

## A. Skema til ansøgning om resultatkontraktmidler

<b>Indsatsområde (titel):</b>	<b>Digitale vandløsninger til grøn omstilling</b>	<b>Evt. nr.:</b>	1
<b>Indsatsområde kort (resumé)</b>			
<p>Visionen for dette indsatsområde er at styrke danske virksomheders position på det globale marked for digitale grønne vandløsninger. Indsatsområdet vil udvikle nye digitale services, som vil accelerere udviklingen af vandløsninger inden for marine og metocean anvendelser, vandressourceforvaltning af vand i det åbne land samt håndtering af vand i byer relateret til vandforsyningsnetværk, afløbssystemer og rensesanlæg. De digitale løsninger vil kunne tilgås via åbne interfaces og kan derved effektivt integreres i virksomheders forretningsmodeller og udvikling af egne services. Virksomhederne vil således kunne drage fordel af de lavere investeringsbehov og den kortere time-to-market, der skabes.</p> <p>Indsatsområdet inkluderer følgende aktiviteter:</p> <ol style="list-style-type: none"><li><i>1. Automatisk modellering</i> Der udvikles automatiske processer for modelworkflows til modelopsætning og -konfigurering, modelkalibrering og -validering samt løbende opdatering og vedligehold af vandmodeller. Gennem modelautomatisering effektiviseres arbejdskrævende processer, kvaliteten og nøjagtigheden af modellerne øges, og modelleringsværktøjer gøres lettere tilgængelige for en langt bredere brugerkreds.</li><li><i>2. Datadrevne modellerings- og beslutningsstøtteværktøjer</i> Der udvikles nye modellerings- og beslutningsstøtteværktøjer, som kan udnytte den stigende mængde af data fra eksisterende og nye datakilder. Nyeste viden inden for kunstig intelligens og machine learning bringes til anvendelse for vandmodellering med fokus på udvikling af beregningseffektive prognosemodeller og prognosebaseret styring af vandinfrastruktur.</li><li><i>3. Digitalt datalaboratorium</i> Der etableres et agilt og eksperimenterende datalaboratorium, hvor nye datakilder hurtigt screenes med henblik på værdiskabelse, rådata tilføjes værdi gennem avanceret behandling, og nye dataprodukter hurtigt bringes til anvendelse i digitale services. Aktiviteten vil inkludere data fra forskellige kilder, herunder satellitter, droner, IoT og crowdsourcing. Desuden vil der blive udviklet globale modelbaserede dataprodukter til etablering af data-services, der udstiller højkvalitets historiske data samt prognosedata.</li></ol> <p>Udover direkte optag af de udviklede services i virksomheders forretningsmodeller og nedstrøms services udgør indsatsområdet det teknologiske fundament for udvikling af nye digitale løsninger og operationelle services i DHI's øvrige indsatsområder.</p> <p>Indsatsområdet beskriver en ramme for udvikling af digitale vandløsninger, der kan understøtte marine og metocean anvendelser, forvaltning af vandressourcer i det åbne land samt drift og styring af afløbssystemer, rensesanlæg og vandforsyningssystemer. Markedsudviklingen og den teknologiske udvikling forløber meget hurtigt, og vi vil derfor etablere et tæt samarbejde med markedsaktører for løbende at fokusere og tilpasse udviklingen af teknologisk service i henhold til markedsbehov og værdiskabelse og markedets egne muligheder for at løfte udviklingen.</p>			

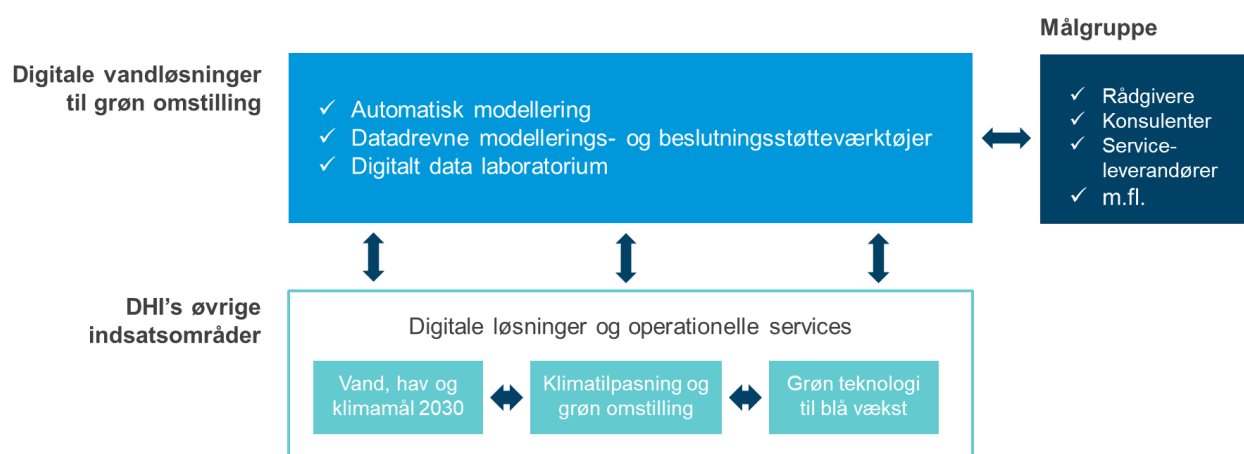
## 1) Målsætninger, aktiviteter og indikatorer

Der er en stigende efterspørgsel globalt efter nye grønne og bæredygtige vandløsninger inden for forskellige sektorer, herunder miljø-, vand-, energi- og transportsektoren. Digitalisering samt adgang til og værdiskabelse af data er nøglen til at accelerere udviklingen af nye grønne vandløsninger og dermed bidrage til regeringens ønske om at bruge grøn eksport til at løfte os ud af den nuværende økonomiske Corona-krise samt ikke mindst facilitere indfrielsen af målet om 10% vækst i grøn eksport i 2022<sup>1</sup>. Visionen for dette indsatsområde er at styrke danske virksomheders position på det globale marked for digitale grønne vandløsninger og samtidig skabe vækst og arbejdspladser i Danmark.

Det er målet med indsatsområdet at:

- lette adgangen til og effektivisere brugen af vandmodeller ved automatisering af arbejdsprocesser til opsætning, kalibrering og nedskalering samt løbende opdatering og vedligeholdelse
- udnytte de muligheder, der ligger i nye datakilder, kunstig intelligens og cloud computing i kombination med traditionelle vandmodelleringsværktøjer til udvikling af nye grønne teknologier og digitale services
- lette adgangen til data og udvikle nye dataprodukter og dataservices, der udnytter og integrerer forskellige datakilder (satellitter, droner, IoT og crowdsourcing) og vandmodeller

Der vil blive udviklet skalérbare løsninger og digitale services inden for marine og metocean anvendelser, vandresourceforvaltning af vand i det åbne land samt håndtering af vand i byer relateret til vandforsyningsnetværk, afløbssystemer og renseanlæg, som vil finde bred anvendelse nationalt, men ikke mindst - qua den skalérbare natur af disse services - til gavn for den grønne omstilling på globalt plan gennem dansk eksport af løsninger. De digitale løsninger vil kunne tilgås via åbne interfaces og kan derved effektivt integreres i virksomheders forretningsmodeller og udvikling af digitale ydelser (nedstrøms services). Indsatsområdet udgør også det teknologiske fundament for udvikling af nye digitale løsninger og operationelle services i DHI's øvrige indsatsområder.



Til opfyldelse af visionen for området benyttes følgende indikatorer og mål for det direkte optag af de udviklede services:

- *Antal nye digitale services, der stilles til rådighed via DHI's cloud platform.* Målet er, at mindst 5 nye services bliver lanceret og testet på markedet hvert år.
- *Antal virksomheder (rådgivere, konsulenter, serviceleverandører), der aftager de digitale services og inkluderer dem i deres forretningsmodeller og digitale ydelser (nedstrøms services).* Målet er, at de lancerede services bliver integreret i mindst 20 virksomheders egne ydelser om året.
- *Antal slutbrugere, der benytter de udviklede services.* Målet er, at hver service er bragt i anvendelse hos mindst 20 slutbrugere to år efter lancering.
- *Antal deltagere på vidensformidlings- og træningskurser.* Målet er at eksponere indsatsområdets resultater gennem afholdelse af webinarer og kurser for mindst 200 personer om året.

<sup>1</sup> <https://www.danskindustri.dk/di-business/arkiv/nyheder/2020/8/jeppe-kofod-gron-eksport-skal-lofte-os-ud-af-coronakrisen/>

Der planlægges aktiviteter inden for tre områder:

- Automatisk modellering
- Datadrevne modellerings- og beslutningsstøtteværktøjer
- Digitalt datalaboratorium

### 1. Automatisk modellering

Der udvikles automatiske processer for workflows til modelopsætning og -konfigurering, modelparameterisering og -kalibrering, modelvalidering samt løbende opdatering og vedligehold, herunder automatisk nedskalering af globale modeller. Gennem modelautomatisering effektiviseres arbejdskrævende processer, og samtidig øges kvaliteten og nøjagtigheden af modellerne. Fokus vil være på brug af nye datakilder, der gøres tilgængelige via Digitalt datalaboratorium, til modelkalibrering og -validering samt løbende modelopdatering med data-assimilering. Herunder udvikles cloud services, der udnytter effektive optimeringsrutiner til automatisk kalibrering af beregningstunge modeller. Nye metoder udvikles til assimilering af data i realtid som integreret del af digitale tvillinger, der løbende opdateres og selvkalibreres i operationelle systemer.

### 2. Datadrevne modellerings- og beslutningsstøtteværktøjer

Der udvikles nye modellerings- og beslutningsstøtteværktøjer, der kan udnytte den stigende mængde af data fra eksisterende og nye datakilder. Fokus vil være på brug af kunstig intelligens og machine learning til udvikling af: (a) Beregningseffektive modeller (model emulators), der kombinerer databaserede og mekanistiske modeller, som kan indgå i realtidssystemer til prognoser, varsling og styring; (b) Probabilistiske modeller til kvantificering af prædiktionsusikkerheder og tilhørende konfidens- og risikomål for beslutningsparametre; (c) Nye databaserede prædiktionsmodeller for vandsystemer, hvor de fysiske, kemiske og biologiske dynamikker er komplekse og ikke beskrevet tilfredsstillende i eksisterende modeller; (d) Metoder til optimering af planlægning og design, styring og automation af drift samt prædiktivt vedligehold af vandinfrastruktur.

### 3. Digitalt data laboratorium

Der bliver kontinuerligt nye datakilder tilgængelige (fx satellitter, droner, IoT og sociale medier). De nye datakilder besidder en betydelig værdi i en given anvendelse, men datalandskabet ændrer sig hurtigt, og derfor er der et stort behov for en one-stop-shop, hvor virksomheder kan høste værdien. Der etableres et agilt og eksperimenterende datalaboratorium, hvor nye datakilder hurtigt screenes med henblik på værdiskabelse, rådata tilføjes værdi gennem avanceret behandling, og nye dataprodukter hurtigt bringes til anvendelse. Laboratoriet vil booste det digitale marked inden for vandløsninger og bl.a. levere: (a) Forædlede data og operationelle dataservices; (b) Infrastruktur og services, der muliggør effektiv behandling, integration og udstilling af store datamængder (Big Data); (c) Tværgående data-analyseværktøjer (fx datafusion og billedgenkendelse); (d) Globale metocean og hydrologiske datasæt, der kombinerer vandmodeller med forskellige dataprodukter. Datalaboratoriet vil have form af en "walk-in" klinik, hvor specifikke behov for dataprodukter og data-services kan behandles på kort tid og hurtigt bringes til markedet.

Aktiviteterne i de tre områder vil levere nye digitale løsninger, der understøtter operationelle services inden for marine og metocean anvendelser, management af vandressourcer i det åbne land samt drift og styring af afløbssystemer, renseanlæg og vandforsyningssystemer. Aktiviteterne vil bygge på samarbejder med GTS-institutter, de nye klyngeorganisationer og ikke mindst danske og udenlandske forskningsinstitutioner. For at imødekomme bruger- og markedsbehov og sikre effektivt optag af de udviklede services vil der blive indgået tæt samarbejde med de relevante markedsaktører (rådgivere, konsulenter, serviceleverandører m.fl.) gennem dialogmøder og co-creation forløb.

## 2) Indsatsens relevans og potentiale

Danske virksomheder har et godt fundament til at imødekomme den øgede globale efterspørgsel efter grønne vandløsninger. Men der er også en øget konkurrence, og som pointeret i anbefalingerne fra Vækstteam for grøn energi- og miljøteknologi<sup>2</sup> er der behov for en indsats nu, så danske virksomheder ikke overhales af udenlandske konkurrenter. I Vækstteamets anbefalinger såvel som i Dansk Industris 2030-plan<sup>3</sup> fremhæves

<sup>2</sup> [https://em.dk/media/12935/danmark-som-frontlober-i-den-gro-nne-omstilling\\_web\\_accessible.pdf](https://em.dk/media/12935/danmark-som-frontlober-i-den-gro-nne-omstilling_web_accessible.pdf)

<sup>3</sup> [https://www.danskindustri.dk/globalassets/dokumenter-analyser-publikationer-mv/pdfer/2030/dis-2030-plan-2019\\_b\\_web.pdf](https://www.danskindustri.dk/globalassets/dokumenter-analyser-publikationer-mv/pdfer/2030/dis-2030-plan-2019_b_web.pdf)

digitalisering og værdiskabelse af data som fokusområder, der skal sikre og udbygge danske virksomheders førerposition.

Indsatsområdet adresserer netop disse fokusområder og udvikler nye digitale løsninger og services, som vil accelerere udviklingen. For eksempel vil automatisering af vandmodellering gøre modelleringsværktøjer lettere tilgængelige for en langt bredere brugerbase. Dette vil give effektiviseringsgevinster og derved forbedret konkurrenceevne. Teknologien kan effektivt udnyttes af danske virksomheder som delelement i udviklingen af egne innovative services, ligesom virksomhederne vil drage fordel af de lavere investeringsbehov og den kortere time-to-market.

Ligeledes åbner nye teknologier inden for kunstig intelligens og machine learning op for udvikling af nye datadrevne modellerings- og beslutningsstøtteværktøjer, der effektivt udnytter den stigende mængde af data, der bliver tilgængelig, og skaber nye forretningsmuligheder inden for en bred vifte af anvendelser. For eksempel bedre og mere beregningseffektive prognosemodeller med usikkerhedskvantificering, som kan indgå i operationelle systemer og automatiseret datavalidering og detektering af anomalier i data til forbedring af drift, styring og vedligeholdelse af vandinfrastruktur. I særdeleshed har kombinationen af den rene datadrevne tilgang med vanddomæneviden og samspil med mekanistiske vandmodeller et stort innovationspotentiale.

Let adgang til nye dataprodukter og dataservices vil gøre det muligt for virksomheder med en langt mindre investering at anvende data til at udvikle egne værdiskabende services og derved sikre større udbytte af den danske investering i internationale samarbejder som fx EU's Copernicus program. Alene markedet for såkaldte downstream satellitbaserede services vokser hastigt i disse år (anslået til 6-12% om året<sup>4</sup>), og den europæiske andel er estimeret til at udgøre over 4 mia. EUR i 2022. Indsatsområdet understøtter danske aktørers mulighed for at sikre sig en god position i dette vigtige vækstområde og bidrager til, at de store offentlige danske investeringer på europæisk plan dermed kommer danske virksomheder og det danske samfund til gavn.

Indsatsområdets aftagere og slutbrugere udgøres af en stor gruppe af aktører, fx rådgivere, konsulenter og serviceleverandører (herunder SMV'er og start-ups), forsyningsselskaber, rederier, offshore vindselskaber, havne, kommuner og andre offentlige institutioner. Gennem dialogmøder (fx afholdte webinarer og dialogfora), co-creation workshops (med involvering og afsæt i behov) og deltagelse i udvalgsmøder (fx DI Vand, det danske Copernicus User Forum, Geoforums satellitdataudvalg, IDA Space, IDA Miljø m.fl.), resultater fra brugerundersøgelser (fx rapporteret i Miljøstyrelsens inspirationskatalog om digitalisering i vandsektoren<sup>5</sup>) og dialog på BedreInnovation.dk er der udtrykt stort behov for digitalisering og udnyttelse af data til værdiskabelse og effektiviseringer. I direkte forlængelse af de stærke støtteerklæringer på BedreInnovation.dk er der indledt målrettet dialog med SMV'er (fx med virksomheden GEO omkring udvikling af specifikke dataservices og modelværktøjer til understøttelse af deres forretningsområde).

Indlæg på BedreInnovation.dk, der entydigt støtter op om indsatsområdet, udgør en bred repræsentation af markedsaktører, fx:

- Virksomheder (rådgivere, konsulenter, serviceleverandører m.fl.): Geo, GomSpace, Geopartner, C2Wind, Informetics, Per Aarsleff, COWI, NIRAS, DFDS
- Offentlige myndigheder: Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering, Miljøstyrelsen, Kystdirektoratet
- Forsyningsselskaber: BIOFOS, HOFOR, Aarhus Vand, Billund Vand og Energi, Aalborg Forsyning, Skanderborg Forsyning
- Brancheorganisationer og interesseorganisationer: Dansk Industri, Dansk Miljøteknologi, CLEAN - Danmarks Miljøteknologiklynge, CenSec, Geoforum
- Universiteter og forskningsinstitutioner: DTU, KU, AU, GEUS

Udvalgte indlæg:

Christoffer Karoff (Lektor, Geoscience, Aarhus Universitet): ”... Der findes en række åbne data produkter indenfor remote sensing – f.eks. Copernicus programmet. Desværre er teknologihøjden for at bruge mange af disse produkter meget høj og her er det vigtigt, at DHI GRAS går forrest med eksempler på nye løsninger

<sup>4</sup> [https://www.copernicus.eu/sites/default/files/2019-02/PwC\\_Copernicus\\_Market\\_Report\\_2019\\_PDF\\_version.pdf](https://www.copernicus.eu/sites/default/files/2019-02/PwC_Copernicus_Market_Report_2019_PDF_version.pdf)

<sup>5</sup> [https://mst.dk/media/190477/mst\\_digitalisering-af-vandsektoren\\_inspirationskatalog.pdf](https://mst.dk/media/190477/mst_digitalisering-af-vandsektoren_inspirationskatalog.pdf)

og hjælper med at lette adgangen til disse åbne data produkter for mindre private virksomheder. Jeg støtter derfor varmt op om dette forslag til et indsatsområde.”

Jørgen Juhl (Project Director, COWI): ”Dette indsatsområde vedr. digitalisering er af stor betydning for de danske rådgivere i det globale marked. Der er stigende behov for at analysere store mængder af forskellige data og bruge disse som input og/eller kalibrering/verifikation af numeriske modeller, men det kan for de enkelte projekter være umuligt at gøre indenfor den tidsmæssige og økonomiske ramme. Derfor vil det være vigtigt at kunne få adgang til data der allerede er behandlet og kvalitetssikret. Øget automatisering af input, set-up osv. af numeriske modeller vil øge brugen af disse og muliggøre hurtigere levering af projekter der vil være en konkurrencemæssig fordel.”

Richard B. Larsen (Chefkonsulent, DI): ”Her fra DI's side ser vi en mangfoldighed af virksomheder inden for rådgivning, services og teknologi, som uden tvivl kan drage fordel af etablering af en infrastruktur og integration af de mange relevante data, som genereres og kan bringes i anvendelse, på området. DHI og DHI Gras vil herved kunne stille sine imponerende kompetencer på området til rådighed og etablere en øget tilgængelighed, som en bred kreds af virksomheder og myndigheder vil nyde godt af. Behovet er stort, og vi håber, at forslaget bliver gennemført”.

Indsatsområdet understøtter aktuelle strategiske fokusområder: grøn omstilling, regeringens klimapartnerskaber inden for ”Affald, vand og cirkulær økonomi”<sup>6</sup> og ”Det blå Danmark”<sup>7</sup>, Strategi for Danmarks digitale vækst<sup>8</sup>, Danmarks nationale strategi for rummet<sup>9</sup>, Grøn omstilling fra rummet<sup>10</sup> (herunder de nye partnerskaber for rumområdet), Danmarks Erhvervsfremmebestyrelse ”Erhvervsfremme i Danmark 2020-2023”<sup>11</sup> og de danske styrkepositioner inden for miljøteknologi, energiteknologi og maritime erhverv og logistik, Dansk Industris 2030-plan ”Sammen skaber vi grøn vækst”<sup>12</sup>. Derudover vil indsatsområdet bidrage til konkret viden og data, der kan bruges som evidensgrundlag til at måle på graden af opfyldelse af en række af FN's verdensmål (især Rent vand og sanitet (6), Klimaindsats (13), Livet i havet (14) og Livet på land (15)), både nationalt og ikke mindst internationalt gennem eksport af ydelser. Som fremhævet i den seneste rapport (1. september 2020) fra Danmarks Statistik<sup>13</sup> er der blandt andet behov for at gøre verdensmålene mere håndgribelige. Her kan observerede og tilgængelige data af eksempelvis vandforbrug i landbruget, arealforvaltning (fx lavbundslande, biodiversitet) m.m. være med til at tydeliggøre indikatorernes tilstand overfor virksomheder og offentlige aktører.

### 3) Markedssvigt og konkurrencesituation

De foreslåede aktiviteter vil være foran markedet på en række punkter, hvor der i dag ikke findes behovsdækkende løsninger. Ud fra vores markedsanalyse og bl.a. dialog på BedreInnovation.dk ser vi en stor efterspørgsel efter de teknologier og dataservices, der vil blive udviklet, og som markedet ikke dækker tilfredsstillende i dag. Det vurderes, at de foreslåede services ikke vil blive løftet af markedet selv. Dels er der store investeringer og risici for virksomheder forbundet med udvikling af nye teknologier og undersøgelse af nye datakilder og tilhørende forretningsmodeller, hvilket vil være en stor barriere for især SMV'er og start-ups. Dels kræver udviklingerne tæt samspil mellem højt specialiseret viden inden for de udvalgte vandområder og specialistkompetencer og erfaring med håndtering af store datamængder, kunstig intelligens og machine learning, satellitbilledbehandling og udvikling af cloud-baserede services. Specialistviden og -kompetencer, som DHI kan bringe i spil sammen med markedsaktører til udvikling af teknologiske services, der kan accelerere udviklingen af digitale vandløsninger hos danske virksomheder og styrke deres position på det globale marked.

Med udgangspunkt i virksomhedernes og brugernes behov for at tilgå de nye teknologier og data udvikles der digitale services, som udstilles gennem DHI's åbne cloud platform med interfaces (API'er), der direkte

<sup>6</sup> <https://em.dk/media/13474/affald-vand-og-cirkulaer-oekonomi.pdf>

<sup>7</sup> <https://em.dk/media/13475/det-blaa-danmark.pdf>

<sup>8</sup> [https://em.dk/media/11925/strategi-for-danmarks-digitale-vaekst\\_online.pdf](https://em.dk/media/11925/strategi-for-danmarks-digitale-vaekst_online.pdf)

<sup>9</sup> <https://ufm.dk/publikationer/2016/filer/rumstrategi-2016.pdf>

<sup>10</sup> <https://ufm.dk/publikationer/2020/gron-omstilling-fra-rummet>

<sup>11</sup> [https://erhvervsfremmebestyrelsen.dk/sites/default/files/2020-03/Erhvervsfremme-i-Danmark-2020-2023\\_Strategi.pdf](https://erhvervsfremmebestyrelsen.dk/sites/default/files/2020-03/Erhvervsfremme-i-Danmark-2020-2023_Strategi.pdf)

<sup>12</sup> [https://www.danskindustri.dk/globalassets/dokumenter-analyser-publikationer-mv/pdf/2030/dis-2030-plan-2019\\_b\\_web.pdf](https://www.danskindustri.dk/globalassets/dokumenter-analyser-publikationer-mv/pdf/2030/dis-2030-plan-2019_b_web.pdf)

<sup>13</sup> <https://www.dst.dk/da/Statistik/Sdg/aktiviteter/vores-maal> & <https://www.industriensfond.dk/SDG-indikatorer-DK-2020>

faciliterer øget brug og samtidig bidrager med væsentlige input til et større digitalt økosystem, der integrerer eksisterende og kommende digitale platforme for vandløsninger. Dette vil mindske virksomhedernes afstand til markedet i forbindelse med at bringe nye teknologier og datakilder i anvendelse hurtigt og samtidig reducere investeringsbehov og risiko.

Markedet og teknologier udvikler sig meget hurtigt. Det er derfor helt centralt, at der etableres et tæt samarbejde med markedsaktører for at tilpasse udviklingen af teknologisk service i henhold til markedets behov og markedets egne muligheder for at løfte udviklingen. Vi vil inddrage markedsaktører gennem dialogmøder og co-creation forløb, hvor vi sammen udforsker snitflader og synergier for at accelerere udviklingen af digitale services. Desuden vil vi opbygge en stærk governance struktur og tilhørende processer omkring eksekveringen af vores resultatkontrakt, der vil sikre transparens og synlighed af vores aktiviteter og vil sikre en løbende monitoring af markedssituationen, således at vi kan fokusere og løbende tilpasse aktiviteter, hvor de giver størst værdi for markedsaktører.

Følgende struktur og processer vil blive implementeret:

- *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 CEO som chairman) 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, herunder den følgegruppe der nedsættes for indsatsområdet (se Afsnit 4), involveres til løbende evaluering af teknologiudviklingen, slutbrugernes behov og markedssituationen.
- *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) Vidensspredning og inddragelse i indsatsområdet**

En tæt inddragelse af repræsentanter for målgruppen er helt central for at sikre, at de udviklede tjenester er tilpasset markedets behov. Vi vil gennem en kombination af technology push og market pull både sikre, at viden om de nyudviklede services spredes, og at erkendte behov fra markedet samles ind. Herigennem ønsker vi at identificere og inddrage flere virksomheder, som ønsker at indgå i tæt samarbejde om at tilpasse udviklingen af de nye services. Dette sikres via følgende processer:

- Aktiv brug af følgegruppen i udvælgelsen af aktørgrupper, der skal inddrages i udviklingen og evalueringen af de enkelte aktiviteter.
- Samarbejde med klyngeorganisationer og inddragelse af deres aktiviteter inden for match-making og netværksskabelse med henblik på at sikre udviklingens relevans for aktører, der spænder mere bredt end DHI's nuværende brugernetværk. DHI indgår som videninstitution i Danmarks Miljøteknologiklynge, Energy Cluster Denmark, Maritime & Logistics Innovation Denmark og den spirende klynge for forsvar, rum og sikkerhed. Desuden er DHI medlem af Den Danske Vandklynge.
- Anvendelse af processer og redskaber forankret i design thinking såsom hackathons, co-creation workshops, proof-of-value og proof-of-market for derved at sikre, at målgruppens behov og værdiskabelse er i centrum i de prioriteringer, der foretages i løbet af implementeringen af indsatsområdets aktiviteter.

Udover vidensspredning gennem de udvalgte klyngeorganisationer vil indsatsens aktiviteter blive præsenteret på faglige møder og konferencer, som fx ved arrangementer i DANVA, IDA Miljø, IDA Space, den årlige Hydrologidag, Havforskermødet, Kortdage og Danish Water Forum Annual Conference samt ikke mindst gennem medier og nyhedsbreve. Endelig vil der blive udarbejdet webinars og kurser, som vil blive udbudt via DHI's kursusorganisation, THE ACADEMY by DHI.

Der nedsættes en 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 10-15 medlemmer med indsigt i den teknologi, der udvikles, behov hos målgruppen samt markedssituationen. Potentielle medlemmer af følgegruppen vil være repræsentanter fra rådgivnings- og konsulentbranchen, serviceudbydere, brancheorganisationer, offentlige myndigheder, innovationssystemet (fx klyngeorganisationer) og forskningsinstitutioner. Følgegruppen sammensættes så den bredt repræsenterer markedet og når ud over DHI's etablerede kontakter i markedet. Følgegruppen inddrages til evaluering af nye aktiviteter, der påbegyndes, løbende evaluering af udviklingerne samt evaluering af slutprodukterne. 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 kan blive inddraget i løbet af resultatkontraktperioden for bedre at afspejle aktuelle aktiviteter.

## 5) Nyhedsværdi og ambitionsniveau

Ud fra dialogen med markedsaktører (fx BedreInnovation.dk) er det tydeligt, at behovet for digitalisering, automatisering og lettere adgang til data langt fra er dækket med de eksisterende muligheder, der udbydes af markedet i dag. Der er et stort behov for at accelerere udviklingen af digitale ydelser, så de mange data og nye teknologier kan blive sat i spil på markedet, herunder som væsentligt bidrag til services, der kan facilitere den grønne omstilling langt hurtigere end tilfældet er i dag. Indsatsområdet viderefører centrale elementer af DHI's resultatkontrakt 2019-2020 og starter derfor på et højtudviklet teknologisk fundament. Kombinationen af eksisterende kompetencer inden for vandmodellering, satellitdata, kunstig intelligens og udvikling af digitale services, en stærk forankring i førende anvendt forskning og ikke mindst en meget tæt dialog med en bred skare af samarbejdspartnere og slutbrugere sikrer, at de udviklede ydelser kan nå markedet meget hurtigt.

### 1. Automatisk modellering

Under resultatkontrakten 2019-2020 har DHI påbegyndt udviklingen af næste generations vandmodeller, der transformerer de klassiske modeller til automatiserede datadrevne modeller. Den nye generation af vandmodeller bliver tilgængelig som åbne, cloud-baserede services. Herved skabes der lettere adgang til modellerne, der sikres skalérbarhed og fleksibilitet for en bred vifte af anvendelser, og åbne interfaces giver virksomheder mulighed for nemt at integrere modellerne i udvikling af egne modelbaserede services.

Konfigurering, kalibrering og validering af modeller er en tidskrævende proces, og der er derfor en stor effektiviseringsgevinst ved at automatisere denne proces. Under resultatkontrakten 2019-2020 har vi taget de første skridt og automatiseret dele af workflow-processen. Målet under denne kontraktperiode er at udvikle automatiske procedurer for hele modelworkflow-processen for specifikke anvendelser inden for marin og metocean modellering, hydrologisk modellering samt modellering af vandforsyningsnetværk, afløbssystemer og renseanlæg og opnå en reduktion på 80% af den tid, der bruges på manuel modelopsætning. Et vigtigt element i udviklingen af automatiske modelworkflows er brug af data fra forskellige kilder (fx satellitter, droner og IoT) til modelkalibrering og -validering samt data-assimilering, hvor modellerne løbende opdateres. Udviklingen vil bygge videre på resultater og kompetencer opbygget under tidligere resultatkontrakter og gøre brug af de dataprojekter, der udvikles under *Digitalt datalaboratorium*.

Der er store udfordringer forbundet med aktiviteterne, især relateret til automatisering af arbejdsprocesser, domæneviden og best practice, der ligger til grund for vandmodellering. Vi vil involvere ekspertmodellører i aktiviteterne for at sikre udvikling af transparente og accepterede workflows. En anden udfordring er relateret til udvikling af effektive metoder til automatisk modelkalibrering og data-assimilering, der bedst udnytter de store datamængder, der er tilgængelig fra forskellige kilder. Hurtig screening af potentielle datakilder og effektiv kvalitetssikring af data er et fokusområde i de to andre aktiviteter under dette indsatsområde.

De nye udviklinger vil løbende blive implementeret og testet og gjort tilgængelige for markedsaktører gennem hele resultatkontraktperioden.

### 2. Datadrevne modellerings- og beslutningsstøtteværktøjer

Under resultatkontrakten 2019-2020 har DHI i samarbejde med Alexandra Institut arbejdet med brug af kunstig intelligens og machine learning til udvikling af datadrevne modelleringsværktøjer. Det har vist et betydeligt potentiale for udvikling af prognosemodeller, som løser flere af de udfordringer, der er forbundet med traditionelle vandmodelleringsværktøjer, som fx beregningseffektivitet, effektiv udnyttelse af realtidsdata og kvantificering af usikkerhed på prognoser.

Under dette indsatsområde vil vi bringe den nyeste viden inden for kunstig intelligens og machine learning til anvendelse for modellering og beslutningsstøtte inden for marin og metocean området, vandressourceforvaltning samt drift og styring af afløbssystemer, renseanlæg og vandforsyningssystemer. Specifikt vil vi undersøge og teste teknologier inden for: (a) hybrid machine learning, der ikke blot inkluderer måledata i træning af modeller, men også procesviden og samspil med mekanistiske modeller; (b) stokastisk machine learning til kvantificering af usikkerheder på prognosemodeller; (c) explainable AI, der giver indsigt i og forståelse for machine learning modellen, så den ikke fremstår som en black-box; (d) automatiseret machine learning, der automatiserer konfigurering, træning, test og validering af machine learning modeller. Desuden vil der være speciel fokus på brug af kunstig intelligens og machine learning til automatiseret kvalitetssikring og validering af data samt detektering af anomalier i data, hvilket er essentielt for at skabe værdi af de store datamængder, der er tilgængelige til udvikling af modellerings- og beslutningsstøtteværktøjer. Det overordnede mål med aktiviteten er at gøre kunstig intelligens og machine learning let tilgængelig for vandmodellering gennem en dedikeret cloud-baseret service (machine learning as a service).

Aktiviteter under DHI's resultatkontrakt 2019-2020 inden for prognosebaseret styring af vandinfrastruktur har vist stort potentiale for optimering af drift af afløbssystemer og vandforsyningssystemer. Aktiviteterne har dog også fremhævet betydelige barrierer omkring implementering af teknologien i forsyningsselskabernes driftssystem mht. accept af teknologien blandt operatører og robusthed af løsningen. Aktiviteten vil derfor fokusere på konsolidering og markedsmodning og forbedret robusthed af teknologien, herunder udnyttelse af resultater fra andre aktiviteter under indsatsområdet til håndtering af prognoseusikkerheder og anomalier i afløbs- og vandforsyningssystemer. Der vil desuden være fokus på automatisering af konfigurering og kalibrering af styresystemer samt implementering inden for nye anvendelsesområder, herunder styring af renseanlæg. Endelig vil nyeste forskningsresultater inden for området blive undersøgt og testet for yderligere at udvikle teknologien. Dette inkluderer brug af kunstig intelligens (fx reinforcement learning), som er i kraftig udvikling inden for forskellige anvendelsesområder i disse år.

Udviklingen af prognosemodeller vil løbende blive gjort tilgængelige som digitale services gennem hele resultatkontraktperioden, og en første version af en dedikeret cloud-baseret machine learning service til vandmodellering forventes klar ved udgangen af perioden. Styringsmodellen vil være klar til at blive implementeret i drift af afløbssystemer efter det første år og indgå i udviklingen af *Digital tvilling af byens opland* under indsatsområdet "Klimatilpasning og grøn omstilling". Yderligere udvikling og markedsmodning af teknologien til drift af vandforsyningssystemer og renseanlæg (som del af *Digital tvilling af renseanlæg integreret med oplands- og recipientsystemer*, der udvikles under indsatsområdet "Hav, vand og klimamål 2030") vil være klar efter 2-3 år. En første prototype af næste generations styringsmodel forventes klar ved udgangen af resultatkontraktperioden.

### 3. Digitalt datalaboratorium

Gennem aktiviteten vil vi etablere et ambitiøst og banebrydende digitalt vanddata-laboratorium i Danmark, hvor nye datakilder hurtigt screenes med henblik på værdiskabelse, rådata tilføjes værdi gennem avanceret behandling, og nye dataprodukter hurtigt bringes til anvendelse gennem udstilling af API'er. Målet er at understøtte målgruppens udvikling af nye databaserede services og komplementære eksisterende services ved at udvikle og lette adgangen til nye værdiskabende dataprodukter og dataservices, hvor der ikke eksisterer behovsdækkende løsninger, og hvor markedet ikke selv er i stand til at løfte udviklingen. Let og simpel adgang til nye dataprodukter vil være essentielt for virksomheder, der ikke har mulighed for at foretage den nødvendige investering i den fornødne specialiserede udviklingsindsats til at integrere nye data og services i deres forretningssystemer.

Aktiviteten vil udvikle innovative og værdiskabende dataprodukter og dataservices, der inkluderer data fra forskellige kilder, herunder satellitter, droner, IoT og crowdsourcing til anvendelse inden for marin og metocean området samt vandressourceforvaltning. Desuden vil der blive udviklet unikke globale modelbaserede dataprodukter, der kombinerer DHI's metocean og hydrologiske modeller med forskellige dataprodukter til etablering af dataservices, der udstiller højkvalitets historiske data samt prognosedata. De globale modeller og tilhørende dataservices vil være basis for udvikling af nedstrøms services og etablering af nedskalerede detailmodeller til planlægnings- og designstudier samt operationelle anvendelser.

Da teknologi og international konkurrence udvikler sig hastigt, er det med udgangspunkt i det teknologiske fundament vores realistiske ambition at lancere de første nye services allerede i løbet af første år af



resultatkontrakten. Udover den direkte værdiskabelse bidrager en agil lancering af services til en tidlig og kontinuerlig dialog med markedsaktører, som kan give værdifuld feedback til den videre udvikling af services.

## 6) Indsatsområdets kobling til videns- og innovationssystemet

Aktiviteterne inden for indsatsområdet vil foregå i tæt samarbejde med danske og internationale universiteter og forskningsinstitutioner gennem fælles forsknings- og udviklingsprojekter og fælles master- og Ph.D.-projekter. Der er bl.a. tæt samarbejde med DTU Miljø og DTU Space omkring brug af satellit- og dronedata til udvikling af hydrologiske og metocean dataservices og med DTU Compute omkring udvikling af prognosebaseret styring. Nuværende samarbejdsprojekter inkluderer ChinaWaterSense og RiverScapes (finansieret af Innovationsfonden), EOfChina (Danida Fellowship Centre), GASPOC (EUDP) og Global Seas (ESA). Der forventes deltagelse i forsknings- og udviklingsprojekter under disse programmer samt EU's nye Horizon Europe program til yderligere at understøtte aktiviteterne i indsatsområdet.

Under indsatsområdet etableres samarbejde med FORCE Technology omkring anvendelse og udvikling af IoT-baserede services. Desuden vil der blive etableret samarbejde med Alexandra Institutet inden for brug af kunstig intelligens og machine learning. DHI indgår i etableringen af klyngeorganisationer inden for miljøteknologi, energiteknologi, satellitdata samt maritime erhverv og transport (se Afsnit 4), hvor der vil blive etableret samarbejde med en lang række vidensinstitutioner. De foreslåede aktiviteter drager også nytte af igangværende danske og internationale aktiviteter (fx EU's Copernicus Data and Information Access Services (DIAS), den danske Datafordeler m.fl.), som vil kunne facilitere et øget dansk hjemtag af ESA og EU-forskningsmidler.

## 7) Sammenhæng med instituttets strategi og afsæt i instituttets ressourcer

Indsatsområdet har et centralt ophæng i DHI's digitale strategi med fokus på at udnytte nye datakilder, kunstig intelligens og cloud computing til værdiskabelse og udvikling af digitale vandløsninger. Den bygger på DHI's internationalt anerkendte domæneviden og globale førerposition inden for softwareløsninger til vand- og miljøområdet, en mangeårig og bredt anerkendt førerposition inden for værdiskabelse gennem brug af satellitdata samt kompetencer inden for brug af kunstig intelligens, opbygget bl.a. under resultatkontrakten 2019-2020. De digitale services, der løbende udvikles gennem resultatkontraktperioden, forankres og udstilles gennem DHI's åbne cloud platform, og vidensspredningsaktiviteter udføres gennem DHI's kursusorganisation, THE ACADEMY by DHI.

Indsatsområdet går på tværs af DHI's forretningsområder og udgør det teknologiske fundament for udvikling af digitale løsninger og services i DHI's øvrige indsatsområder. Indsatsområdets aktiviteter koordineres med aktiviteter i "Hav, vand og Klimamål 2030", "Klimatilpasning og grøn omstilling" og "Grøn teknologi til blå vækst".

Indsatsen understøtter FORCE Technology's strategi om at bidrage til succesfuld digital transformation af såvel industri som samfund. FORCE Technology har unikke forudsætninger for at bidrage til indsatsen ved at kombinere digitale fagligheder omkring IoT, trådløs teknologi, pålidelighed, design og elektronik og benytte disse inden for vandområdet. Indsatsen koordineres med aktiviteter under FORCE Technology's indsatsområde "IoT-drevet forretningsdesign – Digitalisering af virksomheder og samfund".

## 8) Konkrete aktiviteter

Nedenstående beskriver de tekniske aktiviteter, der igangsættes ved indsatsens start inden for de tre aktivitetsområder 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. Automatisk modellering

- *Workflows til nedskalering af globale og regionale metocean modeller.* Der udvikles metoder til automatisk nedskalering af regionale og globale metocean modeller til opsætning af detaljerede modeller til detailplanlægning og design samt etablering af lokale prognose- og varslingssystemer. Herunder udvikles metode til kombination af bathymetridata fra forskellige kilder (globalt dækkende databaser, satellitbestemte data og lokale data) til forbedret beskrivelse af bathymetri for marin modellering.

- *Automatisk modelkalibrering.* Prototypen af det cloud-baserede optimeringsværktøj udviklet under resultatkontrakten 2019-2020 vil blive videreudviklet med nye services til automatisk kalibrering af meget beregningstunge fysisk-baserede marine og metocean modeller.
- *Nye data-assimileringsværktøjer.* Nye værktøjer til assimilering af forskellige datakilder testes med henblik på implementering i operationelle systemer samt etablering af høj kvalitets datasæt til planlægnings- og designstudier for marine og metocean anvendelser. Herunder udvikles ny ensemble genereringsmetode til kvantificering af usikkerheder og ny data-assimileringsmetode til re-analyse.

## 2. Datadrevne modellerings- og beslutningsstøtteværktøjer

- *Datadrevne prognosemodeller.* Der udvikles datadrevne modelleringsværktøjer, der udnytter kunstig intelligens og machine learning til udvikling af beregningseffektive prognosemodeller, som kan indgå i operationelle systemer. Fokus er på udvikling af metoder, der kombinerer databaserede og mekanistiske modeller samt probabilistiske modeller til kvantificering af prognoseusikkerheder og tilhørende beslutningsparametre. Der udvikles prognosemodeller, som kan benyttes til metocean operationelle services og services til drift af afløbssystemer.
- *Datakvalitetskontrol og detektering af anomalier.* Der udvikles metoder baseret på kunstig intelligens og machine learning til automatiseret kvalitetskontrol og validering af data samt detektering af anomalier i data til anvendelse inden for kvalitetssikring og detektion af unormale tilstande som del af drift- og styresystem til renseanlæg, kloaksystemer og vandforsyningssystemer samt prædiktivt vedligehold af sensornetværk i marine målestationer (bøjer).
- *Optimeret styring af vandinfrastruktur.* I det første år vil der være fokus på konsolidering og markedsmodning af udviklingen under resultatkontrakten 2019-2020 af prognosebaseret styring af vandinfrastruktur med anvendelser inden for drift af afløbssystemer og vandforsyningssystemer. Desuden vil nye metoder til forbedret robusthed af styringsmodellen blive testet og implementeret, som fx håndtering af prognoseusikkerheder og anomalier i afløbs- og vandforsyningssystemer.

## 3. Digitalt datalaboratorium

- *Test af nye satellitprodukter og deres relevans som inputdata for forbedret modellering.* En række nye datakilder vil blive testet og nye produkter udviklet ift. at forbedre datagrundlaget for marin og metocean modellering og hydrologisk modellering. I det første år vil fokus være på ICESat-2 til udtræk af bathymetri til at understøtte modellering af kystnære områder samt produkter fra Copernicus Sentinel programmet til bestemmelse af parametre relevante for modellering af vandressourcer i det åbne land.
- *IoT-baserede dataservices.* Der udvikles metoder til integrering af IoT-data i workflows og processer til etablering af IoT-baserede dataservices til forskellige anvendelser, herunder integrering af IoT-data med andre datakilder til modelkalibrering/validering og data-assimilering, udvikling af datadrevne prognosemodeller samt styring og vedligehold af vandinfrastruktur. Ved opstarten af resultatkontrakten vil der blive foretaget en analyse og afklaring af potentiale for anvendelse af IoT inden for de forskellige områder. På baggrund af denne analyse vil der blive udvalgt et antal case studier og i det første år igangsat et demonstrationsprojekt for et case studie.
- *Global hydrologisk model.* Prototypen af den globale hydrologiske model udviklet under resultatkontrakten 2019-2020 opdateres med ny modelparameterisering og assimilering af forskellige satellitbaserede dataprodukter, herunder udvalgte dataprodukter for jordfugtighed og fordampning fra Copernicus Sentinel programmet og andre programmer. En dataservice etableres med både historiske data og prognoser af hydrologiske variable og afledte indices (fx indeks for ekstreme vandføringer og tørkeindeks).
- *Global bathymetri model.* Baseret på datafusion af eksisterende bathymetridata samt nyudviklede satellitprodukter fra IceSat-2 og Sentinel-2 udvikles en ny og opdateret bathymetri-model med global dækning med relevans for modellering i den kystnære zone samt offshore.