

Aktivitet	Forskning og udvikling		
Aktivitetsplan (titel):	Et produktivt vandmiljø – udvikling i balance	Aktivitetsplan nr.:	5
Resumé	Inden for aktivitetsområdet udvikles nye miljøteknologier i form af modelværktøjer, metoder og specialistkompetencer, der understøtter danske virksomheders og samfundets muligheder for at skabe vækst ved ansvarlig og bæredygtig udnyttelse af vandmiljøets økosystemtjenester. Målet er at skabe en ny generation af værktøjer, der væsentligt forbedrer forudsigelser af potentiale for vækst og effekter af vækst i vandmiljøet. De nye serviceydelser, som udvikles er: • Metoder der integrer biologiske processer og sedimenttransport • Værktøjer og beslutningsstøtte til bæredygtig produktionsudvidelse i dansk akvakultur • Nye metoder til risikovurdering og effektivt oliespildsberedskab på havet • Modelværktøj til beskrivelse af adfærdsmønstre i relation til områdernes habitatkvalitet • Metoder til aktiv forbedring af vandmiljøet • Metoder til Natura 2000 forvaltning, konsekvensvurdering og overvågning Værktøjerne er efterspurgt af danske SMV'er, større virksomheder med aktiviteter i vandmiljøet samt miljørådgivere og -myndigheder, som har behov for state-of-the-art redskaber, der kan bane vejen for en økonomisk og miljømæssigt bæredygtig udnyttelse af vandmiljøet i Danmark. De foreslåede teknologiske udviklinger af økologiske modelkomplekser er innovative, originale og blandt de mest avancerede på det globale marked.		
1) Målgruppe og behov	Ferske og marine vandmiljøer er omdrejningspunkt for vækst. EU udpeger havet som en væsentlig drivkraft for den europæiske økonomi med stort potentiale for innovation og vækst (fx Blå vækst i EU ¹ og Østersøen ²). FN sætter ambitiøse bæredygtighedsmål som rammen for global vækst ved udnyttelse af vandmiljøets økosystemtjenester ³. Vandsektorens planer for at understøtte målene blev formuleret ved verdens største vandkonference, World Water Forum (Sydkorea, foråret 2015) ⁴. En af de største udfordringer for nutidens samfund er at sikre en udvikling i balance ved på den ene side at give plads til vækst i de erhverv, der er afhængige af og påvirker vandmiljøet, og på den anden side sikre, at fremtidige generationer også kan nyde godt af økosystemtjenester fra sunde havområder såvel som vandløb og søer. Målgrupperne for aktivitetsplanen er de erhverv, som forventes at skabe væksten: entreprenører (havne, marin infrastruktur), energisektoren (vind, olie og gas), miljøvirksomheder (miljøundersøgelser, overvågning), fødevarerproducenter (akvakultur, landbrug) og disses teknologileverandører samt miljørådgivere og de myndigheder, der udstikker rammerne for væksten (erhvervs- og miljø- og fødevarerministerier samt kommuner). SMV'er er aktive i alle de erhvervssegmenter, der har interesser i vandmiljøet, enten direkte eller indirekte som leverandører af serviceydelser, specialudstyr, foder mv. En flaskehals, der kan hindre væksten, er miljørestriktioner og interessekonflikter. Inden nye projekter kan igangsættes, skal der udarbejdes en vurdering af virkninger på miljøet (VVM), som analyserer og vurderer de væsentligste effekter af konstruktion og drift, afgør om projekterne kan gennemføres samt fastsætter restriktioner for aktiviteternes påvirkning af miljøet. Manglende redskaber og viden		

¹ http://ec.europa.eu/maritimeaffairs/policy/blue_growth/index_da.htm

² http://ec.europa.eu/maritimeaffairs/policy/sea_basins/baltic_sea/documents/swd-2014-167_en.pdf.pdf

³ Sustainable development goals 6 and 14, see <https://sustainabledevelopment.un.org/sdgsproposal>

⁴ <http://www.worldwatercouncil.org/forum/daegu-gyeongbuk-2015/>

	betyder, at der ofte ikke kan udarbejdes præcise og kvantitative miljøvurderinger (fx for effekter af undervandsstøj, sediment- og oliespild i havet og kvantitative effekter på rovfisk, pattedyr eller havfugle). Dette skaber usikkerhed om virkningerne og nødvendiggør, at myndighederne må anvende forsigtighedsprincippet i deres planlægning og tilladelser. For erhvervslivet betyder det, at rammerne for vækst bliver mere snævre end nødvendigt af hensyn til miljøet. Virkningen er fx., at entreprenører skal arbejde under vilkår, der giver unødvendige og suboptimale tids- og økonomiske rammer for byggeprocessen, og at fødevare-erhverv som landbrug og akvakultur ikke kan vokse, fordi de ikke kan få tilladelse til nye aktiviteter. Miljørestriktioner har historisk været et vigtigt instrument til at sikre bæredygtig udvikling, men der er nu en stigende forståelse for, at restriktioner alene ikke kan genskabe tidligere tiders sunde økosystemer og vandmiljø. Aktiv miljøforbedring (fx etablering af stenrev og ålegræsbede) og differentieret arealanvendelse på land og i vand skal spille en større rolle⁶. Danske firmaer og rådgivningsvirksomheder udfører i vid udstrækning VVM undersøgelser, miljøovervågning og andre miljørelaterede vurderinger af aktiviteter i vandmiljøet i Danmark, og der forventes en vækst inden for private virksomheder, som leverer vandmiljø-services². Væksten drives af en stigende efterspørgsel efter marine data og analyseprodukter til fx at understøtte infrastrukturprojekter som broer og havneudvidelser samt af behovet for at reducere usikkerheden i planlægningen og investeringer². Dette er et vækstområde for innovative SMV'er, der fx udvikler værktøjer til høst og udplantning af ålegræs, kortlægning af bundvegetation vha. grøn laser eller overvågning med droner - alle nye teknologier, der vil blive efterspurgt i Danmark og internationalt, og som kan sælges af danske virksomheder i Europa og globalt og således bidrage til vækst og produktionsarbejdspladser i Danmark. Der er fokus på bæredygtig og ressourceeffektiv fødevareproduktion i Danmark^{5,6}. Danske fødevareproducenter, landbrug og akvakulturbranchen (primærproducenter, udstyrs- samt foderproducenter) er overvejende SMV'er. Fødevareeksporten var i 2012 på 148 mia. kr. Fødevareerhvervet beskæftiger ca. 183.000 personer og bidrager væsentligt til beskæftigelsen i udkantsdanmark. Både inden for den primære fødevareproduktion og de brancher, der forarbejder og forædler produktionen, findes der mange SMV'er. For at skabe vækst i landbrugssektoren efterspørger erhvervet økologiske modelværktøjer, der kan beregne effekter af ændringer i kvælstofudledninger og aktive forbedringer som fx etablering af stenrev. Inden for akvakultur-erhvervet er ca. 90% af virksomhederne SMV'er⁷. I 2013 var der i Danmark i alt 234 akvakultur-anlæg, hvoraf hovedparten (157) var ferskvandsdambrug⁸. Hertil skal lægges virksomheder og beskæftigede inden for udstyrs- og foderproduktion. De danske producenter af fiskefoder og foderingredienser mv. har en stærk position på det globale marked med en omsætning på ca. 1,5 mia. kr. (2012), hvoraf hovedparten går til eksport⁹. Målet i Danmarks strategi for udvikling af akvakultursektoren er, at akvakulturproduktionen skal øges med mindst 25 % frem til 2020¹⁰. Det naturbetingede potentiale er mindst 1 mio. tons (≈ 25 mia. kr), hvis Nordsøen inddrages som produktionsområde. For at udnytte det fulde potentiale, og i tråd med Strategi for bæredygtig udvikling af akvakultursektoren i Danmark 2014-2020, efterspørger producenterne økologiske modeller, der både præciserer
--	---

⁵ Vækstplan for fødevarer: http://fvm.dk/fileadmin/user_upload/FVM.dk/Nyhedsfiler/vaekstplan-for-foedevarer.pdf

⁶ Natur- og Landbrugskommissionen: http://www.naturoglandbrug.dk/slutrapport_2013.aspx?ID=52071

⁷ EU's strategi for Blå Vækst 2012

⁸ Danmarks statistik 2015

⁹ Strategi for bæredygtig udvikling af akvakultursektoren i Danmark 2014-2020

¹⁰ Fødevare- og Miljøministeriet, 2015

	erhvervets råderum og effektiviserer udarbejdelsen af VVM'er samt giver mulighed for at optimere den daglige produktion vha. prognoser for centrale økologiske parametre. Sådanne modeller udgør en af aktiviteterne i denne aktivitetsplan. Målgruppernes behov for nye teknologiske udviklinger og specialistkompetencer er blevet identificeret via løbende diskussioner med de forskellige erhverv samt fokuserede diskussioner med repræsentanter for målgrupperne ved møder i dialogforum - og under hensyntagen til kommentarer på BedreInnovation. Kommentarerne på BedreInnovation viser tydeligt behovet for udvikling af nye, kvantitative metoder og teknologier til effektvurderinger og miljøforbedring. Især efterspørges økologiske modeller og metoder til vurdering af habitater, højere trofiske niveauer, oliespild og undervandsstøj, integrering af biologiske processer og sedimentprocesser samt vurderinger, der støtter beslutninger i relation til EU direktiver som Vandrammedirektivet, Havmiljøstrategidirektivet og Natura 2000. Akvakultur-primærproducenter, udstyrsproducenter og brancheorganisationen udtrykker især behov for metoder til forenkede, transparente miljøvurderinger og udpejning af særlige zoner til nye havbrug i overensstemmelse med EU's direktiv for maritim fysisk planlægning og den danske havstrategi samt kystdirektoratets administrationsgrundlag for søterritoriet.
2) Den nye teknologiske serviceydelse	Inden for dette aktivitetsområde udvikles metoder og modelværktøjer, der understøtter danske virksomheders og samfundets muligheder for - gennem robuste og præcise effektvurderinger af aktiviteter og miljøforbedringer - at udnytte potentialet for vækstskeabende aktiviteter i vandmiljøet og samtidig sikre et godt vandmiljø. Aktiviteterne er opdelt i to hovedområder: • Værktøjer til robuste og præcise miljøvurderinger • Metoder til vurdering af miljøforbedrende tiltag og overvågning Aktivitetsplanen beskriver tre forskellige (økologiske) modeltyper: 1) <i>Økologiske modeller</i>, der dynamisk beskriver vækst af f.eks. plankton og bundlevende organismer som funktion af f.eks. næringsstoffer og ilt i definerede vandområder og tidsperioder; 2) <i>Habitatmodeller</i>, der ud fra statistiske sammenhænge mellem sammenhørende observationer af organismernes udbredelse og måling af fysisk-kemiske eller biologiske forhold, fx hydrodynamik eller føde, kan estimere udbredelsen af dyr og planter habitater (og dermed sandsynlighed for forekomst) under varierende forhold og 3) <i>Individ-baserede modeller (ABM modeller)</i>, der beskriver enkelte dyrs komplekse adfærdsmønstre. DHI har i en årrække arbejdet med udvikling af disse modeltyper, og næste teknologiske skridt er integrering af disse modeller med hinanden (f.eks. sedimenttransport eller oliespild), da dette betyder, at målgrupperne får nye robuste og præcise metoder og teknikker til effektvurdering og fintfølende overvågning af vandmiljøet. A. Værktøjer til robuste og præcise miljøvurderinger Robuste og præcise vurderinger af virkninger på miljøet, som kvantitativt kan inkludere vigtige fysiske, kemiske og biologiske faktorer, er en forudsætning for at opnå en realistisk analyse af miljøets tilstand, risikoanalyser og et projekts virkninger på miljøet. Fokus for udvikling af nye ydelser inden for dette område er: 1. <i>Metoder, der integrerer biologiske processer og sedimenttransport</i> Marine konstruktionsarbejder som udbygning af havne, opførelse af broer eller vindmøller medfører alle gravearbejde i havbunden. Negative effekter af sedimentspild er derfor blandt de vigtigste effekter og dem, der oftest leder til krav om begrænsninger i tid og rum af konstruktionsaktiviteter eller krav om afværgeforanstaltninger. Vi har i dag en god forståelse af, hvordan ophvirvlet sediment påvirker bundplanter og fauna, men væsentlig for en retvisende beskrivelse er også, hvordan biologien virker tilbage på sedimenttransporten: fx at bundplanterne virker som sedimentfælder i vandet, og at muslinger filtrerer sediment ud af vandet. I Danmark bygges verdens største sænketunnel i de

	kommende år. Byggeriet medfører et meget stort sedimentspild og giver os en unik mulighed for at udvide Danmarks ekspertise netop på dette område. For at opnå mere præcise vurderinger af effekter af sedimentspild og dermed give mulighed for at optimere marint gravearbejde i kommende projekter (fx havneudvidelser eller broer) udføres feltforsøg, og der udvikles nye økologiske modelværktøjer, som integrerer de biologiske processer med sedimenttransport. Udviklingen vil bygge på nye forsøg og viden fra DHI's mange aktiviteter på dette felt i Danmark og Singapore. 2. <i>Værktøjer og beslutningsstøtte til bæredygtig produktionsudvidelse i dansk akvakultur</i> Akvakultur er en af hjørnestenene i EU's strategi for Blå Vækst, og udviklingen af sektoren kan bidrage til at realisere målene i EU's 2020-strategi. I Danmark forventes forøgelsen primært at ske via udbygning af produktionen i de åbne havområder og gennem landbaserede anlæg med recirkulering og rensning af vandet. Nøglen til at realisere disse mål er klarhed over den produktion, der kan miljøgodkendes. Der udvikles skræddersyet software, som integrerer eksisterende og ny viden om optimering af produktionen og minimering af miljøpåvirkninger, og som kan danne basis for transparente miljøtilladelser, udpege relevante havbrugsområder for producenterne samt reducere usikkerheden hos investorer i sektoren. 3. <i>Nye metoder til risikovurdering og effektivt oliespildsberedskab på havet</i> Øget global handel driver en enorm vækst i skibstrafikken i verdenshavene med fire gange så mange skibe på havet nu som i 1992¹¹. Og med klimaopvarmningen forventes det Arktiske område at blive strategisk vigtigt for Danmark og EU¹². Øget dansk skibstrafik øger behovet for et effektivt oliespildsberedskab. I dag har vi teknikker til opsætning af operationelle vejr- og havudsigter og til at modellere oliens spredning, men vi mangler værktøjer, der hurtigt producerer de nødvendige data for et effektivt beredskab, og som kan teste effekten af hjælpeforanstaltninger under givne is, vejr- og havforhold, samt metoder til at beskrive dynamiske risikoniveauer i følsomme områder. Der udvikles et modelværktøj, som integrerer operationelle vejr- og havudsigter, dynamisk oliespilds- og habitatmodellering og viden om effekter af beredskabsforanstaltninger under de givne vejr- og vindforhold. For fisk, havfugle og pattedyr varierer de særligt følsomme områder i tid styret af de fysisk-kemiske forhold, vejrforhold og sæson for migration/fugletræk. Risiko for påvirkninger er derfor i høj grad dynamisk og skal relateres til dynamiske faktorer. For øjeblikket findes der ikke værktøjer til dynamisk risikovurdering. Der udvikles et generisk værktøj til dynamisk habitatmodellering, som kan bestemme den tidslige variationer i udbredelse af følsomme områder til brug for dynamisk risikovurdering ved oliespildsberedskab og VVM'er på åbent hav. 4. <i>Modelværktøj til beskrivelse af adfærdsmønstre i relation til områdernes habitatkvalitet</i> Gennem de seneste år har DHI udviklet agentbaserede modeller (ABM) til vurdering af forstyrrelse og støj for marsvin og andre havpattedyr ved at modellere fødesøgningsadfærd, sæsonvandring, mm. Den individ-baserede tilgang har mødt meget stor interesse fra mange sider. Sideløbende er der udviklet habitatmodeller, som beskriver områdernes egnethed som habitat og deraf følgende sandsynlighed for artenes forekomst under forskellige forhold. For at kunne relatere dyrenes adfærd - ikke kun til hydrodynamik, men også til biologiske forhold som ændringer i fødegrundlaget - udvikles et modelværktøj, der integrerer beskrivelse af vigtige adfærdsmønstre med dynamisk habitatmodellering, som udvikles under A.3. Desuden udvikles en metode til modellering af undervandsstøj. Værktøjerne skal bidrage med præcise og kvantitative vurderinger af effekter på større dyr som basis for VVM'er.
--	--

11 Tournadre, J 2014.

12 Smith & Stephenson 2013

	<i>Forbedring i teknologisk service:</i> Vurderinger af virkninger på miljøet sætter rammerne for brug af havets arealer og ressourcer. Nye metoder og modelværktøjer inddrager effekter af vigtige biologiske-fysiske samspil (sediment-biologi, oliespild – biologisk følsomme områder) som grundlag for præcise VVM-tilladelser og risikovurderinger. Dermed skabes grundlag for optimal udnyttelse af ressourcer og arealer i vandmiljøet. Modelværktøjerne forventes at være markedsmodne inden for 1-3 år. DHI har en national og global førerposition inden for økologisk modellering. DHI er blandt de få, der modellerer højere trofiske niveauer som bundplanter og dyr, men kun DHI inddrager afhængigheder gennem hele fødekæden fra næringsstoffer til top-prædatorer. Nye modelværktøjer, der integrerer adfærds- og habitatmodellering kan kvantificere effekter på større dyr og derfor reducere usikkerheder og brug af forsigtighedsprincippet i VVM'er. Markedsmodning forventes inden for 1-3 år. De nye udviklinger vil indgå i DHI's specialydelser til danske producenter, erhverv, rådgivere og myndigheder samt som et tilbud til danske brugere af avancerede beregningsværktøjer. De foreslåede teknologiske udviklinger er innovative og blandt de mest avancerede økologiske modelkomplekser, der findes. DHI råder over nøglekompetencer inden for både økologi og modellering, som gør det muligt at integrere den nyeste forskning i avancerede modelkomplekser for vandmiljøet. Disse kompetencer findes ikke andre steder i Danmark. Ud over anvendelse i Danmark ligger der et stort eksportpotentiale i form af rådgivning for danske virksomheder på det globale marked, hvor den voldsomme stigning i aktiviteter i vandmiljøet øger behovet for metoder til balanceret udnyttelse af de akvatiske økosystemer. B. Metoder til vurdering af miljøforbedrende tiltag og overvågning 1. <i>Metoder til effektiv forbedring af vandmiljøet</i> Økologiske modeller anerkendes i stigende grad som nødvendige værktøjer til at belyse komplekse sammenhænge i økosystemerne og som grundlag for planlægning og forvaltning af vandmiljøet. Kvantitative resultater fra komplekse modeller danner ofte baggrund for beregning af krav og beslutninger, fx i de nye vandområdeplaner. De vigtigste parametre, der anvendes i planerne, er simple som fx klorofyl a og inkluderer ikke vigtige biologiske elementer som ålegræs, makroalger på hård bund og fauna i havet. I både søer og fjorde er risiko for algeopblomstring et vigtigt kvalitetselement. Ofte er problemet at få et tilstrækkeligt godt datagrundlag, særligt for arealudbredelsen. Integrering i modellerne af data fra nye innovative datakilder som f.eks. AUV data ("selv-dykkende fartøj"), satellitbilleder eller kortlægning med laser (Lidar) forventes at kunne kosteffektivisere miljøovervågning og væsentligt forbedre vurderinger af vandmiljøernes status. Der udvikles modelværktøj til overvågning og vurdering af søer og kystvandes miljøtilstand ved at integrere vigtige biologiske kvalitetselementer og anvendelse af nye datakilder. Miljøforbedringer som (gen)etablering af tidligere tiders stenrev, tangbælter og ålegræsbede eller biologisk kystbeskyttelse tænkes i stigende grad ind som mulige virkemidler i vand- og naturplaner, i design af marine konstruktioner eller som kompensation i de tilfælde, hvor det ikke er muligt at gennemføre et projekt uden væsentlige effekter på miljøet. Mulighederne for i praktisk at anvende bundvegetation og stenrev som miljøforbedring eller kystbeskyttelse kræver bedre værktøjer, som kan forudsige chancen for vellykket etablering og estimere den forventede effekt som baggrund for beslutninger om type, valg af optimal placering og udformning. Der udvikles et modelværktøj, som kvantificerer effekter af bølgedæmpning-, restaurerings- eller kompensationstiltag. 2. <i>Metoder til Natura 2000 forvaltning, konsekvensvurderinger og overvågning</i> I Danmark er 18% af havarealet beskyttet i Natura 2000 områder for at sikre vigtige habitatnaturtyper (f.eks. stenrev) og vandfugle. De beskyttede områder har myndighedernes og befolkningens allerstørste bevågenhed, og projekters
--	---

	potentielle påvirkninger af beskyttede habitater og arter resulterer ofte i manglende eller besværlig miljøgodkendelse. DHI udvikler i disse år metoder til at beskrive den indbyrdes sammenhæng mellem beskyttede områder og til at kvantificere effekten af ændringer på lavere trofiske niveauer (næringsstoffer og plankton) for bestande af beskyttede arter (f.eks. muslingespisende havdyr-ænder), men mangler integrering over større områder og metoder til beregning af bærekapacitet for de enkelte områder. I denne periode udvikles modeller til beskrivelse af funktionen af netværket af beskyttede områder, ligesom større dyr integreres i de økologiske modeller for at beskrive udviklingen i områdernes bæreevne for de populationer, som områderne er udpeget til at beskytte. <i>Forbedring i teknologisk service:</i> De nye redskaber vil indgå i DHI's specialydelser til danske rådgivere, erhverv og myndigheder. Økologiske modeller, der har implementeret den nyeste forståelse og beskrivelse af det komplekse økosystem og kan udnytte data fra mange forskellige kilder, giver politikere og myndigheder den nødvendige baggrund for at træffe beslutninger, som sikrer, at vækst og miljøbeskyttelse kan gå hånd i hånd. Tidshorisonten for markedsmodningen er 1-5 år. Erhverv og myndigheder efterspørger metoder, der kvantificerer effekten af virkemidler, kompensationsforanstaltninger og kystbeskyttelse for at kunne træffe de rigtige kosteffektive beslutninger om miljøforbedrende aktiviteter - både i og uden for de beskyttede områder - og optimere den fysiske planlægning. Metoder til kvantificering af miljøforbedrende tiltag forventes at være markedsmodne inden for 2-3 år, men en egentlig validering efter etablering af rev eller kystbeskyttelse har længere tidshorisont, der afspejler tid for kolonisering og vækst af vegetation. Økologiske modelkomplekser, som - for første gang - kvantificerer konsekvenser på mange trofiske niveauer (fra vandkvalitet til fugle og havpattedyr) i høj tidslig og rumlig opløsning, giver myndigheder og virksomheder den nødvendige basis for VVM-tilladelser og overvågning. Tidshorisonten for markedsmodningen er 2-5 år.
3) Aktiviteter	A. Værktøjer til robuste og præcise miljøvurderinger <i>Metoder, der integrerer biologiske processer og sedimenttransport</i> Feltforsøg tilrettelægges og udføres for at undersøge biologiske elementers (fx ålegræsbestandes) evne til at ændre sedimentforhold. Resultaterne anvendes som input til modelbeskrivelse af biologiske processers effekt på sedimentspredning. Aktiviteten sker i samarbejde med aktivitetsområdet "Kyster under forandring", der har fokus på fysikken omkring sedimenttransport, og som en del af Horizon 2020 projektet Hydralab. <i>Værktøjer og beslutningsstøtte til bæredygtig produktionsudvidelse i dansk akvakultur</i> Udvikling af beslutningsstøtteværktøj til udpegning af havbrugsområder ved identifikation af områder med en kombination af et lille miljøaftryk - fx næringsstoffer, organisk berigelse af havbunden, optimal produktion som gode strøm- og iltforhold - og færre interessekonflikter. Gennem udvikling af metoder til vægtning og vurdering af den relative betydning af virkningen udvikles en metode til en systematisk og transparent miljøgodkendelsesprocedure for havbrug. Aktiviteten understøttes af FP7 projektet AQUA-USER og Horizon 2020 projektet (TAPAS). <i>Nye metoder til risikovurdering og effektivt oliespildsberedskab på havet</i> - Udvikling af modelværktøj, der kan forudsige virkningen af hjælpeforanstaltninger (fx flydespærring og skimmers) ved oliespild under forskellige vejrforhold i danske farvande. - Udvikling af software til dynamisk habitatmodellering. Statistiske relationer mellem arternes udbredelse og vigtige hydrodynamiske parametre (strømforhold, gradienter mm.) anvendes til at bestemme de tidslige variationer i udbredelse af følsomme områder. Det statistiske værktøj "R" integreres i en brugervenlig MIKE platform, som gør det muligt at beregne sandsynligheder for forekomster

	af vigtige arter i kortere tidsskridt. Metoden udvikles for udvalgte havfuglearter og andre top-prædatorer. 4. <i>Beskrivelse af eksisterende adfærdsmønstre for større dyr i havet</i> i. Agent-baserede modeller kobles sammen med dynamisk habitat- og/eller økologisk modellering til nyt modelværktøj, der kan beskrive centrale adfærdsmønstre for udvalgte større dyr (rovfisk, pattedyr eller havfugle), således at det på baggrund af viden om dyrenes adfærd er muligt at forudsige påvirkninger fra vigtige kilder (fx støj fra pæleboring eller seismiske undersøgelser) til forstyrrelse af adfærdsmønstre på havet. B. Metoder til vurdering af miljøforbedrende tiltag og overvågning 1. <i>Metoder til aktiv forbedring af vandmiljøet</i> i. Udvikling af model til overvågning og vurdering af søers eller kystvandes miljøtilstand ved at inddrage vigtige biologiske kvalitetselementer og anvende nye datakilder (fx AUV, satellit eller grøn laser). ii. Udvikling af Web-baserede præsentationsmetoder, der med basis i brugerens baggrund og synsvinkel præsenterer scenarier, underbygger resultater og øger forståelsen af komplekse økologiske modeller. iii. Udvikling af modelværktøj, der kvantificerer effekter af bølgedæmnings-, restaurerings- eller kompensationstiltag (fx stenrev med alger, ålegræsbestande). 2. <i>Metoder til Natura 2000 forvaltning, konsekvensvurderinger og overvågning</i> i. Udvikling af analyseværktøjer, der på basis af modelberegninger af områdernes sammenhæng og bæredygtighed vurderer konsekvenser og anvendes til forvaltning af Natura 2000 områder.
4) Viden-samarbejde og -hjemtagning	Området indeholder vigtige samarbejder med universiteter - både nationalt og internationalt - som sikrer, at ny viden og grundlæggende forskningsresultater bliver implementeret i modellerne og dermed anvendt i beslutningstagning både på offentlig og privat side, og er således medvirkende til, at der skabes værdi i offentlig-private partnerskaber. Aktiviteterne bygger videre på eksisterende forsknings- og udviklingssamarbejder med danske og udenlandske forskningsinstitutioner. De vigtigste danske partnere er DTU Aqua, Aarhus Universitet og Syddansk Universitet. Samarbejdet er baseret på udveksling af studerende og skrivning af videnskabelige artikler. Metoder til vurdering af sammenhænge mellem beskyttede områder og områdernes bærekapacitet udvikles i samarbejde med førende internationale universiteter og videninstitutioner, fx GEOMAR – Helmholtz Centre for Ocean Research i Kiel, Göteborg Universitet, Stockholm University, Estonia Marine Institute, Swedish Meteorological and Hydrological Institute, under BONUS projektet BIO-C3 (www.bio-c3.eu). Projektet bidrager til aktivitet B.2. DHI samarbejder med Sea Mammal Research Unit (Scotland) om risikovurdering af havpattedyr samt med Joined Nature Conservation Committee (JNCC) og Kiel Universitet om havfugledata. Udvikling og publicering af habitatmodeller for fugle sker i samarbejde med Norsk Institut for Naturforskning (NINA), og nye metoder til studier af fugletræk og fugle nær vindmøller foregår i samarbejde med Lunds og Aarhus Universiteter samt BirdLife (global NGO). International videnhjemtagning sker også gennem et tæt samarbejde med DHI's forskningscenter i Singapore. På akvakulturområdet udvikles metoder til monitorering og værktøjer til udpegning af akvakulturzoner i samarbejde med førende udenlandske forskningsinstitutioner, bl.a. Water Insight (NL), IVM (Amsterdam Free Universitet), Plymouth Marine Lab (UK) og NIVA (No) i FP7-projektet AQUA-USER (www.waterinsight.nl/aqua-users-services-aquaculture). Projektet bidrager til aktivitet A.2. Igennem Horizon 2020 projektet HydraLab igangsættes i efteråret 2015 et nyt samarbejde om interaktionen mellem biologiske processer og sedimenttransport bl.a. med

	University of Hull (UK) og Universitat Politècnica de Catalunya (ES). Projektet bidrager til aktivitet A.1. DHI har i samarbejde med Syddansk Universitet en Ph.D.-studerende (2015-2017) inden for ålegræsmodellering og udpegning af egnede områder for ålegræs-reetablering, som en del af NOVAGRASS projektet (delvist finansieret af Det Strategiske Forskningsråd). Bidrager til aktivitet B.1. I 2016 initieres et nyt Horizon 2020 projekt (TAPAS) i samarbejde med University of Stirling (UK) og 12 andre partnere omkring bæredygtig udvikling af europæisk akvakultur, som bidrager til aktivitet A.2.
5) Inddragelse og videnspredning	Den foreslåede udvikling af værktøjer og specialydelser sker i en tæt dialog med danske rådgivere, erhverv og myndigheder for at sikre, at det foreslåede udviklingsprogram er relevant og styres efter markedets behov. DHI har et velfungerende dialogforum på området med deltagere fra 10 danske slutbrugere og kunder, der inviteres til møde 1-2 gange om året med det formål at diskutere og identificere nye behov for teknologier og at sprede viden om nyudviklede teknologier til målgruppen. Dialogforummet omfatter repræsentanter fra myndigheder, rådgivere og entreprenører samt akvakulturproducenter og deres brancheorganisation. Samarbejde med slutbrugere og kunder sker også ved fælles deltagelse i internationale forskningsprojekter. I FP7-projektet MERMAID, der afsluttes i 2015, og i en ny Horizon 2020 ansøgning (TAPAS) samarbejdes med Dansk Akvakultur, Musholm A/S og Hvalpsund Net A/S. I projektansøgningen SeaStatus indgår samarbejde med myndigheder og erhverv. Den udviklede viden vil blive formidlet og nyttiggjort gennem tæt samarbejde med Dansk Akvakultur og Aquacircle om udvikling af metoder til bæredygtig vækst inden for akvakulturerhvervet. Desuden vil DHI samarbejde med foodnetwork.dk om at styrke akvakulturerhvervets repræsentation og muligheder i innovationsnetværket. Implementering af opnåede resultater i DHI's serviceydelser og i DHI's softwarepakker på Økologi- og Akvakultur-området sikrer sammen med træningskurser en meget effektiv formidling af resultater til målgruppen. Der forventes afholdt minimum 3 kurser i regi af THE ACADEMY by DHI med deltagelse af ca. 60 aftagere fra de primære målgrupper. Yderligere vil der blive afholdt mindst ét åbent webinar årligt, hvor de nyeste resultater vil blive præsenteret. Derudover planlægges dansk og international publicering (6 pr. år) og dialogforummøder og konferencedeltagelse (4 pr. år) som beskrevet under milepæle. Viden vil desuden blive formidlet gennem undervisning på KU, SDU og DTU, hvor DHI-ansatte bidrager som eksterne undervisere, vejledere og censorer ved Master- og Ph.D.-projekter samt på THE ACADEMY kurser særligt rettet mod forskere. DHI deltager i aftagerpaneler ved på SDU, KU og DTU.
6) Sammenhæng med institut-strategi	De beskrevne udviklinger er centrale for at understøtte den del af DHI's kompasstrategi, der sigter mod at udvide den nuværende førerposition som national og global ekspert i marine vandrelaterede problematikker og som en unik virksomhed, der med tværgående ekspertviden og avancerede modelredskaber kan løse ellers "uløselige" komplekse problemstillinger i vandmiljøet.
7) Milepæle år 1	Udvikling af teknologisk service A. <i>Værktøjer til robuste og præcise miljøvurderinger</i> A.2.1 Værktøj (GIS), der på basis af analyser af miljø- og produktionsoptimerende faktorer og under hensyntagen til andre arealinteresser kan identificere velegnede zoner for havbrug udviklet. Medfinansieret af AQUA-USER. A.3.1 Modelværktøj, der kan forudsige virkningen af afhjælpemetoder (fx flydespærring og skimmer) ved oliespild og under varierende vejrforhold udviklet. A.4.1 Udvikling af modelværktøj til støjmodellering af udvalgte vigtige kilder (pæleboring eller seismiske undersøgelser).

	Inddragelse og videnspredning A. <i>Værktøjer til robuste og præcise miljøvurderinger</i> A.2.1 Workshop med Dansk Akvakultur, Aquacircle og foodnetwork.dk om udvikling af værktøjer og metoder som understøtter bæredygtig vækst indenfor akvakultur erhvervet. F. <i>Formidling</i> F.1 4 artikler i peer-reviewed internationale tidsskrifter F.2 2 danske publikationer om økologi og akvakultur F.3 4 foredrag i Dansk Marinbiologisk Selskab, konferencer, eller universiteter F.4 DHI dialogforum møde F.5 Webinar om akvakultur F.6 1 DHI Academy kursus i økologisk- og ABM modellering
Milepæle år 2	Udvikling af teknologisk service A. <i>Værktøjer til robuste og præcise miljøvurderinger</i> A.4.1 Modelværktøj, der integrerer ABM- og habitatmodellering for udvalgte arter, udviklet. B. <i>Metoder til vurdering af miljøforbedrende tiltag og overvågning</i> B. 2.1 Metode udviklet til en samlet vurdering af de biologiske sammenhænge og bærekapacitet for udvalgte beskyttede arter af havfugle i et netværk af Natura 2000 områder. Medfinansieret af BIO-C3. Inddragelse og videnspredning B. <i>Metoder til vurdering af miljøforbedrende tiltag og overvågning</i> B.1.2 Udvikling af Web-baserede præsentationsmetoder, der med basis i brugerens baggrund og synsvinkel underbygger resultater og letter forståelsen af resultater fra avancerede modeller. F. <i>Formidling</i> F.1 4 artikler i peer-reviewed internationale tidsskrifter F.2 2 danske publikationer om økologi og akvakultur F.3 4 foredrag (fx på Dansk Havforskermøde, universiteter) F.4 DHI dialogforum-møde F.5 Webinar om agent-baseret modellering F.6 1 THE ACADEMY by DHI kursus i kvantitative VVM analyser Andet A. <i>Værktøjer til robuste og præcise miljøvurderinger</i> A.1.1 Feltundersøgelse af biologiens (fx havgræs') evne til at ændre sedimentforhold gennemført. Medfinansieret af Hydralab.
Milepæle år 3	Udvikling af teknologisk service A. <i>Værktøjer til robuste og præcise miljøvurderinger</i> A. 1.1 Nyt modelkompleks, der integrerer sedimenttransport og biologiske processer udviklet. Medfinansieret af Hydralab. A. 2.1 Beslutningsstøtteværktøj, der understøtter en systematisk og transparent miljøgodkendelsesprocedure for havbrug, udviklet. Medfinansieret af TAPAS. A.3.1 Nyt software til dynamisk habitatmodellering for det marine område (MIKE Habitat) udviklet og testet på udvalgte top-prædatorer. B. <i>Metoder til vurdering af miljøforbedrende tiltag og overvågning</i> B.1.1 Model, der vurderer status af søer eller kystvande ved at anvende data fra nye indsamlingsteknikker (f.eks. satellitbilleder, AUV eller Lidar) udviklet. B.1.2 Modelværktøj, der kan vurdere effekter (fx bølgedæmpning, næringsstof og iltodynamik eller biomasseproduktion) af restaurerings- og kompensationsprojekter eller kystbeskyttelse, udviklet. Inddragelse og videnspredning A. <i>Værktøjer til robuste og præcise miljøvurderinger</i> A.2.1 Workshop med Dansk Akvakultur, Aquacircle og foodnetwork.dk om udviklingen af beslutningsstøtteværktøjer F. <i>Formidling</i> F.1 4 artikler i peer-reviewed internationale tidsskrifter

	F.2 2 danske publikationer om økologi og akvakultur F.3 4 foredrag (f.eks. Dansk Marinbiologisk Selskab, universiteter) F.4 DHI dialogforum møde F.5 Webinar om habitatmodellering F.6 1 DHI Academy kursus i økologisk- og ABM modellering
Titel ved præsentation på BedreInnovation.dk	Et godt vandmiljø – udvikling i balance