsigelse af restlevetiden. Metodikken kombinerer ikke-destruktive testmetoder (karakterisering af aktuelle skader) og brudmekaniske modeller (forudsigelse af fremtidig skadevækst). Fremgangsmåden er især nyttig til vinger, der nærmer sig deres oprindelige designlevetid, hvor vinger med alvorlige skader kan identificeres og fjernes eller repareres, mens vinger uden betydelig skade kan få deres levetid forlænget med fx 15-20 år.

Samarbejdet med DTU og Fraunhofer Institute for Wind Energy Systems (IWES) fortsætter i EUDP-projektet *ReliaBlade*, '*Improving Blade Reliability through Application of Digital Twins over Entire Life Cycle*', hvor målet er at udvikle og demonstrere teknikker til at skabe en digital tvilling af hver enkelt vinge med dens unikke fejl og afvigelser. Til dette formål vil der blive anvendt højpræcisionsscanning, ikke-destruktive prøvningsmetoder, avanceret billedbehandling og multiskala modellering af vinger. Tillige udvikler og demonstrerer projektet teknikker til at holde den digitale tvilling opdateret med information fra forskellige sensorer og måleanordninger således, at den digitale tvilling afspejler vingens aktuelle tilstand, og yderligere vil kunne forudsige opståen af fremtidige skader og deres udvikling i vingen.

Følgegruppe

Aktivitetsbeskrivelsen er forelagt og diskuteret med følgegruppen ved et møde 9. november 2022.

Formidling af resultater

Målgruppen for videnformidlingen er danske aktører med interesse for risikokvantificering af vindmøllevinger, herunder systemleverandører, producenter, myndigheder, slutbrugere og forsikringsselskaber.

I aktivitetsperioden for 2022 er indledningsvist fokuseret på opbygning af kompetencer, netværksmøder og videndeling af datadrevet produktionskontrol.

I aktivitetsperioden for 2023 vil FORCE Technology koordinere videnspredning, herunder særligt dialogmøder med virksomheder, for at afdække behov for: in-service inspektion, AR, semi-automatiseret styring, monitorering og datadrevne metoder. Formidling og videnspredning koordineres og planlægges via aktiviteten "FT01.01_2023 Økosystem og videnspredning".