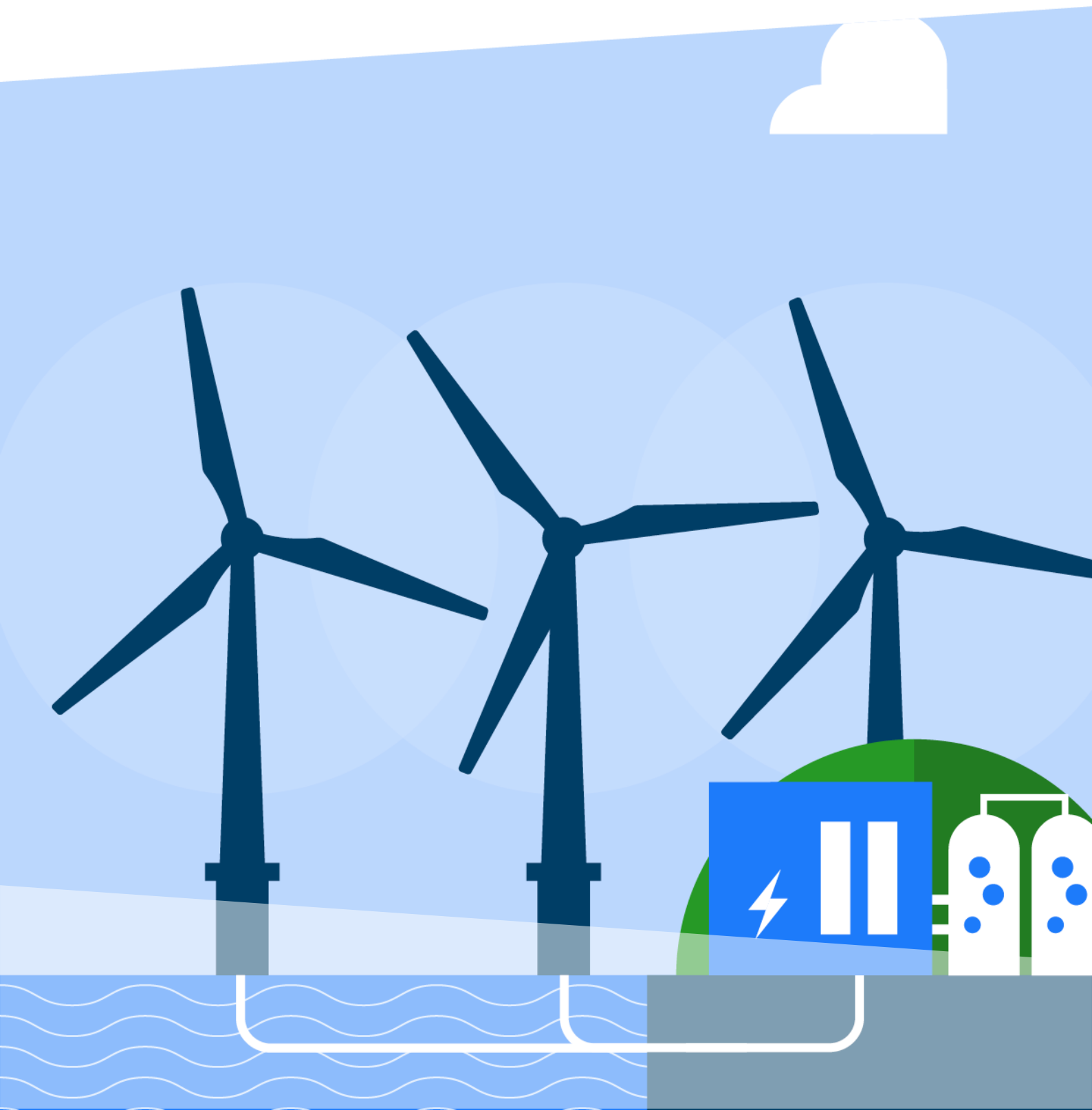


Resilient vindenergiproduktion - Teknologisk innovation og risikoleedelse

FT01.04 2025: Design- og operationsoptimering i
maritime miljøer



Indledende oplysninger

Indsatsområde	Resilient vindenergiproduktion - Teknologisk innovation og risikoleedelse under installation og drift i krævende miljøer
Institut	FORCE Technology
Titel	Design- og operationsoptimering i maritime miljøer
Nummerering	FT01.04 2025
Version	1
Periode	Januar - december 2025
Kontaktperson	Steen Arnfred Nielsen, srn@forcetechnology.com Henrik Hassing, hnh@forcetechnology.com

Ændringer

Dette er den første version af aktivitetsbeskrivelsen.

Beskrivelse

Mål

Visionen for indsatsen 'Resilient vindenergiproduktion' er at styrke samarbejdet og gennemsigtigheden i vindenergibranchen ved at demonstrere, hvordan digitale løsninger, nye teknologier og metoder kan fremskynde udviklingen af vindenergi.

Formålet med nærværende aktivitet er at udvikle designværktøjer og simuleringsmodeller, der optimerer flydende havvindmøllefundamenter og fortøjningssystemer under komplekse maritime forhold. Aktiviteten har fokus på at forstå påvirkninger fra bølger, vind og strøm ved hjælp af præcise simuleringsteknikker som Computational Fluid Dynamics (CFD) og derved bidrage til at forbedre både design og driftssikkerhed. Der arbejdes også på at udvikle innovative installationskoncepter understøttet af realtidssimulatorer, der håndterer komplekse miljøpåvirkninger. VR/AR-baserede værktøjer vil blive anvendt til at optimere service-, installations- og vedligeholdelsesoperationer med henblik på at øge sikkerheden, effektiviteten og komforten.

I 2025 vil fokus være på at videreudvikle designværktøjer og simuleringsmodeller, især med henblik på optimering af drift og vedligeholdelse af flydende havvindmøllefundamenter og fortøjningssystemer. Der vil blive anvendt avancerede simuleringsteknikker til at modellere påvirkninger fra bølger, vind og strøm. Fokus vil også være på at teste innovative installationskoncepter og bruge realtidssimulatorer til at håndtere miljøpåvirkninger. Virtual Reality-teknologier (VR/AR) vil blive udvidet for at optimere service-, installations- og vedligeholdelsesoperationer med særlig vægt på sikkerhed og effektivitet.

Indhold

FORCE Technology planlægger at gennemføre en række aktiviteter i 2025 med fokus på resilient vindenergiproduktion. Dette vil ske gennem teknologisk innovation og digitale services til installation og drift i krævende miljøer.

Kompetenceopbygning, videnhjemtagning og vidensamarbejde

- **Dialog.** Der etableres en dialog med nøgleaktører i vindmøllebranchen, herunder ejere og operatører af vindmølleparker samt havne. Aktiviteten udvikler integrerede designværktøjer og simuleringsmodeller for havvindmøllefundamenter og fortøjningssystemer til undersøgelse af påvirkninger fra bølger, vind og strøm.

Fokus er på at udvikle et solidt designkoncept, der kan minimere risici og optimere både drifts- og installationssikkerhed ved at anvende både CFD, eksperimentelle samt hybride metoder.

- **Vidensamarbejde.** Der undersøges muligheder for samarbejde med eksperter og universiteter med henblik på at fremme udviklingen af resilient vindenergiproduktion. Målet er at udveksle den nyeste viden om teknologier indenfor realtidssimulatorer og VR/AR-værktøjer til optimering af installations- og vedligeholdelsesoperationer.

Udvikling af teknologisk service

- **Testfacilitet.** Der opbygges et hybrid testkoncept, hvor dynamiske vindkræfter i forbindelse med tankforsøg påføres som varierende punktkræfter ved hjælp af et avanceret vindsimuleringsystem (Software-in-the-Loop). Konceptet anvendes til fysiske tests af havvindmøllefundamenter og fortøjningssystemer. Konceptet baseres på simulerede belastningsmodeller af vindkræfterne og bidrager til optimering af drift- og installationssikkerhed.
- **Digital serviceydelse.** Den digitale serviceydelse anvender realtidssimulatorer samt CFD-værktøjer til at optimere installations- og vedligeholdelsesoperationer for flydende havvindmøllefundamenter. Det tilstræbes, at vindsimuleringsværktøjerne fra det hybride koncept også kan anvendes i både CFD-miljø- og realtidssimulatorer. VR/AR-teknologier integreres for at tilbyde interaktive træningsmoduler, der understøtter træning af operatører i at håndtere installation og vedligeholdelse af komplekse flydende fundamentssystemer i et maritimt miljø. Simulatorerne inkluderer miljøpåvirkninger fra bølger, strøm og vind og understøtter dermed højere sikkerhed og komfort samt effektivitet under operationerne.
- **Demonstrator.** Demonstratoren viser praktiske løsninger til design- og operationsoptimering af havvindmøller under udfordrende maritime forhold. Tre case-studier illustrerer de teknologiske services og deres anvendelse i virkelige scenarier, hvor mindst én case gennemføres i 2025: (1) Anvendelsen af virtuelle bølgebassiner og CFD-modeller til at evaluere og optimere fremtidens fundamentdesigns. Dette gør det muligt at simulere fundamenternes respons på komplekse vind, bølge- og strømforhold og optimere designet. (2) Anvendelse af realtidssimulatorer til at træne installationsteams i optimal operation under installationen af flydende havvindmøller, hvilket reducerer risici og øger installationssikkerheden. (3) Brug af VR/AR-teknologier til at optimere service- og vedligeholdelsesoperationer på havvindmøller, hvor operatører trænes i at udføre udsleb og installationsoperationer, samtidig med at fokus er på sikkerhed og effektivitet.

Aktører

Afdelingerne 'Simulation, Ports and Human Factors' og 'Hydro- and Aerodynamics' er ansvarlige for aktivitetsplanen, og de to afdelinger vil begge bidrage til gennemførelsen af aktiviteterne.

Der opbygges et samarbejde med Dansk Hydraulisk Institut (DHI) med henblik på at demonstrere udvalgte teknologier for slutbrugere vedrørende design- og operationsoptimering i maritime miljøer.

Sammenhæng med andre projekter

Indsatsen vil blive forsøgt gearret gennem deltagelse i internationale projekter.

Følgegruppe

Aktivitetsbeskrivelsen har været diskuteret med interessenterne, og en formel følgegruppe etableres i starten af 2025 for at sikre, at resultaterne er målrettet de danske aktører indenfor vindmøllebranchen.

Der vil også i den kommende Resultatkontraktperiode være opmærksomhed på eventuel konkurrenceforvrængning. Dette indebærer industrirepræsentation i følgegrupperne og periodisk monitorering af konkurrencesituationen gennem intern governance. Bl.a. vil brancheorganisationer vil blive tilbudt pladser i følgegruppen, hvilket sikrer en bredere indsigt og bedre repræsentation af industrien samt sikrer gennemsigtighed og ligebehandling i forhold til alle markedsaktører.

Formidling af resultater

Formidling til aktører i vindmøllebranchen koordineres via aktiviteten 'FT01.01 Videnspredning og økosystem', der offentliggøres på Bedreinnovation i januar 2025. Projektudviklere, ejere og operatører af havvindmølleparker inddrages løbende.