

A. Skema til ansøgning om resultatkontraktmidler

Indsatsområde (titel):	Grøn teknologi til blå vækst	Evt. nr.:	4
Indsatsområde kort (resumé)			
<p>En bæredygtig grøn omstilling kræver, at beslutninger om aktiviteter, der påvirker miljøet, tages på baggrund af velfunderet kvantitativ viden om miljøets tilstand og de enkelte presfaktorer. I dag er vores viden begrænset af langsomme og ressourcekrævende miljøundersøgelser og af, at de bedste metoder til at kvantificere presfaktorer og deres påvirkninger er svært tilgængelige. Visionen er at udvikle digitale værktøjer til bedre, hurtigere og mere kosteffektive miljøbeslutninger, der aktivt styrker natur og biodiversitet og sætter fart på Danmarks grønne omstilling.</p> <p>Indsatsområdet understøtter danske virksomheders og samfundets muligheder for at nå de ambitiøse mål, der er sat for bæredygtig blå vækst, gennem udvikling af let tilgængelige digitale værktøjer anvendt til realtidsmiljøvurderinger, optimeret spildregulering og risikovurderinger. Aktiviteter er opdelt i tre områder:</p> <p><i>1. Digitale miljøvurderinger og miljøudsigter til bæredygtig udnyttelse af havet</i> Webbaseret platform, der på basis af state-of-the-art modeller og metoder beregner effekter på økosystemet fra aktiviteter i havet og dermed giver let adgang for ikke-eksperter til miljøvurderingsværktøjer. Det ambitiøse mål er Havmiljøudsigten - en ny digital miljøservice, der kan formidle information om miljøets faktiske status i realtid og som prognose.</p> <p><i>2. Digital beslutningsstøtteplatform til marine anlægsopgaver</i> Prognose- og beslutningsstøtteværktøj, der baserer sig på integration af overvågningsdata i realtid (fx fra satellit, bølge og drone) med avancerede modeller for spredning af sedimentspild og på baggrund af vejrprognoser og operationsplaner for de næste dage estimerer miljøkonsekvensen af deponerings- og gravearbejder i havet.</p> <p><i>3. Digital platform for marin biosikkerhed</i> Værktøj til kvantificering af risikoen for udbredelsen af invasive arter, der kan medføre varige ændringer i marine økosystemer. Den globale skibstrafik er en væsentlig kilde til spredning af invasive arter via skibenes overflader (biofouling) eller udledning af ballastvand. Værktøjet kan benyttes til at vurdere forskellige strategier, kvantificere deres effekt og støtte valget af den mest effektive løsning.</p>			
1) Målsætninger, aktiviteter og indikatorer			
<p>Forudsætningen for en bæredygtig grøn omstilling er, at beslutninger om aktiviteter, der påvirker miljøet, tages på baggrund af velfunderet kvantitativ viden om miljøets tilstand og de enkelte presfaktorer. I dag er vores viden begrænset af langsomme og ressourcekrævende miljøundersøgelser og af, at de bedste metoder til at kvantificere presfaktorer og deres påvirkninger er svært tilgængelige. Visionen for dette indsatsområde er at udvikle digitale værktøjer til bedre, hurtigere og mere kosteffektive miljøbeslutninger, der aktivt styrker natur og biodiversitet og sætter fart på Danmarks grønne omstilling.</p> <p>Miljømyndigheder og private virksomheder har brug for at tage gode, hurtige og kosteffektive beslutninger om miljøet, så vi skaber et samfund i balance, hvor den blå vækst går hånd i hånd med et sundt havmiljø i dag og for de kommende generationer.</p> <p>I dag tages beslutninger om havmiljøet ofte på basis af forældede data. Prøvetagning, processering af prøver og manuel databehandling er langsommelige processer, og der kan gå måneder til år, fra informationen indsamles, til den bliver anvendt i vigtige miljøbeslutninger. Miljøstyrelsen og private aktører, som fx havbrug, efterspørger fremtidens løsninger, der integrerer nye måleteknologier med avanceret realtidsmodellering af økosystemet, så vigtige miljøbeslutninger kan tages på basis af viden om det aktuelle miljø og pålidelige kvantitative vurderinger, der inkluderer kompleksiteten i det marine økosystem.</p> <p>Nye online services skal udbrede og lette adgangen til avancerede metoder og modeller. Og nye datateknologier skal reducere usikkerheder og markant forbedre forudsigelser af presfaktorerers effekter på havmiljøet. De vigtigste presfaktorer er sedimentspild fra anlægsarbejde, miljøfarlige forurenende stoffer og næringsstoffer fra fx renseanlæg, akvakulturproduktion og landbrug samt risiko for spredning af invasive arter med skibstrafik (biosikkerhed). Integration af nye online måleteknikker med avancerede modeller, der</p>			

beskriver presfaktorer og økosystemet i realtid, vil gøre det muligt for første gang at tage miljøbeslutninger baseret på miljøets aktuelle tilstand, presfaktorernes faktiske effekt og prognoser for disse.

De nye services vil være unikke og give Danmark en førerposition i EU og verden og en konkurrencefordel på det internationale marked. Et strategisk mål er skalérbarhed, som muliggør eksport af systemer og services, der understøtter den grønne omstilling i Danmark og resten af verden.

Aktiviteter

Indsatsområdet understøtter danske virksomheders og samfundets muligheder for at nå de ambitiøse mål, der er sat for bæredygtig blå vækst, gennem udvikling af let tilgængelige digitale værktøjer, realtidsmiljøvurderinger, optimeret spildregulering og digitale risikovurderinger. Aktiviteter er opdelt i tre områder:

1. Digitale miljøvurderinger og miljøudsigter til sikring af bæredygtig udnyttelse af havet
2. Digital beslutningsstøtteplatform til marine anlægsopgaver
3. Digital platform for marin biosikkerhed

1. Digitale miljøvurderinger og miljøudsigter til sikring af bæredygtig udnyttelse af havet

a) Digitale miljøvurderinger

I dag kan der være store udfordringer med beregning af miljøeffekter, og vi oplever, at markedet har stor interesse for let tilgængelige værktøjer, som pålideligt og hurtigt kan kvantificere effekter på havmiljøet og gøre resultaterne gennemskuelige for en bred vifte af brugere. I denne aktivitet udvikles en webbaseret platform med værktøjer, der på basis af modeller af presfaktorer og økosystemet kvantificerer effekter af aktiviteter i havet. Platformen giver let adgang for ikke-eksperter til avancerede modeller, der kan beregne effekter på havmiljøet. Værktøjerne udvikles i samarbejde med private aktører og myndigheder (fx havbrug, forsyningsselskaber, entreprenører, kommuner og miljøforvaltningen), og fokus vil være på effekter af forurenende stoffer som næringsstoffer, organiske stoffer, miljøfarlige stoffer, sedimenter og bakterier.

Gode, robuste miljøvurderinger kortlægger de eksisterende miljøforhold, beregner størrelse og spredning af forureningen og kvantificerer effekterne i havmiljøet. I dag mangler vi let tilgængelige metoder til at kvantificere effekter på arter og habitater og til at beregne kaskade-effekter i økosystemet. Vi vil derfor udvikle modeller og metoder til at kvantificere effekter af forurening med fokus på indikatorer for EU's Havstrategidirektiv og Vandrammedirektiv. Målet er, at eksisterende viden bliver let tilgængelig, så kriterier og grænseværdier kan tilpasses de faktiske forhold samt de faktisk forekommende arter og habitater. Viden om naturlige niveauer og variationer af fx miljøfarlige stoffer eller marine populationer er vigtig baggrundsviden for miljøvurderinger, men anvendes ikke i dag som standard, da analyserne er krævende. Målet er at implementere metoder til probabilistisk risikovurdering, der kan estimere virkninger af presfaktorer ud fra mange data og deres variation og ikke alene ud fra enkeltobservationer.

I områder med mange interessenter og planer (fx havvind) udnyttes eksisterende data ikke tilstrækkeligt på tværs af projekter og nationale grænser. Dette gælder fx i Nordsøen. I denne aktivitet udvikles en miljøportal for havvind med adgang til modellerede fysiske data og miljødata samt applikationer til databehandling, kortlægning, valg af lokalitet og miljøvurdering af havpattedyr og fugle.

b) Havmiljøudsigt

Udvikling af Havmiljøudsigten – en digital platform med information om havmiljøets aktuelle tilstand og prognose for de kommende dage. Portalen understøtter indsamling af aktuelle havmiljødata, integration af måledata i modeller og beregner indeks for miljøstatus til offentlige og private beslutningstagere. Der udvikles en digital arkitektur til robust og hyppig afvikling af store økosystemmodeller i realtid og nye teknikker til avanceret data-assimilering og automatisk kalibrering af modellerne. Nye data-science metoder udforskes til estimering af afstrømning og næringsstofbelastning fra land, herunder nedskalering fra store globale modeller til lokale danske vandområder. Herudover udvikles automatiserede processer til at kombinere kort (fra satellit) og finskala data (ortho-foto og video transekter) for at opnå en metode til løbende landsdækkende kortlægning af fx undervandsvegetation.

Succesmålet er, at de nye værktøjer og services anerkendes som state-of-the-art indenfor miljøvurdering, og at de hjælper danske virksomheder og myndigheder til bedre og mere kosteffektive miljøbeslutninger. Målet er, at mindst to nye services til VVM (Vurdering af virkninger på miljøet) screeninger eller miljøvurderinger bliver lanceret og testet pr. år, og at hver service er bragt til anvendelse af mindst 10 brugere to år efter lancering. En første version af Havvindplatformen udvikles ved co-creation med 3-5 brugere i løbet af det første år, og målsætningen er at ekspandere løbende med én ny funktion og fem brugeranvendelser om året.

Desuden er målet, at platformen til realtidspredninger for havmiljøets tilstand bliver udviklet og testet med tre danske virksomheder eller myndigheder pr. år i de sidste to år af perioden.

2. Digital beslutningsstøtteplatform til marine anlægsopgaver

Deponerings- og gravearbejder er en del af alle større infrastrukturprojekter på havet, hvor der indvindes land, oprenses sejlrender, installeres rørledninger eller fundamenter til havvindmøller. Deres miljøeffekter vurderes fx på basis af gennemsnitsår, som ikke afspejler de aktuelle forhold under gravearbejdet. Vurderingerne af de beregnede potentielle effekter er ofte konservative og kan lede til unødige begrænsninger af aktiviteter både i tid og rum - og dermed dyrere projekter. Her udvikles metoder til overvågning og prognose af sedimentspild fra gravearbejder, som samtidigt sikrer besparelser og beskytter miljøet mest muligt.

Overvågningen af sedimentspild ved gravearbejde baseres i dag på data fra faste målestationer og bemandede skibe, og enkelte større projekter integrerer manuelt data med modeller, der simulerer spildet løbende. Afhængigt af projektets kompleksitet sker den manuelle integration dagligt, ugentligt eller sjældnere. Her udvikles et nyskabende overvågningssystem til detaljeret realtidsmåling af sedimentfaner. Systemet kombinerer brug af tredjeparts-droneteknologi med avancerede procesbaserede modeller samt viden om forudgående og planlagte aktiviteter. Resultatet bliver en komplet 3D beskrivelse og dermed forudsigelse af sedimentfaner - med hidtil uset præcision - leveret i realtid til operatørerne på gravemaskinerne og til de ansvarlige for miljøovervågningen.

Kvaliteten af predningerne for sedimentspildet afhænger af en korrekt procesbeskrivelse i nærfeltet (20-50 m fra gravemaskinen) og fjernfeltet. I aktiviteten udvikles nye modeller til forbedret beskrivelse af nærfeltet ved forskellige marine graveaktiviteter og afværgeforanstaltninger. Dette inkluderer kobling mellem sand og mudder, hvis vigtighed bekræftes af det industridrevne forskningsprojekt MUSA (med deltagelse af DHI).

Den overordnede succes for aktiviteten opnås ved, at beslutningsstøtteplatformen bliver anvendt i marine anlægsarbejder i Danmark og udlandet, og at der dokumenteres besparelser hos entreprenørerne såvel som bedre beskyttelse af miljøet. I løbet af de første 2 år udvikles systemet og testes på 2 projekter. Forventningen er, at systemet herefter er operationelt og vil blive brugt på 2-4 projekter pr. år samtidig med, at det videreudvikles med nye teknologier. Det nyskabende drone-/modelovervågningssystem forventes at blive anvendt i et pilotprojekt i løbet af de første 2 år og i 5 projekter inden for de følgende 2 år.

3. Digital platform for marin biosikkerhed

Alle handelsskibe skal i dag følge FN's Søfartsorganisations (IMO) regler til forebyggelse af spredning af invasive arter ved at overholde ballastvandskonventionens krav til behandling af ballastvand og sediment (konventionen er fuldt indfaset i 2024), og opdaterede retningslinjer for skibsbegroning (biofouling) er på vej. Indenfor denne aktivitet udvikles, afprøves og markedsintroduceres en cloud-baseret platform til sikker håndtering af et skibs samlede biosikkerhedsdata.

På basis af data fra skibets automatiske identifikationssystem (AIS), ballastvandsbehandling og skrogrensning udvikles risikoindeksberegninger for ballastvand og biofouling, som sammenkoblet med spredningsmodeller for invasive arter kan gøre skibsejere, operatører, besætning og myndigheder opmærksomme på potentielle biosikkerhedsrisici og effekter af relevante afhjælpningsstrategier. Et mål er fx, at skibsejere/operatører kan gøre biosikkerhedsinformation for det enkelte skib tilgængelig for myndigheder inden ankomst til ny jurisdiktion. Det er derfor vigtigt for aktivitetens succes, at servicen opnår anerkendelse som informationsportal til de danske myndigheder. Målsætningen for fremdriften er, at 3 danske og udenlandske skibsejere/operatører og 20 tilhørende skibe tager biosikkerhedsplatformen i anvendelse til beregning og rapportering af risikoindeks for både ballastvand og biofouling inden for de første to år af resultatkontraktperioden.

Samarbejde med danske og udenlandske aktører

DHI samarbejder med både offentlige og private aktører omkring de foreslåede aktiviteter. Fx samarbejder DHI med Miljøstyrelsen om ideudvikling af fremtidens overvågningssystem baseret på en kombination af dataindsamling med nye teknologier som online bølger, over- og undervandsdroner, eDNA m.m. I samarbejde med havbrugsvirksomheden Musholm A/S har DHI udviklet ideer til realtidsmiljøovervågning omkring et havbrug. DHI arbejder tæt sammen med AU og DTU Aqua omkring forståelse af økosystemprocesser og avanceret modellering af marine økosystemer.

DHI arbejder sammen med store marine entreprenører i både Danmark og udlandet omkring udvikling af detaljerede nærfeltsmodeller for sedimentspild fra graveoperationer. Vi er i tæt dialog med både bygherrer

som eksempelvis Sund og Bælt (Femern og Kattegat forbindelsen) og By og Havn (Lynetteholmen) og relevante myndigheder omkring brug af nye teknologier og services til optimering og overvågning af marine graveoperationer.

DHI har verdens førende testcenter for præstationsprøvning og certificering af systemer til behandling af ballastvand og har detaljeret viden om regler og krav til håndtering af ballastvand. I testcentret samarbejdes med producenter indenfor vandbehandlingsteknologi og overvågningsudstyr til vurdering af udledninger af ballastvand. Certificeringstest udføres i samarbejde med klassifikationsselskaber som DNV GL og Lloyd's Register. Desuden er der i kraft af testarbejde en stor kontaktflade til skibsejere/operatører og myndigheder indenfor søfarts- og miljøforvaltning samt interesseorganisationer som Danish Shipping og BIMCO. Og DHI deltager i internationale partnerskaber for biosikkerhed som fx GlobalTestNet, GloFouling og Ballast Water Equipment Manufacturers.

2) Indsatsens relevans og potentiale

Havets ressourcer og arealer ses som afgørende for at kunne imødekomme den fremtidige efterspørgsel efter bæredygtige fødevarer, nødvendig infrastruktur, skibstransport og vedvarende energi. EU har ambitiøse mål om, at den blå økonomi skal hjælpe os over Corona-pandemien med en økonomi, der er stærkere, sundere og mere bæredygtig¹. Også i Danmark er der et enormt potentiale for blå vækst inden for innovation, jobskabelse og økonomisk vækst. Nye infrastrukturprojekter er under udbygning, fx Femern Bælt forbindelsen og Lynetteholmen, og der diskuteres desuden om nye danske energi-øer, en Kattegatforbindelse, en Fyn-Als bro og en ny Lillebæltsbro. De danske havne er stærke udgangspunkter for at servicere fx havvindaktiviteterne i Nordsøen, og de planlægger fysiske udvidelser på 40% af det eksisterede areal frem mod 2030². Global skibstrafik er i vækst, og det danske skibsregister var i 2018 det hurtigst voksende i verden³. Over de næste 20 år forventes europæisk akvakultur at vokse med mere end 50% fra 2010 niveau⁴. Spredning af invasive arter i havmiljøet kan udrydde bestande af hjemmehørende arter og kan have store økonomiske konsekvenser i form af udgifter til bekæmpelse og regulering, direkte tab til fx fiskeri og akvakultur samt forøgede udgifter til infrastruktur og sundhed. I 2009 beregnede EU, at de samlede samfundsøkonomiske omkostninger ved invasive arter i medlemslandene var 93-149 mia. kr. årligt.⁵ International skibstrafik er identificeret som den hyppigste kilde til introduktion af ikke-hjemmehørende arter i havmiljøet.

I dag udfordres den blå vækst af mangel på kvantitativ og dybdegående forståelse af virkningerne på havmiljøet, og dermed står job og eksport på spil. Viden om miljøets faktiske tilstand og aktuel beskrivelse af presfaktorer vil give mere præcise og robuste miljøvurderinger og dermed have direkte positive miljø- og samfundsmæssige effekter. Fx er akvakulturproduktionen stagneret i Danmark og EU pga. miljørestriktioner, og EU-Kommissionen anslår, at hvert procentpoint, der flyttes fra import af akvakulturprodukter til egen produktion, kan skabe 4000 nye job⁶. Derfor er en af samfundets største udfordringer at sikre bæredygtig blå vækst.

Private virksomheder såvel som miljømyndigheder efterspørger let tilgængelige digitale realtids-økosystemmodeller til vurdering af tilstand og løbende effektvurdering af en række presfaktorer. Både for virksomheder og myndigheder er det især muligheden for at optimere og reducere miljøpåvirkninger, der driver den store interesse. Der er i stigende grad fokus på modellering til kvantificering af effekter på miljøet og overholdelse af miljølovgivningen, ofte drevet af skærpede lovkrav som fx kontrol med miljøfarlige stoffer eller håndtering af risiko for spredning af invasive arter. Dokumentation og kvantificering kan støtte overholdelse af lovgivning og dermed afværge forsinkelser, bøder eller tabt omsætning. Dette er for eksempel afspejlet i svarene på BedreInnovation.dk:

Kasper Ullum (Miljøkonsulent, Danske Havne): *"Danske Havne vil gerne støtte om udviklingen af bedre, hurtigere og mere kosteffektive beslutninger om miljøet. De danske havne oplever i dag, at der kan være store udfordringer med beregning af miljøeffekter fra spulefelter, havneudvidelser mm. Der er ikke klare*

¹ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_20_986

² <https://www.danskehavne.dk/wp-content/uploads/2015/10/Her-udvider-havnene-2014.pdf>

³ <https://www.danishshipping.dk/> - Årsberetning 2019

⁴ <http://eatip.eu/wp-content/uploads/2018/02/EATIP-SRIA-2012.pdf>

⁵ https://mst.dk/media/133121/handlingsplan_mod_invasive-arter.pdf

⁶ https://ec.europa.eu/fisheries/sites/fisheries/files/docs/body/com_2013_229_en.pdf

krav fra myndighederne samt der findes en del forskellige beregningsmodeller koster i dag tid og penge før man kan træffe den rigtige beslutning på det rigtige grundlag.”

De digitale services er en enestående mulighed for at demokratisere miljøinformation, der normalt kun er tilgængelig for nogle få eksperter. Viden om risikoen for spredning af invasive arter via international skibstrafik (ballastvand eller biofouling) giver myndigheder og skibsejere mulighed for at vælge de rette afværgeforanstaltninger og undgå forurening af hjemhørende biodiversitet. Data i realtid om havmiljøets status og prognoser for begivenheder som iltsvind eller opblomstring af alger er nyttige for fx turisme, akvakultur og fiskeri og kan bruges af private og offentlige organisationer til at opbygge nye services. Prognoser for spredning af spild (fx miljøfarlige stoffer eller sediment) baseret på faktiske vejrudsigter og modeller gør det muligt proaktivt at beskytte sensitive arter og habitater. Med disse løsninger får danske virksomheder en fordel på et internationalt marked, der ligesom Danmark i stigende grad har fokus på bæredygtige løsninger.

Aktiviteterne finder opbakning hos en bred gruppe af interessenter på BedreInnovation.dk, fx fra Thomas Hechmann (Head of Secretariat, Transportens Innovationsnetværk): *”Nye miljøkrav medfører en række godkendelses- og dokumentationsmæssige udfordringer for det maritime erhverv. Det glæder os derfor at se et indsatsområde lægge op til udvikling af digitale ydelser, der kan skabe tiltro at miljøkrav indenfor marin biosikkerhed overholdes.”*

Danmark har i dag en stærk position på det internationale marked for miljøvurdering med store danske virksomheder som fx COWI og Rambøll i førertrøjen og en skov af små og store miljøkonsulenter som underleverandører af specialydelser. Men Danmarks førende rolle udfordres af den digitale udvikling, ændrede krav og øget konkurrence fra udenlandske virksomheder⁷. Et par procentdeles markedstab vil potentielt påvirke hundreder af danske konsulentjob. Aktiviteterne i dette indsatsområde vil styrke den digitale transformation for alle danske miljøkonsulenter og føre til øgede internationale markedsandele - anslået op til 20-30% for små og store projekter.

De foreslåede aktiviteter bakkes bredt op af danske rådgivere på BedreInnovation.dk, eksempelvis ved citat af Lone Clowes (Executive Director, Rambøll): *”Et stærkt oplæg med høj relevans for vores forståelse for økosystemerne respons på diverse aktiviteter og faktorer. Det vil være væsentligt, at sikre adgangen til data samt at vi kan validere og koble modellerede data op mod indsamlede data. Meget aktuelt og kærkomment.”*

Afdækning af behov og vores dialog med målgrupper

For at forstå markedets behov er vi bl.a. gennem Innovationsfondsprojektet SeaStatus i løbende dialog med en lang række slutbrugere (store og små virksomheder, miljørådgivere og myndigheder) om, hvilke udfordringer og muligheder de oplever på miljøområdet, og vi har fået respons fra alle erhvervssegmenter ved præsentationen af forslag til indsatsområdet på BedreInnovation.dk. Derudover har vi analyseret de tiltag, der er på vej fra politisk og regulatorisk hold, og som danner randbetingelser for fremtidens behov på miljøområdet.

I vores interviews og indlæg på BedreInnovation.dk fremgår det tydeligt, at der er stor opbakning til vores forslag fra både myndigheder, industri, rådgivere, entreprenører, forsyningsselskaber og universiteter.

I indlæg på BedreInnovation.dk (Femern A/S, SEGES, Orbicon, DTU, SDU) bliver behovet for løsninger, der giver større adgang for ikke-eksperter, samt let-gennemskuelige miljøbeslutninger efterspurgt. Myndigheder og virksomheder, der er ansvarlige for marine aktiviteter, eller som arbejder med VVM-undersøgelser, efterspørger digitale services, der kan aggregere og fremvise store datamængder og gøre miljøvurderinger hurtigere og billigere. Dette skal ske ved let adgang til komplekse modeller, der kan kvantificere effekter, og som er baseret på den bedste og mest opdaterede viden om miljøets faktiske tilstand. Desuden efterspørger operationelle modeller til adaptiv effektvurdering - både for konkrete projekter og for de langsigtede økosystemorienterede indsatser (indlæg fra Femern A/S, Dansk Akvakultur, Biofos A/S, Danske Havne, Rohde Nielsen A/S). Digitale værktøjer, der kan beregne risiko for spredning af invasive arter, har stor opbakning fra de maritime erhverv. Flere interessenter påpeger, at de foreslåede digitale services er fundamentale for at sikre, at videnskabelige erkendelser operationaliseres og anvendes i miljøforvaltningen og kan kommunikeres til en bred kreds af interessenter. Det fremhæves, at forslaget er i tråd med de globale trends, og at det er vigtigt, at den nødvendige teknologi udvikles i Danmark, samt at de foreslåede digitale miljøvurderingsværktøjer vil efterspørgeres både nationalt og globalt.

⁷ https://em.dk/media/12935/danmark-som-frontlober-i-den-gro-nne-omstilling_web_accessible.pdf

Indsatsområdet bidrager til grøn omstilling og styrker naturen, miljøet og biodiversiteten ved at udvikle værktøjer, der gør det muligt at træffe miljøbeslutninger på det bedst mulige grundlag. Med services til en bæredygtig og ansvarlig udnyttelse af havets ressourcer bidrager området til FN's verdensmål 14 'Livet i havet' og 2 'Stop sult'. Desuden bidrager det til FN's Biodiversitetskonvention og Aichi-biodiversitetsmål (strategi B, mål 9). Området støtter Strategi for Danmarks Digitale Vækst⁸ ved at levere en digital marin infrastruktur og gør det muligt for danske virksomheder at blive digitale frontløbere i tråd med FORSK2025 ved at skabe konkurrencedygtige løsninger til globale miljøudfordringer.

3) Markedssvigt og konkurrencesituation

På verdensplan er Danmark førende i brugen af marine modeller i miljøforvaltningen. Modellerne udvikles og drives af DHI. At udvikle, forny og vedligeholde store økosystemmodeller, der dækker fx alle danske havområder, kræver højt specialiserede økosystemmodellører, der dagligt arbejder med faglige forbedringer og modeloptimering. DHI har som de eneste i Danmark og få andre på verdensplan erfaring i udvikling og anvendelse af finskala økosystemmodeller i miljøforvaltningen. Digitale værktøjer, der gør disse avancerede modeller og resultater nemt tilgængelige og anvendelige for ikke-modelekspertes, kan give både SMV'er og større danske virksomheder konkurrencefordele på det internationale marked for miljøvurderinger.

Den *digitale beslutningsstøtteplatform til marine anlægsopgaver*, der integrerer data og modeller, findes ikke hverken i det danske eller udenlandske marked. Der findes en række digitale platforme, eksempelvis fra producenter af måleudstyr, der opsamler og præsenterer realtidsdata fra målestationer, fx fra marine graveoperationer, men en automatiseret integration af data med modeller - endsige i en samlet webbaseret platform til beslutningsstøtte og prognoser - findes ikke. Endvidere findes der ingen danske virksomheder, som benytter satellitinformation eller droner til realtidsovervågning af marine grave-operationer. På trods af det historisk store fokus på miljømæssigt forsvarligt gravearbejde i Danmark løfter markedet ikke selv de investeringer, som kræves til udvikling af morgendagens løsninger, der udnytter nye digitale teknologier, autonomi og sensorer. Udviklingen og udbredelsen af løsninger baseret på disse teknologier betyder desuden, at danske virksomheder står endnu stærkere i konkurrencen i udlandet. DHI står i en særdeles gunstig position for udviklingen af denne digitale platform med årtiers erfaring og ekspertise i feltarbejde, online måledata og udvikling af modeller.

Indenfor marin biosikkerhed findes der ikke en tilsvarende digital service på markedet i dag, hvorfor denne ydelse vil give dansk shipping mulighed for at blive 'front-runner' i en global kontekst.

Ydelserne leveres direkte til brugerne via DHI's åbne cloud platform. Det kan enten være "on demand", når de har brug for enkelttydelser, eller via abonnement, hvis de oftere har brug for servicen. Vi forventer, at en del brugere ønsker skræddersyede løsninger til specifikke problemstillinger, som bygger på rene DHI-løsninger eller løsninger, der på nye måder kombinerer kundens data med DHI's modeller.

Idet ingen andre danske virksomheder leverer de samme ydelser, er risikoen for konkurrenceforvriddning lille. Omvendt er strategiske samarbejder mellem DHI og andre danske virksomheder en gylden mulighed for at fastslå og styrke Danmarks position på det internationale marked for miljøteknologi og rådgivning. For at sikre en målrettet udvikling og hurtigt identificere overlappende eller konkurrerende udviklinger i markedet vil der blive brugt flere virkemidler:

- *Governance*. Internt vil DHI opbygge en governance-struktur og tilhørende processer, der løbende monitorer udviklingen i relation til markedssituationen: (i) DHI Group Research Board (med DHI's CEO som formand) har det overordnede ansvar for resultatkontrakten; (ii) Group Research Board nedsætter en intern styregruppe for hvert indsatsområde; (iii) Processer, der sikrer løbende monitoring af markedssituationen bliver inkluderet i DHI's Research and Development Processes under DHI Business Management System.
- *Synlighed og transparens*. Udviklingsaktiviteter vil løbende blive formidlet ved møder og konferencer, herunder arrangementer i regi af klyngeorganisationer (se Afsnit 4). Udviklingsplaner vil løbende blive publiceret på BedreInnovation.dk.
- *Stakeholder involvering*. Stakeholdere, inkl. følgegruppen, der nedsættes for indsatsområdet (se Afsnit 4), involveres til løbende evaluering af teknologiudviklingen, slutbrugernes behov og markedssituationen.

⁸ https://em.dk/media/11925/strategi-for-danmarks-digitale-vaekst_online.pdf

- *Arbejdsprocesser.* Udviklingen af de nye teknologier udføres i et agilt framework, hvor udviklingsplaner løbende justeres og opdateres i henhold til slutbrugernes behov og markedets egne evner til at løfte udviklingen.

4) Videnspredning og inddragelse i indsatsområdet

Digitaliseringen indenfor miljøområdet skaber rammerne for en effektiv overførsel af viden til praktisk anvendelse. Der er to vigtige forudsætninger for succes: (1) værktøjerne skal bygges på basis af anerkendte videnskabeligt velfunderede metoder, og (2) værktøjerne skal tilpasses en række forskellige brugere for at opnå bedst muligt design, funktionalitet og forretningsmodel. Indsatsområdets succes er derfor helt afhængigt af målgruppens inddragelse.

Digitale miljøværktøjer er stadig technology-push. Mange i målgrupperne kender ikke til, eller forstår ikke, det fulde potentiale af værktøjerne, ligesom vi måske ikke forstår alle de muligheder, der potentielt er af værdi for brugerne. Det er derfor essentielt at inddrage målgruppen i udviklingen af kravspecifikationer for de planlagte aktiviteter og identificere partnerskaber. Dette sikres via følgende processer:

- Nedsættelse af følgegruppe, som løbende vil følge udviklingen inden for indsatsområdet med fokus på aktiviteterne teknologiske og forretningsmæssige relevans for målgruppen og på, at indsatsen ikke bidrager til konkurrenceforvridning. Følgegruppen vil bestå af 5-10 medlemmer med indsigt i den teknologi, der udvikles, behov hos målgruppen samt markedssituationen. Potentielle medlemmer af følgegruppen vil være repræsentanter fra private virksomheder (herunder SMV'er), rådgivere, entreprenører, rederier, offentlige myndigheder og forskningsinstitutioner. Følgegruppen inddrages til evaluering af nye aktiviteter, der påbegyndes, løbende evaluering af udviklingerne samt evaluering af slutprodukterne. Derudover vil følgegruppen løbende evaluere om der er nye relevante parter/virksomheder som også bør inddrages. Der vil blive afholdt følgegruppemøder ca. hvert halve år, som dokumenteres med mødereferat. Følgegruppen vil være etableret inden udgangen af første kvartal 2021. Nye medlemmer – herunder evt. nye relevante parter/virksomheder – kan blive inddraget i løbet af resultatkontraktperioden for bedre at afspejle aktuelle aktiviteter.
- Samarbejde med klyngeorganisationerne Maritime & Logistic Innovation Denmark (MARLOG) og Danmarks Miljøteknologiklynge og inddragelse af deres aktiviteter inden for match-making og netværksskabelse til at sikre udviklingens relevans for aktører, der spænder mere bredt end DHI's nuværende brugernetværk.
- Anvendelse af processer og redskaber forankret i design thinking såsom hackathons, co-creation workshops, proof-of-value eller proof-of-market for derved at sikre, at målgruppens behov og værdiskabelse i slutanvendelsen er i centrum i de prioriteringer, der træffes i løbet af implementeringen af indsatsområdets aktiviteter. Målgruppen vil fx være repræsentanter fra miljørådgiverne som Rambøll og Orbicon, fra erhvervene som fx Dansk Akvakultur og Danske Havne, fra kommuner samt fra relevante myndigheder.
- Invitere partnerskaber – både first-movers og fagligheder indenfor deres felt – med henblik på at sikre tættere samarbejde, fokus på kvalitet og integrering af digitale økosystemer. Særligt forventer vi, at SMV'er og start-ups vil se muligheder for at bygge nye løsninger oven på de nye værktøjer og at universiteter vil kunne underbygge fagligheden bag udviklingerne.

Udover videnspredning og inddragelse gennem Maritime & Logistic Innovation Denmark (MARLOG) og Danmarks Miljøteknologiklynge, hvor DHI indgår som vidensinstitution, vil der ske videnspredning via DHI's deltagelse i IDA Miljø, DANCORE og CEDA (Central Dredging Association, forum for marint gravearbejde). Desuden vil indsatsens aktiviteter blive præsenteret på relevante møder og konferencer som fx Dansk Havforskermøde og arrangementer i IDA Miljø og Danish Water Forum Annual Conference samt gennem medier og DHI blog. Endelig vil der blive udarbejdet webinars og kurser som vil blive udbudt via DHI's kursusorganisation, THE ACADEMY by DHI.

5) Nyhedsværdi og ambitionsniveau

De foreslåede værktøjer og services til integrering af online- og realtidsovervågningsdata i marine økosystemmodeller til vurderinger af vandkvalitet og miljøstatus er unikke og hidtil usete på markedet.

De foreslåede aktiviteter kræver udvikling af digitale platforme, der skal kombinere realtids- og prognosekørsler af meget store mekanistiske modeller med cloud løsninger. Sådanne platforme findes ikke i

dag. Det er en udfordring og kræver et innovativt samarbejde mellem marinbiologer, ingeniører og cloud udviklere. DHI har gennem de seneste år fået erfaring med og oparbejdet kompetencer inden for opbygning af cloud løsninger til afvikling af modeller og er godt rustet til det videre udviklingsarbejde.

1. Digitale miljøvurderinger og miljøudsigter til sikring af bæredygtig udnyttelse af havet

I dag findes der ingen metoder eller målinger, der kan beskrive havmiljøets aktuelle tilstand. Data indsamles traditionelt med ofte langsomme metoder, og økosystemmodeller opdateres med års mellemrum fx i forbindelse med udformning af vandområdeplaner. Kombinationen af online målinger og daglige modelkørsler til realtidsprognoser af miljøets status er særdeles ambitiøs og har stort potentiale til at skabe disruption i vores måde at forvalte havmiljøet. Dette giver både virksomheder, myndigheder og forskningsinstitutioner helt nye muligheder for integrering med deres egen viden og som basis for bæredygtige beslutninger.

Manglen på lettilgængelige metoder til kvantificering af effekter på miljøet betyder, at de kun delvist anvendes i miljøforvaltningen. Denne beskedne erfaring med de nye redskaber er en potentiel barriere, der vil være fokus på at nedbryde gennem demonstrationsforløb og nære partnerskaber med slutbrugere. Der findes i Danmark ingen (og i den øvrige verden kun få) virksomheder, der råder over den specialviden om økologisk modellering og digitale værktøjer, som er nødvendig for at udbyde sådanne ydelser. De udviklede digitale værktøjer vil sikre, at metoder og specialviden gøres tilgængelig for en bredere gruppe af virksomheder/myndigheder, og ventes at være markedsmodne inden for 2-4 år.

2. Digital beslutningsstøtteplatform til marine anlægsopgaver

Teknologien til drone-overvågning er testet og beskrevet i forskellige forsknings- og udviklingsprojekter rundt om i verden, men kobles ikke til operationelle modeller nogen steder endnu. Det er derfor det rette tidspunkt for DHI at gå ind på dette område i naturlig forlængelse af vores eksisterende teknologier til overvågning af marine gravearbejder.

De planlagte nærfeltsmodeller for sedimentspild baseres dels på viden fra danske og udenlandske universiteter og dels på udvikling af ny viden i tæt samarbejde med marine entreprenører samt danske og udenlandske universiteter og forskningsinstitutioner.

De væsentligste barrierer for at gennemføre aktiviteterne er at finde gode projekter, hvor de udviklede teknologier kan afprøves i praksis. Branchen er relativt konservativ, og vi skal derfor finde de spillere, der gerne vil teste nye grænser for, hvordan miljøvurderingen kan laves. Dette kræver dialog med både myndigheder, universiteter, bygherrer, entreprenører og konsulenter, og denne dialog indgår vi løbende i.

De teknologiske services demonstreres løbende i projekter, og hovedparten af dem forventes taget i brug i markedet i løbet af 2-4 år.

3. Digital platform for marin biosikkerhed

Der er igennem en årrække udviklet nye teknologier til behandling af ballastvand og fjernstyrede undervandsrobotter til skrogrønsning, men inspektions- og kontrolinitiativer, der skal følge op på, om skibene overholder de nye miljøkrav, er kun langsomt ved at blive etableret og har endnu ikke fundet et effektivt format. Miljøkrav til biosikkerhed kræver nye kompetencer for skibsbesætning, der får brug for at prioritere udførelse og dokumentation for ballastvandbehandling og håndtering af biofouling. Ansvar pålægges besætningen, hvor den gængse praksis i dag primært udgøres af manuel hardcopy journalisering, hvilket betyder langsommelige arbejdsprocesser, potentiale for utilstrækkelig dataopsamling og ineffektive inspektioner, da myndigheds personale først kan danne sig overblik over biosikkerhedshistorikken, når de kommer ombord.

Der findes ikke en digital service i dag, der kan centralisere et skibs samlede biosikkerhedsinformation og -data, og som desuden kan benytte avancerede modeller til beregning af risikoen for spredning af invasive arter og foretage vurderinger af afhjælpningsstrategier. DHI's unikke digitale værktøjer og kompetencer indenfor modellering, økosystemer og biosikkerhed giver særdeles gode forudsætninger for at udvikle og markedsføre en ny service, der faciliterer øget sikkerhed for regeloverholdelse, sikrer effektive myndighedskontroller og beskytter miljøet.

Den væsentligste barriere for at komme succesfuldt i markedet er tillid fra skibsejere/operatører til, at de som brugere af en cloud-baseret service får et sikkert datahåndteringssystem, der opfylder deres krav til kryptering, validering mv. Med servicens klare fordele for målgruppen forventes det, at disse barrierer nedbrydes, og at den er i brug i markedet efter 2-3 år.

6) Indsatsområdets kobling til videns- og innovationssystemet

Udviklingen inden for området foregår i et aktivt samarbejde med danske virksomheder, konsulenter, myndigheder, klyngeorganisationer og universiteter igennem dialog og fælles forsknings- og udviklingsprojekter.

Potentialet for digitale værktøjer som effektiv vidensbro mellem forskning og miljøpraksis er stort, og samarbejdet med universiteter og forskningsinstitutioner er centralt for at sikre vidensbaserede beslutninger i Danmark og for at cementere danske modellers betydning for rådgivning globalt. Inden for modellering af økosystemer er de vigtigste danske partnere DTU Aqua, Aarhus Universitet og Syddansk Universitet. Samarbejdet er baseret på dialogmøder, udveksling af studerende, skrivning af videnskabelige artikler og fælles forskningsprojekter.

DHI samarbejder med Sea Mammal Research Unit og CREEM (Scotland) om modellering og risikovurderinger på bestandsniveau og med Joint Nature Conservation Committee (JNCC) og Kiel Universitet om havfugledata. Udvikling og publicering af habitatmodeller sker i samarbejde med Norsk Institut for Naturforskning (NINA).

DHI samarbejder med Deltares, HR Wallingford samt flere store marine entreprenører via det store industridrevne forskningsprojekt MUSA omkring udvikling af ny viden om processerne for sand-mudder interaktion. Projektet løber over tre år med start i sommeren 2020. DHI samarbejder endvidere med DTU-MEK omkring multifraktion sedimenttransport via master-studerende. DHI deltager i et projektforslag sammen med Københavns Universitet (KU-IGN) til Veluxfonden omkring klimasikring af tidevandsdeltaer, hvori sedimenter med flere fraktioner også indgår som et bærende element. DHI har tæt dialog med flere større marine entreprenører i både Danmark og udlandet omkring, hvilke værktøjer og nærfeltsmodeller industrien har behov for.

Der forventes deltagelse i forsknings- og udviklingsprojekter under Innovationsfonden, MUDP og EU's nye Horizon Europe program til at understøtte aktiviteterne i indsatsområdet. DHI er p.t. involveret i en ansøgning til Innovationsfonden om udvikling af realtids miljøvurderingsværktøjer til dansk akvakultur.

7) Sammenhæng med instituttets strategi og afsæt i instituttets ressourcer

Aktiviteterne i ”Grøn teknologi til blå vækst” er centrale for DHI’s strategi om - med en stærk base i DHI’s ekspertviden og avancerede modeller - at anvende digitalisering til at demokratisere data og metoder, så de bliver bredt tilgængelige for ikke-eksperter. Aktiviteterne understøtter desuden DHI’s vigtige strategiske mål om udvikling af skalerbare operationelle services og beslutningsstøtte til vandsektoren.

Den nye viden integreres i DHI’s digitale produkter og platforme og gøres tilgængelig via nye web-baserede forretningsmodeller, som udvikles sideløbende med de tekniske produkter. Særligt vigtigt i DHI’s strategi og et stærkt fokus i denne aktivitetsplan er, at udviklingen sker i tæt samarbejde med kunder og interessenter. I dag anses DHI’s marine modeller for state-of-the-art på internationalt niveau. De foreslåede digitale services giver DHI en unik mulighed for at opnå spidskompetence inden for udvikling af robuste og lettilgængelige digitale værktøjer til gavn for både SMV’er og større miljørådgiver i Danmark såvel som internationalt.

Indsatsområdet udnytter det teknologiske fundament for digitale løsninger, der udvikles under indsatsområdet ”Digitale vandløsninger til grøn omstilling” og koordineres med aktiviteter under indsatsområdet ”Klimatilpasning og grøn omstilling” omkring afstrømning og næringsstofbelastning fra land og ”Hav, vand og klimamål 2030” omkring den digitale tvilling af renseanlæg og miljømæssige effekter i det marine miljø.

8) Konkrete aktiviteter

Nedenstående beskriver de tekniske aktiviteter, der er planlagt ved indsatsens start, i tillæg til de vigtige design thinking aktiviteter til målgruppeinddragelsen beskrevet i Afsnit 4 med henblik på at imødekomme bruger- og markedsbehov i de leverede løsninger.

1. Digitale miljøvurderinger og miljøudsigter til sikring af bæredygtig udnyttelse af havet

For at nå de ambitiøse mål i denne aktivitet er der behov for en trinvis tilgang, som sikrer løbende udvikling af vurderingsværktøjerne, der i løbet af perioden testes og tages i brug af målgruppen, samtidig med udvikling af byggesten til reeltidskørsel af store økosystemmodeller.

- Udvikling af platformarkitektur, der muliggør udveksling af information mellem digitale miljøvurderingsværktøjer. For optimal og let anvendelse til miljøvurderinger er det vigtigt, at de forskellige værktøjer kan udveksle information. Fx at resultater, der beregner presfaktorer, let kan anvendes i værktøjer til beregning af effekter på arter og habitater.
- Udvikling af digitalt modelværktøj, der kan kvantificere spredning af miljøfarlige stoffer. Baseret på hydrodynamisk eller sedimenttransport-modellering beregnes stoffernes omsætning og spredning.
- Udvikling af digitalt værktøj til beregning af effekter på økosystemet af marint gravearbejde. Matrix-metode benyttes til vurdering af effekter af spild på vækst og mortalitet af bundlevende flora og fauna.
- Udvikling af basal funktionalitet i miljøportal for havvind baseret på brugerdrevet design.
- Konzeptudvikling og udvikling af digitalt modelrapporteringsværktøj til interaktiv kommunikation mellem interessenter. Demoversion udvikles og testes med kernekunder.
- Afsøgning af mulige modeller, data-assimilering eller machine learning til prognoser af afstrømning og næringsstofbelastning fra land.
- Metodeudvikling for automatiseret billedbehandling baseret på machine learning, datafusion eller data-assimilering for landsdækkende kystzonekortlægning med høj frekvens.

2. Digital beslutningsstøtte platform til marine anlægsopgaver

For at nå det overordnede mål om udvikling af den digitale beslutningsstøtteplatform igangsættes følgende aktiviteter i løbet af de første år af resultatkontraktperioden:

- Web-dataportal med måledata, historiske data og prognosedata udvikles og kobles til værktøjer fra aktivitet 1, inklusiv en test case (eksempelvis fra Femern målekampagne).
- Udvikling af delkomponenter til droneovervågningssystemet til sedimentspild: Online data fra droner (eksempelvis billeder af sedimentfaner og/eller data fra sejlede droner) behandles, kvalitetssikres og integreres via data-assimilering i de numeriske modeller.
- Udviklingen af nye nærfeltsmodeller og sedimenttransportmodel med sand-mudder interaktion.

3. Digital platform for marin biosikkerhed

Indsatsen de første år centrerer om igangsætning af følgende aktiviteter:

- Konzeptuelt design, arkitektur og demoversion af cloud-baseret platform til sikker håndtering af et skibs samlede biosikkerhedsdata med digitale værktøjer til integration af data om ballastvand og biofouling.
- Funktilitetsspecifikation og dataopsamling for ballastvandsoperationer. Samarbejde med danske skibsejere/operatører om deling af information om ballastvand og biofouling etableres.
- Demonstration af opsamling og automatisk rapportering af data fra systemer til behandling af ballastvand i samarbejde med udstyrsproducenter.
- Udvikling af metode til beregning af risikoindeks for biosikkerhed og test af afhjælpningsstrategier.
- Etablering af demonstrationssamarbejde med Miljøstyrelsen og Søfartsstyrelsen med henblik på integration med myndighedernes system for biosikkerhed.