

# RK 2021-2024: Aktivitetsbeskrivelse

## A. Indledende oplysninger

Indsatsområde:	2. Hav, vand og klimamål 2030
Institut:	DHI
Titel:	Hybride testfaciliteter 2022
Nummerering:	2.2.5
Version:	1.0
Periode:	1/1 2022 – 31/12 2022
Kontaktperson:	Xerxes Mandviwalla

## B. Beskrivelse

### B.1 Mål

Hybride testfaciliteter dækker over en tæt integrering af en fysisk og en digital facilitet, som tilsammen udgør en samlet enhed - en hybrid testfacilitet. Et relevant område, hvor hybride testfaciliteter har sin berettigelse, er flydende havvindmøller. Her stilles krav til test og verificering af nye såvel som optimerede eksisterende løsninger, som er på grænsen af, hvad der kan afdækkes alene i en enten fysisk eller digital testfacilitet. Test af flydende havvindmøller og deres kontrolmetoder kræver en god beskrivelse af vindlasten på møllen og det dynamiske samspil med det flydende fundament. Det er en udfordring at opnå dette i en fysisk bølgetank med vindgeneratorer bl.a. pga. skalaeffekter og begrænsninger i vindhastigheder. Sådanne begrænsninger kan omgås i numeriske aero-hydro-elastiske modeller, som hurtigt og præcist kan simulere vindlast og respons. Omvendt har sådanne numeriske modeller sine begrænsninger, når det kommer til at beskrive interaktionen mellem et flydende fundament og stærkt ikke-lineære og brydende bølger. Her har bølgebassinets styrke, og skala-modelforsøg har været centrale i udviklingen af hele offshore området gennem årtier. Ved at kombinere styrkerne fra de numeriske modeller til beskrivelse af de dynamiske vindlaste og den fysiske facilitet til bølge-struktur interaktion opnås tilsammen en hybrid testfacilitet, der vil udgøre en mere komplet og effektiv testfacilitet for flydende havvindmøller.

Danmark er førende inden for udvikling og fremstilling af onshore vindmøller og offshore vindmøller på faste fundamenter. Det er oplagt, at vi også skal have samme førerposition på flydende havvindmøller. Dette kræver, at rammerne er til stede for en effektiv og konkurrencedygtig udvikling, test og verificering af eksisterende og nye koncepter. Her vil en hybrid testfacilitet målrettet mod flydende havvindmøller være et centralt element for danske udviklere. DHI er vedvarende blandt verdens førende inden for såvel fysiske modelforsøg, numerisk modellering som hybride tests af marine forhold og vandbygning. Det er af stor værdi for markedets danske aktører, at DHI kan fastholde og udbygge denne rolle og på det grundlag leverer ekspertløsninger og -services ind i det danske økosystem af aktører, som bl.a. står bag den danske eksport-succes af havvindenergi.

### B.2 Indhold

Denne aktivitet kombinerer DHI's domæneviden inden for fysiske modelforsøg og numerisk modellering med henblik på at etablere en ny hybrid testfacilitet for flydende havvindmøller og et screeningsværktøj til hybride test. I 2022 planlægges en række aktiviteter som dels viderefører aktiviteterne fra 2021 og dels fokuserer på nye forretningsområder:

- Aktiviteten udbygger det nye software-in-the-loop system, som udvider DHI's modelforsøgs-facilitet til en reel hybrid testfacilitet, hvor vindlasten på en flydende havvindmølle modelleres via en digital tvilling af vindmøllen. Indsatsen tilføjer flere frihedsgrader af vindmøllens bevægelser samt udvikler øget nøjagtighed og robusthed. Systemets hybride tests demonstreres konkret for et dansk fundamentsdesign og involverer brugere via følgegruppen i IFD-projektet FloatStep.
- Aktiviteten udnytter koblingen mellem bølgemodellerne OpenFoam (Open Source CFD) og MIKE3 Wave FM (DHI's 3D bølgemodel) og MIKE21 MA (DHI's model af flydende strukturer) og forbedrer denne i den digitale tvilling med henblik på såvel flydende som fastfunderede havvindmøller. Metoder der beskriver laster på sekundære strukturer fra bølgeopskyl samt brydende bølger testes. Aktiviteten planlægges delvist under IFD-projektet FloatStep.
- De digitale tvillinger af testfaciliteter vil blive udvidet med fokus på bølgebrydere og scour om strukturer ved havbunden. De demonstreres til udvidelse af testmatricer fra fysiske modelforsøg til at indeholde et bredere sæt af bølge- og vindpåvirkninger for såvel flydende vind, bølgebrydere og scourforsøg. Eksempelvis kan koblingen mellem den fysiske bølgerende og den numeriske MIKE3 Wave FM model udnyttes til højereordens bølgegenerering under komplekse bathymetriske forhold. Den digitale tvillings brugerinterfaces målrettet design og screeningsprocesser demonstreres og giver en effektiv inddragelse af slutbrugere.
- Som en udvidelse af de fysiske faciliteter udforskes muligheden for non-intrusive vandsstandsmålere som kan styrke integrationen med digitale tvillinger af bassinerne.

### B.3 Aktører

Aktiviteterne udføres primært af afdelingen Marine and Hydraulic Structures på DHI, som besidder kompetencerne inden for fysiske modelforsøg og numerisk modellering af bølge-struktur interaktion. Udviklingen vil foregå i tæt samarbejde med DTU Wind Energy, som udvikler en aero-hydro-elastisk model (HAWC2).

For at sikre indsatsens markedsrelevans og -udbredelse inddrages målgruppen aktivt i udviklingen af kravspecifikationer bl.a. via samarbejde i IFD-projektet FloatStep, som beskrevet i afsnit B.4. Desuden inddrages aktiviteter fra det igangværende industridrevne CarbonTrust project, WaveRU, ang. bølgeopskyl og laster på offshore monopæle, samt løbende interaktion med industrien mht. udvikling af numeriske metoder til scoursimulering. Desuden sikres aktivitetens relevans gennem indsatsområdets dedikerede aktivitet til inddragelse og vidensspredning (aktivitet 2.1).

FloatStep projektet har deltagelse af DTU Wind Energy, Siemens Gamesa, Stiesdal Offshore Technology, University of Western Australia og STRØMNING og en bred dansk følgegruppe. Herudover sikres en bred inddragelse i udviklingen af hybride testfaciliteter, der bl.a. inkluderer klyngerne Energy Cluster Denmark og MARLOG samt flere danske virksomheder: COWI, SWECO, Rambøll, NIRAS, DNVGL, Ørsted, C2Wind, Wood Thilsted og LIC Engineering.

### B.4 Sammenhæng med andre projekter

DHI arbejder specifikt med målgruppens virksomheder, ledende danske og udenlandske universiteter og videninstitutioner i IFD-projektet FloatStep, hvor både fysiske testfaciliteter og numeriske modeller udvikles mod flydende havvindmøller. De førende udviklere og aktører inden for offshore vind er repræsenteret i technical working group for CarbonTrust projektet WaveRU som giver en bred kontaktoverflade inden for den relevante industri. Det forventes i 2022 at søge 2 nye forskningsprojekter, der understøtter aktiviteterne.

### B.5 Følgegruppe

Oplæg til aktivitetsplan for 2022 blev præsenteret og diskuteret med følgegruppen ved møde d. 27. oktober 2021. Der var generel opbakning i følgegruppen til aktivitetsplanen. Følgegruppen vil blive inviteret til en uddybende gennemgang af aktivitetsplanen i første kvartal i 2022. Fremdrift på aktiviteter vil løbende blive præsenteret og diskuteret på følgegruppemøder i 2022.