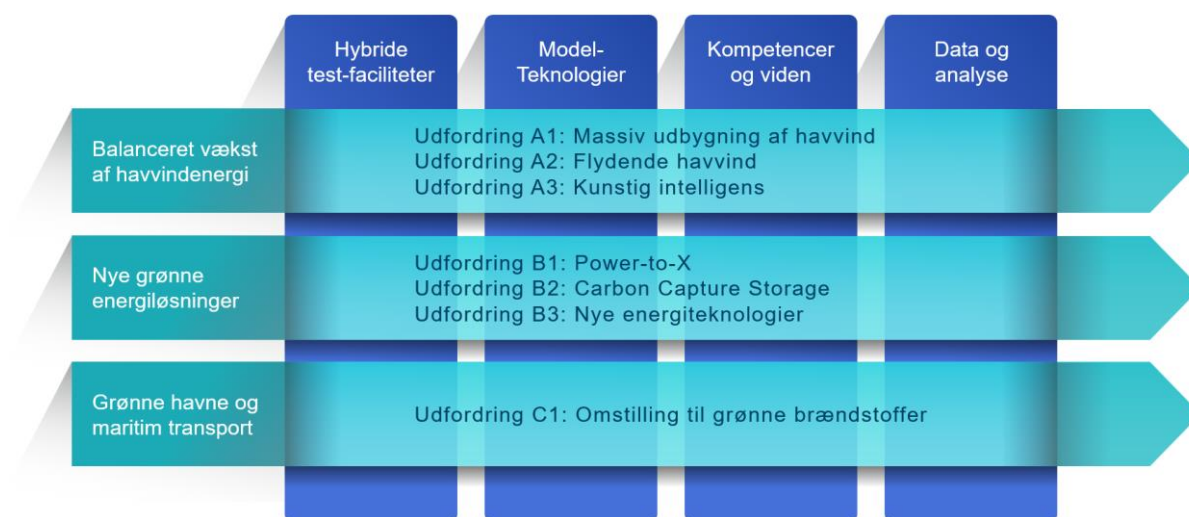


Indsatsen kort (resumé)

Den accelererende vækst af den grønne energisektor skal foregå under hensyntagen til påvirkning af og fra atmosfære, hav og miljø. De grønne energiløsninger påvirker disse, og samtidig er atmosfære, hav og miljø bestemmende for design, konstruktion og operation af energinfrastrukturen og dens bæredygtighed. Med dette indsatsområde vil vi styrke og opbygge ny viden inden for disse områder og udvikle teknologiske services og testfaciliteter til håndtering af sociale, miljø- og forretningsmæssige risici. Dette vil støtte de ambitiøse politiske klimamål for drivhusgasemissioner, mens skader på miljø minimeres. Effekten opnås gennem partnerskaber med danske eksportvirksomheder inden for havvind, maritim transport, Power-to-X (PtX) og Carbon Capture Storage (CCS).

For at opnå disse overordnede mål beskæftiger indsatsområdet sig med syv specifikke udfordringer inddelt i tre underområder og fire typer indsatser, som illustreret nedenfor.



Figur 1 Udfordringer adresseret af indsatsområdet samt aktivitetstyper bragt i spil til at fremme løsningen af disse.

1. Målsætninger, nøgleaktiviteter og indikatorer

DHI's vision for dette indsatsområde er at fremme omstillingen til grøn energi med målrettede aktiviteter i snitfladerne til hav, vand og miljø. Effekten opnås via strategisk vidensopbygning, udvikling, test og demonstration af teknologisk services, der hjælper med at indfri politiske mål for grøn omstilling af energi i Danmark samt internationalt gennem virksomheders vækst og eksport.

De opnåede effekter efter resultatkontraktperioden vil komme til udtryk som positive bidrag til

- flere danske jobs og større markedsandele på eksisterende markeder (havvind, havne, skibsfart), hvor der drages nytte af områdets resultater
- reduktion af CO₂ udledning i Danmark og fra danske virksomheders globale operationer
- specifikke danske vækstsucceser inden for nye grønne energiløsninger

Indsatsområdet har en stærk forankring i danske private og offentlige samarbejder og netværk inden for de berørte sektorer og som er baseret på ofte globalt førende kompetencer. Der er tillige et nyt fokus på at udvide netværket, samarbejdet, vidensopbygningen og udviklingen rettet mod aktører, der arbejder med potentialer og problemstillinger inden for energi- og CO₂-lagring via PtX- og CCS-teknologier.

Målgruppen udgøres af en stor gruppe af aktører inden for de berørte sektorer, herunder rådgivere og serviceudbydere (SMV'er og større virksomheder), energiforsyningsselskaber, teknologiproducenter, grønne energioperatører, havnemyndigheder, rederier og offentlige myndigheder.

Som indikeret i Figur 1 er der formuleret 7 konkrete udfordringer, der driver målsætninger for tilsammen at adressere visionen. Disse er inddelt i tre overordnede aktivitetsområder. Effektkæden er opbygget gennem fremdriftsplaner for hver udfordring og delmål for resultater per aktivitetsområde inden for bevillingsperioden. Arbejdsmetoden vil generelt følge en agil model med iterativt øget værdi i anvendelsen ved først at sigte mod prototyper og ende med pilot-demonstrationer, inden markedet selv bærer metoderne og fuldender effekten.

Aktivitetsområde A: Balanceret vækst af havvindenergi.

Udfordring A1: Massiv udbygning af havvind

Forskning og udvikling: Ny viden og modelteknologi udvikles til fysisk korrekt at repræsentere og forudsige effekter af grupper af havvindmøller på bølger, havstrøm og vandkvalitet. I nært samspil med bl.a. danske SMV'er og startups, suppleres med redskaber og analysemetoder til håndtering af mulige fremtidsscenarier, herunder design, installation og drift af havvindparker og konflikter, når havvindparker skygger på tværs af grænser.

Fremdriftsplan: Der arbejdes med videnhjemtagning og beskrivelse af de effekter, som havvindparker har på bølger og havstrøm. Dette indarbejdes som prototyper og åbne standarder til at integrere modeller af vindmøller vekselvirkning med atmosfæren og havet. Disse nye services testes i forbindelse med planlagte, eksisterende og nystartede parker.

Udfordring A2: Flydende havvind

Forskning og udvikling: Der arbejdes videre med hybride testfaciliteter af flydende vindmøllers respons under realistiske bølge- og vindforhold. Desuden etableres havstrømsmodeller globalt, som er målrettet behov i flydende havvind.

Fremdriftsplan: DHI's bølgebassin forbedres initialt med ny vindgenerering og mere nøjagtige hybridmodeller. Dernæst udvikles en række testprogrammer defineret sammen med danske industripartnere ifm. IFD-projektet FloatLab. Udviklingen af højkvalitets havstrømsmodel starter med udvikling af nye data science metoder samt en prototype første år, inden metoden verificeres videnskabeligt ved publikationer, opskales og gøres tilgængelig digitalt.

Udfordring A3: Kunstig intelligens

Forskning og udvikling: Risici for fuglebestande udgør en kritisk barriere for havvind. En ny service med åbne databaser, billeder og video fra borgere, ekspertviden og AI til automatisk identifikation af fugle- og flagermusarter udvikles. På metocean-området vil ny specialiseret AI prognose-teknologi gøres åben og lettilgængelig at integrere for danske SMV'er.

Fremdriftsplan: Kunstig intelligens er et felt i hastig udvikling. Fremdriftsplanen på dette område er derfor agil med korte udviklingscykler og tæt overvågning af markedet og videnskabelige nybrud. Med hensyn til fugle identifikation bekræftes samarbejder med ornitologiske foreninger, inden udviklingsfasen tager over. Metocean-sporet vil starte med systematisk afsøgning af markedsbehov og metoder, der kombinerer data science og numeriske modeller.

Aktivitetsområde B: Nye grønne energiløsninger.

Udfordringer B1 & B2: Power-to-X og Carbon Capture Storage

Forskning og udvikling: Efter initialt industrielt fokus på opskalering af kerneteknologier vil vi hér rettidigt bidrage med teknologisk service til håndtering af miljøhensyn i havet, vandressource, procesvand, samt design og planlægning af infrastruktur og logistik.

Fremdriftsplan: Der vil fra dag ét være stort fokus på inddragelses- og netværksaktiviteter for at skabe nye relationer til aktører på danske og internationale markedsområder. Der udvikles proof-of-concepts for redskaber, der adresserer problematikker for vandressource, vandkvalitet og planlægning. Værdien af disse vurderes af målgruppen, og udvalgte prototyper demonstreres.

Udfordring B3: Nye energiteknologier

Forskning og udvikling: Der udvikles test- og modelteknologi til vurdering af potentiale og udfordringer under modning af nye og alternative vedvarende energiformer såsom flydende solenergi, energiøer, bølgeenergi, geotermi og multi-use-løsninger.

Fremdriftsplan: Vi vil styrke engagementet i netværk, der støtter nye energiteknologier med behov for DHI's test- og modelteknologier. Afhjælpning af forretningsrisici hos SMV'er og start-ups vil have særligt fokus. Der vil blive etableret en transparent proces for prioritering heraf.

Aktivitetsområde C: Grønne havne og maritim transport

Udfordring C1: Omstilling til grønne brændstoffer

Forskning og udvikling: Der udvikles et bæredygtighedsmodul til vurdering af kombineret energiforbrug samt klima- og miljøbelastning for scenarier af havnes infrastruktur, skibstrafik og drift samt regler og anbefalinger. Herunder spild af grønne brændstoffer og flow-batterier.

Fremdriftsplan: Vi vil yderligere engagere os i de stærke danske netværk, der arbejder med grønne brændstoffer og elektrificering af skibe og i havne. Med særligt blik for danske SMV'er og startups i sektoren suppleres dette med workshops og behovskortlægning. En prototype af bæredygtighedsmodulet vil blive udviklet og demonstreret.

Overordnede indikatorer og mål

Indsatsområdets værdiskabelse og effektopnåelse på sigt måles konkret ved mål for 7 indikatorer for resultatkontraktperioden 2025-2028. Disse samt bidrag fra hver aktivitetsspor ses i Tabel 1.

Indikator	Mål	A	B	C
Antal danske og internationale F&U samarbejdsrelationer ¹	35 videninstitutioner, heraf 15 danske og 20 udenlandske	20	8	7
	30 virksomheder, heraf 5 forsyningsvirksomheder, 25 SMV'er og 5 øvrige virksomheder	18	6	6
Antal teknologiske services udviklet og testet i markedet	20 teknologiske services	10	5	5
Hjemtaget funding fra danske og internationale forskningsfonde	30 mio. DKK hjemtaget, heraf 20 mio. DKK fra danske fonde og 10 mio DKK fra internationale fonde.	15	7.5	7.5

Antal virksomheder, som har deltaget i videnspredning- og inddragelsesaktiviteter	250 virksomheder	100	80	70
Antal indlæg ved konferencer, webinarer, seminarer m.m., herunder som arrangør	60 indlæg	34	14	12
Antal publikationer (videnskabelige og faglige tidsskrifter, conferencebidrag m.m.)	40 publikationer	24	8	8
Deltagelse i udvalg eller netværk (faglige, standardisering og videnskabelige)	10 udvalg	6	2	2

¹ En samarbejdsrelation defineres som samarbejde gennem F&U projekter, hvor der foreligger en skriftlig aftale med finansiering fra fx forskningsfonde, samt samarbejde gennem F&U aktiviteter der er finansieret af resultatkontrakten.

Tabel 1 Indikatorer og mål med fordeling over aktiviteter, A, B, C.

2. Relevans og potentiale

Danmark er i gang med en historisk grøn omstilling ([Køreplan for et grønt Danmark i 2030](#)) og tilsvarende omstilles Europa via den [europæiske Green Deal](#). Omstillingen indeholder på den ene side økonomisk potentiale for danske virksomheder og på den anden side en forvaltningsmæssig udfordring i at udnytte vedvarende energiresourcer i optimal balance med natur, miljø og andre samfundsmæssige behov. Dette indsatsområde vil imødekomme behov for udviklingen af den grønne energisektor, herunder grønne tiltag i havne og maritim transport.

For at afdække de fremtidige behov hos målgruppen har vi i 2023 udført en større markedsundersøgelse, hvor vi gennem interviews med mere end 100, primært private, samarbejdspartnere har identificeret de største innovationsudfordringer, de står over for. Denne undersøgelse, vores etablerede dialog med målgruppen, henvendelse til nye samarbejdspartnere samt dialog på BedreInnovation.dk danner udgangspunkt for udarbejdelsen af dette indsatsområde. Samlet har det konsolideret og forbedret forståelsen af de fremtidige udfordringer, der adresseres under indsatsområdet som opsummeret i Figur 1 med tilhørende aktivitetstyper og -områder.

Indsatsområdets målgruppefokus dækker rådgivere og serviceudbydere (SMV'er og større virksomheder), energiforsyningsselskaber, teknologiproducenter, grønne energioperatører, havnemyndigheder, skibsejere og offentlige myndigheder. Værdien skabes for målgruppen via:

- Større konkurrenceevne: Gennem adgang til ekspertviden, teknologiske model- og dataservices, test og sparring om innovative løsninger kan danske virksomheder styrke deres markedsposition både nationalt og internationalt.
- Minimering af risici: Vidensbaserede og dokumenterede services og tests er essentielle for at tage klima- og miljøansvar samt proaktivt håndtere projekt- og produktrisici fra forvaltningsmæssige krav såvel som fra medier, meningsdannere og offentligheden.
- Nye markeder: Danske virksomheder og underleverandører er stærkt placeret internationalt inden for havvind og maritim transport. Den nye viden, nye modeller, test og datasæt og analyser er medvirkende til at åbne nye markeder og samarbejdsmuligheder.
- Styrket samarbejde: Tværsektorielt samarbejde dyrkes og kan føre til synergier og fælles løsninger, der accelererer innovation og udvikling inden for især nye energiteknologier og snitflader foranlediget af nye politiske strømme, teknologiske trends og regulering.

Aktivitetsområde A: Balanceret vækst af havvindenergi

120 GW havvind i 2030 og mindst 300 GW havvind i 2050. Dette fælles mål underskrev ni lande på [Nordsøtopmøde i foråret 2023](#) i kølvandet på [Marienborg-erklæringen for Østersøen i 2022](#). Udvikling på denne massive skala indeholder behov for meget hurtigt at få udviklet løsninger, der muliggør de mange ny-installationer samt mangedoblede aktiviteter ifm. drift og vedligehold af de nye kæmpestrukturer på havet, flydende som fastfunderede. Danske SMV'er som DECK1, C2Wind, Wood Thilsted, Vento Maritime, Haw Metocean, Stromning og LAUTEC bakker klart op om de foreslåede aktiviteter. Bl.a. skriver Anders Pihlkjær, LAUTEC A/S, på [bedreinnovation.dk](#): *"Vi ser stort potentiale i aktiviteter, der fokuserer på forbedring af metocean data, hvilket er afgørende for vores beregninger af vejrnedetid på offshore installationer Specifikt værdsætter vi intentionen om at forbedre datakvalitet, kvantificering af usikkerheder, tilgængelighed samt anvendelsen af machine learning metoder på metocean data."* Der er desuden betragtelig usikkerhed om den akkumulerede påvirkning af vindressourcen, potentialet af flydende vindenergi samt direkte og indirekte effekter på havet. Den brede anerkendelse af værdien fra havvindindustri og vidensinstitutioner kommer til udtryk ved, at den klart største andel af kommentarer på [bedreinnovation.dk](#) relaterer sig til havvind. Støtten opsummeres af Martin Bjerre Nielsen, Wood Thilsted: *"Den planlagte massive udrulning af Offshore Wind i Danmark, Europa og verden forventes at få et solidt aftryk af danske designs teknologier og services. Hertil bidrager de foreslåede indsatser fra DHI med bedre tests, metoder til lastberegning, metocean data og miljøforståelse som væsentlige teknologiske services, der gavner branchen i Danmark både direkte og indirekte i den internationale konkurrence samt bredt til at levere den politisk planlagte kapacitet"*. Dette aktivitetsområde opbygger ny grundviden og udvikler teknologiske services for at kunne imødekomme danske virksomheders behov for at minimere risici og for at kunne kommunikere vidensbaseret til en bekymret offentlighed.

Aktivitetsområde B: Nye grønne energiløsninger

Stor usikkerhed og høje investeringsrisici præger udviklingen af fremvoksende energiteknologier så som PtX, CCS, energioer og alternative energiproduktionsløsninger. DHI bidrager her med sine unikke kompetencer inden for modelteknologi, data og test. Derved understøttes nationale projekter, og danske virksomheders position styrkes i disse sektorer, som spås stor fremtidig vækst, men også hård international konkurrence. Anvendelsen af CCS-teknologier er især en afgørende brik i opnåelsen af mere kortsigtede 2030 målsætninger for drivhusgasreduktion ([CCUS Roadmap for Innomission 1](#)), og der er nu brug for at håndtere havmiljøproblematikker, afhjælpe videnshuller samt udvikle og modne teknologiske services for at fastholde private investeringer. PtX-teknologier er vitale for at kunne lagre og transportere den grønne energi. Dette kræver tilstrækkeligt rent vand fra opland eller desalinering, optimalt design for cirkulation af vand til elektrolysen samt håndtering af procesvand i havmiljøet. For både CCS og PtX afviger design og logistik-udfordringerne fra de kendte, hvilket medfører investeringsrisici. Lignende problematikker gør sig gældende for udviklingen af alternative energityper som fx flydende solenergi, multiuse platforme, storskala geotermi og bølgeenergi. Kommentarer på [bedreinnovation.dk](#) viser opbakning fra Stiesdal, Geo, ECD, Trelleborg, AAU, DTU mfl. Interessen for samarbejde udtrykkes bl.a. af Mareen Tiedemann, Stiesdal; *"We are further interested in their developments in PtX and CCS technologies"*. Opfordringerne til brede samarbejder afspejler den relativt lave modenhed, som opskalerede løsninger har, og rettidigheden af at have stor fokus på inddragelse, netværk, vidensopbygning og co-creation med målgruppens teknologiudviklere, projektudviklere, rådgivere og serviceudbydere.

Aktivitetsområde C: Grønne havne og maritim transport

Over 80 % af volumen i international varehandel er båret af havet og passerer derved gennem havne. Danske Rederier har sat ambitiøse mål for [net-zero udledning af drivhusgasser i 2050](#). Strategien fra

2023 i den internationale maritime organisation (IMO) følger op med lignende [global målsætning i 2050](#). Denne banebrydende omstilling kræver udvikling og etablering af infrastruktur og operationer, der løbende tilpasses de nye muligheder og risici, som bæredygtige brændstoffer medfører (el, brint, ammoniak, e-metanol osv.). Emma Jürgens, Klima og Miljø Konsulent, Danske Rederier, skriver bl.a.: ”*Dette projekt samler mange aktører, som kan teste og afprøve løsninger for mere bæredygtige brændstoffer. Derudover har vi brug for optimering af elektrificering ved landstrømsanlæg i havnene. EUs direktiv FuelEU, som træder i kraft i 2025, stiller blandt andet krav til, at container og passagerskibe tilkobles landstrøm, når de lægger til havn*”. For bedre at kunne vurdere disse risici og optimere operationer under hensyntagen til forvaltningskrav udvikler indsatsområdet målrettet teknologiske services. Opbakningen er bredt forankret på BedreInnovation.dk med kommentarer fra Tænketanken Hav, Trelleborg, SDU, FORCE Technology, Danske Rederier, BlueTech, PlanBlue og DFDS.

Af de prioriterede temaer i UFS’ opslag af resultatkontraktmidler 2025-2028 støtter indsatsområdet:

- ”Klima” ift. udvikling af nye teknologiske løsninger inden for energi-, drivhusgas- og miljøområdet, der understøtter den grønne omstilling og Danmarks klimamål samt støtter danske virksomheders konkurrenceevne.
- ”Digitalisering, kvanteteknologi og rum” ift. udvikling af digitale vand- og energiløsninger, der udnytter de store potentialer inden for AI og rumteknologi.

Derudover vil indsatsområdet udnytte mulighederne ift. regeringens nye strategi: ”[Fart på fremtidens grønne løsninger – en styrket indsats for grøn forskning, innovation og klimaløsninger](#)”.

3. Markedssvigt og konkurrencesituation

Fælles for de foreslåede aktiviteter er, at de indeholder behovsafdækning, oparbejdning af data, modeller og analysemetoder, udvikling af infrastruktur og nye bæredygtige forretningsmodeller. Dette kræver store investeringer i F&U, opbygning af kompetencer, etablering af datagrundlag mm. og vil ikke blive løftet af markedet alene. Det kræver desuden samarbejde og koordination mellem mange forskellige interessenter, hvilket udgør en forhindring for indfrielse af det udtalte behov for fælles tilgængelige løsninger allerede inden for 1-5 år for at nå politiske mål.

En solid forståelse af de berørte markeders innovationskraft, aktørsammensætning og DHI’s rolle som GTS-institut er afdækket gennem markedsundersøgelserne beskrevet i afsnit 2. Dette er suppleret med input fra workshops og kunderelationer, deltagelse i faglige fora og netværk, dialog med følgegrupper under resultatkontrakten samt dialog på BedreInnovation.dk. Baseret på denne markedsafdækning har vi defineret indsatsen på forkant af markedet, hvor der ikke udbydes tilsvarende ydelser, og hvor vi ikke er bekendt med, at andre danske markedsaktører har tilsvarende ydelser under udvikling.

Indsatsområdets aktiviteter adresserer på forskellig vis markedssvigt, der mærkes af målgruppen på de enkelte berørte markeder. Inden for havvind er der stor opmærksomhed på teknologisk service til at understøtte skalering af danske virksomheders forretning på et kraftigt vækstende globalt marked samt at fjerne barrierer for accelereret udvikling via ny teknologi og services med særligt fokus på SMV’er. På markederne for grønne havne og maritim transport samt PtX og CCS kendetegnes aktiviteterne ved at være på forkant med regulering og lovgivning. For nye grønne energiløsninger mere bredt bidrager indsatsen med inddragelses- og co-creation-aktiviteter til at imødekomme markedssvigt på disse umodne markeder med varierende grad af politiske forventninger til skalering i de kommende år. Endelig er markedssvigtet for anvendelse af machine learning på tværs af markederne, at de enkelte virksomheder og særligt markedsnære SMV’er ofte ikke har de nødvendige specialiserede ressourcer til at udnytte teknologierne og ikke tager de økonomiske risici. Der vil være løbende fokus på tilpasning hvis markedet selv regulerer dette.

Vi vil løbende gøre de nyudviklede teknologiske services tilgængelige for markedsaktører igennem åbne grænseflader som API'er, modeller og web services og understøtte deres videre vej i værdikæderne gennem formidlingsaktiviteter. Dermed kan viden og værktøjer forædles til udvikling af nye services og forretningsmodeller af rådgivere, konsulenter, serviceudbydere m.fl. til slutbrugere.

Til implementering af resultatkontrakten er der etableret en organisation og tilhørende governance processer, der skal sikre (i) effektiv eksekvering og maksimal værdiskabelse for danske virksomheder og det danske samfund, (ii) transparens og synlighed af indsatsområdets aktiviteter samt (iii) løbende monitoring af markedssituationen for hurtig identifikation af overlappende eller konkurrerende udviklinger i markedet. Følgende struktur og processer er implementeret:

- *Governance.* En styregruppe, med DHIs CTO som forperson er hovedansvarlig for resultatkontrakten. Der er udpeget en RK-Manager, som overordnet forvalter resultatkontrakten, samt en projektleder for hvert indsatsområde, der er ansvarlig for udførelse af dets tilhørende aktiviteter. For hvert indsatsområde er der tilknyttet både en ekstern og en intern følgegruppe.
- *Synlighed og transparens.* Indsatsområdets resultater vil løbende blive formidlet gennem kurser, webinarer, seminarer, konferencer, deltagelse i faglige udvalg samt videnskabelige og tekniske publikationer (se Afsnit 4). Aktivitetsplaner vil løbende blive publiceret på BedreInnovation.dk.
- *Monitoring af markedssituationen.* Evaluering af målgruppens behov og markedssituationen foregår løbende gennem inddragelse af målgruppe og interessenter i indsatsområdets aktiviteter, samt via følgegruppen (se Afsnit 4). Følgegruppen vil blive brugt til at afdække risikoen for konkurrenceforvridning.

4. Videnspredning og inddragelse i indsatsområdet

En tæt inddragelse af indsatsområdets målgruppe er helt central ift. videnspredning og for at sikre, at de udviklede teknologiske services er tilpasset og prioriterer deres identificerede markedsbehov. Vi vil inddrage målgruppen til samarbejde i forbindelse med co-creation og test af udviklingerne samt invitere dem til at bidrage til udvikling og demonstration af open-source biblioteker og services. Herunder vil vi samarbejde med klyngeorganisationer og gennem deres match-making og netværksaktiviteter række ud til relevante markedsaktører, der spænder bredere end DHI's eksisterende netværk – for især PtX- og CCS-områderne er dette af stor betydning.

Videnspredning vil ske gennem sociale medier, workshops og events (fx arrangementer i klyngerne, under forskningsprojekter, EERA JP Wind, Green Power Denmark, Dansk Vandbygningsteknisk Selskab, IDA Maritim, ShippingLab, Danske Maritime, PIANC), internationale konferencer, deltagelse i faglige udvalg samt videnskabelige publikationer. Derudover vil der blive udarbejdet kurser og webinarer (herunder DHI's F&U webinar serie: Diving into water innovations) til formidlingen.

Der nedsættes en følgegruppe, som løbende vil følge udviklingen inden for indsatsområdet med fokus på aktiviteternes relevans for målgruppen og på, at indsatsen ikke bidrager til konkurrenceforvridning. Følgegruppen vil bestå af 15-20 medlemmer og sammensættes, så den bredt repræsenterer markedsaktører og når ud over DHI's etablerede netværk. Følgegruppen vil inkludere repræsentanter fra målgruppen, brancheorganisationer, innovations- og erhvervsfremmesystemet og videnspartnere. Følgegruppen vil være etableret inden udgangen af første kvartal 2025. Følgegruppen vil bestå af 50 % nye medlemmer ift. nuværende resultatkontrakt og vil løbende blive evalueret og justeret i løbet af resultatkontraktperioden for bedst muligt at afspejle aktuelle aktiviteter under indsatsområdet.

Følgegruppen inddrages til løbende evaluering af aktiviteter og leverancer samt igangsættelse af nye aktiviteter. Med afsæt i følgegruppen vil der blive etableret mindre fokusgrupper for indsatsområdets

aktiviteter, der mødes 1-2 gange årligt. Desuden vil aktiviteter for alle indsatsområder blive præsenteret for følgegrupperne ved en årlig DHI-konference.

5. Nyhedsværdi og ambitionsniveau

Omstillingen til grøn energi er et gennemgribende og hurtigt udviklende tema på såvel den nationale som den internationale politiske agenda. Som beskrevet i afsnit 2 har dette i løbet af RK2021-24 perioden ledt til meget ambitiøse nye aftaler for både a) energiproduktion, med havvind som centralt element, b) kulstof- og energilagring via CCS og PtX og c) omstilling til el og grønne brændstoffer i den globale handelsflåde. Hvor den bredere ambition for 70 % CO₂ reduktion i 2023 var styrende for vores RK2021-24 indsats, er nyhedsværdien af denne RK2025-28 indsats forankret i opbakning til de nye konkrete branchespecifikke aftaler og målsætninger. Modningen af især kunstig intelligens og data science bidrager tillige med helt nye perspektiver ift. løsningerne på udfordringerne.

Balanceret vækst af havvindenergi. Dette aktivitetsområde fokuserer primært på barrierer og potentialer for indfrielse af de nye højere politiske vækstmål for havvind. Det bygger videre på etablerede og nye forskningsprojekter som FloatLab, DTWO, ESOMOOR og EuroWindWakes. Disse forbedrer state-of-the-art for at kvantificere den akkumulerede påvirkning af havvindparker på havet og fysisk at teste flydende vindmøller. Aktivitetsområdet adresserer desuden nyidentificerede databehov for opskalering af flydende havvind, barrierer for anvendelsen af probabilistiske designmetoder, afsøger værdiskabelsen af nye teknologier som kunstig intelligens samt opstarter dataindsamling af borgere til at forbedre grundlaget for sameksistens af fugle og havvind. Det fornødne videnskæssige grundlag er velforankret på DHI, og markedsmodne services vil løbende være tilgængelige fra år 2 og frem.

Nye grønne energiløsninger. Dette område har haft begrænset RK-aktivitet tidligere. Grundet de relativt lave teknologistadier har udviklere af de nye energiløsninger ikke været klar til at tage fat på den teknologiske opskalering, der for alvor bringer DHI's ekspertiseområder i spil inden for placering, design, miljøkrav og logistisk planlægning. Dette er under hastig forandring, og indsatsens forskningsaktivitet og teknologiudvikling vil klart løfte state-of-the-art. Dette sker ved på forkant af markedets behov at adressere de udfordringer, vi står over for når PtX- og CCS-markederne skal op i fuld skala. Afdækning af potentialer for og test af nye danske energigenereringsteknologier forventes i højere grad at kunne gøres med tilpasning af teknologier. Vidensgrundlaget for at løse udfordringerne er områder, hvor DHI har stor viden så som havet, modellering, design data, maritim transport og rent vand. Dette skal dog suppleres med forbedret forståelse af de nye energiteknologier, og nyhedsværdien kommer med teknologisk risiko for indfrielse af områdets effekt, hvilket søges mitigeret via fokus på partnerskaber. Der går 5 år, før services forventes fuldt i brug på markedet.

Grønne havne og maritim transport. Katalyseret af IMO guidelines og EU-direktivet FuelEU har omstillingen til grønne brændstoffer fået momentum, og havne, rederier og deres teknologiudbydere er godt i gang med at planlægge, udvikle og tilpasse deres faciliteter, produkter og services for at være klar til denne fremtid. Services til optimering i havne omkring elektrificering og grønne brændstoffer er nye, hvor scenariemodellering af infrastruktur og skibe, sensordata, klima- og miljømål samles til beslutningsstøtte. Teknologisk er den primære risiko at få software-komponenter koblet med komponenter, der er åbne eller vedligeholdes af samarbejdspartnere. Markedsmodne services ventes tilgængelige inden for 2-5 år.

6. Kobling til forsknings- innovations- og erhvervsfremmesystemerne

Gennem dialogfora, følgegrupper med de berørte branchers vigtigste aktører og deltagelse i projekter har DHI udviklet en tæt kontakt til SMV'er, GTS-netværket, større virksomheder, vidensinstitutioner

og myndigheder, både nationalt og internationalt. Der er herigennem opbygget forståelse for, hvilken udvikling der styrker disse samarbejder til fordel for områdets danske innovationsøkosystem. DHI er centralt placeret og bredt forankret i værdikæden både teknologisk og organisatorisk. Vi spiller en vigtig rolle internationalt som betroet og anerkendt partner for danske virksomheder.

Gennem teknologiske services, videnskabelig indsigt, specialistydelser og markedsforståelse bringes nye forskningsresultater i spil hos danske slutbrugere og indarbejdes ofte som del af deres egne produkt- og service-porteføljer. Der er i dette indsatsområde desuden stort fokus på de nyere markeder som PtX, CCS og nye energityper. Specifikt følges der op på interessetilkendegivelser for nye samarbejder på Bedreinnovation.dk og nye aktører kortlagt i DHI's strategiproces. Konkret samarbejdes der på igangværende forskningsprojekter IFD FloatLab, Horizon Europe DTWO, EUDP IDEA. Hertil kommer to nyvundne internationale F&U projekter under Clean Energy Transition Partnership program, ESOMOOR (IFD) og EuroWindWakes (EUDP) såvel som løbende ansøgningsaktivitet på 3-5 ansøgninger og aktiv deltagelse i EERA JP Wind.

Universiteter og internationalt forskningssamarbejde: Samlet set samarbejdes der i F&U-regi og primært i internationalt perspektiv med ca. 20 vidensinstitutioner og 30 virksomheder. Centrale partnere blandt disse omfatter: DTU (Vindenergi, Compute, Space, Elektro, Construct), AAU (Institut for Byggeri, By og Miljø, Energi), Københavns Universitet (Niels Bohr), Fraunhofer IWES (DE), NREL (US), ECMWF (UK) og Chalmers University (SE), primært inden for havvindforskning.

Andre GTS-institutter, klynger og brancheorganisationer: Vi indgår løbende i samarbejde med GTS-netværket og klyngeorganisationer for at sikre synergier og styrke positionen af både DHI og det samlede GTS i værdikæderne for grøn omstilling. Der er i dette indsatsområde planlagt koordinering, samarbejde og formidling om 1) en fælles GTS-indsats for Power-to-X i Danmark med TI, DBI, Alexandra og FORCE Technology gennem fx videnspredningsaktiviteter ([GTS-institutter afholder Power-to-X-konference](#)) 2) CCS med TI og FORCE Technology gennem fælles inddragelsesaktiviteter og koordineret projektarbejde hvor DHI særligt bidrager med risikovurderinger af det marine miljø og 3) en styrkelse af samarbejdet om grønne havne, maritim transport og havvind med FORCE Technology gennem dedikerede møder og etablerede maritime branchenetværk. Vi har indsendt hensigtserklæring til Energy Cluster Denmark, BlueLogTech Alliance og CLEAN's klyngeansøgninger. Endelig samarbejdes der med Green Power Denmark, Danske Rederier og Danske Maritime.

7. Sammenhæng med instituttets strategi og afsæt i instituttets ressourcer

Indsatsområdet understøtter DHI's markeds- og vækststrategi for miljøansvarlig udbygning af grønne energikilder og infrastruktur, herunder havvind, skibsfart og havne. Indsatsområdet er i DHI's forskningsstrategi indlejret under temaet "Green Energy Transition".

DHI bidrager med modeller, digitale løsninger og TDU-faciliteter til den grønne omstilling af energibranchen, skibsfarten og havneinfrastrukturen. Udbygningen af havvind accelererer og er et område, hvor DHI oplever stort volumen og hjemtagning af eksterne forskningsmidler. Indsatsområdet bygger på eksisterende nøgleaktiviteter og udvides med aktiviteter, der har til hensigt at udvikle og opbygge kompetencer inden for PtX og CCS og i samarbejde med FORCE Technology at styrke GTS-positionen på havneområdet i Danmark.

Indsatsområdet understøttes primært af ressourcer og faglige specialistkompetencer i forretningsenheden Energy & Ports og vil blive supporteret af bl.a. specialister på digitale ydelser og AI/ML fra forretningsenheden Technology & Innovation. Der er klar grænseflade mod indsatsområdet "Kunstig intelligens og digitale vandløsninger", hvor tværgående forankring af især kunstig intelligens udvikles, hvorimod anvendelse på markedsspecifikke udfordringer inden for grøn omstilling af energi

adresseres i dette indsatsområde. Ligeledes er der en skilleflade mod indsatsområdet ”Natur og biodiversitet”, som håndterer miljødelen, og hvor dette område ser på drifts- og forvaltningsrisici.

8. Konkrete aktiviteter i år 1

Kompetencer og viden. DHI’s kernekompetencer inden for denne indsats er vand, havet og dets miljø, modeltest, numeriske modeller og data samt teknisk og markeds-mæssig forståelse af havvindparker, havneoperationer, og nye energityper. For at kunne levere løsninger til områdets udfordringer vil der i år ét være fokus på videnhjemtagning, netværksopbygning og kompetenceopbygning inden for især PtX, CCS, flydende solenergi og havnes omstilling til el. Dette vil foregå via deltagelse i internationale og danske events og konferencer, 1:1 møder med ledende danske organisationer og via samarbejde med GTS-netværket. Der vil desuden som beskrevet i afsnit 4 blive gennemført struktureret vidensdeling og formidling af indsatsområdets resultater og indsigter.

Hybride test-faciliteter. DHI varetager som GTS-institut en række testfaciliteter, der anvendes i den grønne omstilling. Udviklingen af et testcenter til flydende havvind fortsættes fra starten af perioden, fokuseret på samarbejdet under FloatLab. I 2025 vil testfaciliteten se installation og demonstration af 25 innovative vindturbiner, som korrekt kan repræsentere atmosfærens turbulens og vindprofil.

Modelteknologier. Første år af kontrakten vil der blive udviklet en ny beskrivelse baseret på åbne kodebiblioteker for såkaldte wake-modeller til bedre at repræsentere vindmølleparkers påvirkning af havets fysik via forbedret modellering af energitransport i grænsefladen mellem hav og atmosfære. I samarbejder under de internationale forskningsprojekter defineres industriens kriterier og relevante scenarier, som udviklingens virkning vurderes på.

Udviklingen på machine learning området vil være rettet mod modningen af et åbent kodebibliotek målrettet især mindre danske virksomheders behov. Derudover vil der blive arbejdet med anvendelser af den nyeste forskning og udvikling inden for machine learning baserede metoder til højopløselig nedskalering. Parallelt hermed påbegyndes udviklingen af globale datasæt af højkvalitets havstrøm som ny service for flydende havvind ved at udforske de hastigt udviklende numeriske og data science metoder i samspil med nye datakilder. Dette leder til en metodeformulering og udvikling af en prototype, der vurderes af resultaterne hos målgruppen allerede første år.

Vi vil afsøge potentialet for betydeligt at øge anvendelsen og nøjagtigheden af ingeniørredskaber til modellering af flydende legemers bevægelse i flydende havvind og modellering i havne. Der vil være fokus op at sænke barrieren for anvendelse via en fleksibel og ensartet kobling af redskaberne med en række specialiserede biblioteker til deres respektive anvendelser.

Data og analyse. Aktiviteterne indeholder tilvejebringelse og tilgang til nye innovative datasæt samt primært åbne analyseredskaber, der kan omsætte data, test og modelresultater til beslutningsstøtte. Som noget nyt vil vi igangsætte aktiviteter til at engagere foreninger og borgere i det videnskabelige arbejde med at indsamle og forædle visuelle data til fremme af kunstig intelligens til identifikation af fuglearter. Som støtte til danske SMV’er i målgruppens vindenergisegment arbejdes der fra indsatsens start med forudsigelse af metocean betingelser inklusive brug af højopløselig lokal og probabilistisk prædiktion. En analyse og kortlægning af anvendelsesmuligheder for omstilling til grøn energi af data fra den nye SWOT-satellit gennemføres. Endelig fortsætter vi samarbejdet med globale meteorologiske centre om at sikre, at kommende generationer af re-analyse-datasæt lever op til havvind-branchens behov, og suppleres med åbne statistiske analyseredskaber af metocean data i ikke-stationære situationer, hvor fx klimaet eller havbunden ændrer sig over tid.
