

Aktivitet	Forskning og udvikling		
Aktivitetsplan (titel):	Vand og vækst: Udnyttelse og beskyttelse af vandressourcer	Aktivitetsplan nr.:	4
Resumé	En omkostningseffektiv og bæredygtig udnyttelse af Danmarks vandressourcer er nødvendig for at sikre og fremme vækst i landbrug, dambrug og industri. Aktivitetsplanen vil udvikle ny teknologi og værktøjer, der kan sikre en ressource-effektiv produktion og vækst samt reducere omkostningerne til beskyttelse af vandressourcen mod overudnyttelse og forurening. Målgruppen for DHI's teknologiudvikling og nye serviceydelser omfatter store og små vandforsyninger, landbrugssektoren, dambrugssektoren, vand- og miljømyndigheder – herunder særligt kommuner, regioner, Naturstyrelsen - rådgivende ingeniørvirksomheder samt en række små og mellemstore innovative virksomheder inden for vandsektoren. Målsætningen er at sikre en omkostningseffektiv beskyttelse og bæredygtig udnyttelse af Danmarks grundvandsressourcer i primær produktion (drikkevand, industri, dambrug og landbrug). DHI har fokus på at skabe øget effektivisering og vækst inden for målgruppen gennem udvikling af nye metoder og beslutningsstøttesystemer. Der er bred opbakning til planens mål blandt de 39 svar fra vandressourcesektoren på Bedreinnovation.dk. Aktivitetsplanen indeholder udviklingen af følgende nye teknologiske services: 1. Nye teknologier til at understøtte langsigtet vandressourceplanlægning 2. Nye metoder og modeludviklinger til by-hydrologi (grønne og befæstede områder, Lokal Afledning af Regnvand (LAR)) i MIKE SHE 3. Ny viden og ydelser vedr. grundvandsmodellering i heterogen geologi 4. Nye modelbaserede metoder til målrettet og differentieret nitratforvaltning 5. Udvidelse af MIKE SHE til geokemisk modellering i grundvand og i udveksling med overfladevand samt økologi 6. Ny viden og værktøjer vedr. usikkerheder og klimaændringer i vandplaner 7. Nye ydelser ved brug af nye (satellit) datakilder i MIKE modeller og i et beslutningsstøttesystem for vandressourceforvaltning 8. Et kundetilpasset MIKE system til grundvandsforvaltning skræddersyet til danske slutbrugere (fx kildepladsstyring) 9. Ny viden og metoder til at indarbejde usikkerhed i grundvandsmodel-baserede prædiktioner og beslutninger. 10. Hurtige og effektive beregningsløsnere for komplekse hydrologiske modeller		
1) Målgruppe og behov	Målgruppen for aktivitetsplanen er vandforsyninger, landbrugssektoren, dambrugssektoren, vand- og miljømyndigheder, rådgivende ingeniørvirksomheder samt en række små og mellemstore innovative virksomheder inden for vandsektoren. Fælles for målgruppen er, at udnyttelse af vandressourcer er vigtig rent økonomisk, enten fordi det påvirker primær produktion (drikkevand, industri, dambrugs- og landbrugsproduktion), eller fordi der er store omkostninger forbundet med at sikre vandressourcer. Den samfundsøkonomiske effekt er dokumenteret af formandskabet for Det Økonomiske Råd, der i 2015 har sat fokus på grundvand og overfladevand samt disses betydning for både den økonomiske vækst og miljøet (<i>Økonomi og Miljø, 2015</i>). Aktiviteterne adresserer væsentlige udfordringer i bæredygtig udnyttelse af vandressourcer og miljø under tre hovedtemaer 1) <i>Bæredygtig udnyttelse af vandressourcer</i>, 2) <i>Samspil mellem vand, miljø og landbrug</i> og 3) <i>Effektive beslutningsprocesser i vandressource- og miljøforvaltningen</i>. DHI's modelleringsteknologi inden for vandressourcer anvendes af samtlige danske rådgivere inden for vandressourcer (Alectia, COWI, EnviDan, GEO, Grontmij, Kruger, NIRAS, Orbicon, Rambøll m.fl.) til deres danske kunder og er meget udbredt internationalt. I 2015 findes der knap 4.000 brugere af DHI's vandressourcemodeller, hvoraf ca. 80 er danske. DHI's hydrologiske model MIKE SHE er desuden		

grundlaget for Danmarks Nationale Vandressourcemodel, der anvendes af myndigheder, kommuner, rådgivere og forskningsinstitutioner. I Danmark betjener DHI 50-60 kunder inden for markedet for vandressourcer, hvoraf ca. 30% er private virksomheder. DHI's teknologi og specialiserede rådgivning gør det muligt for mange af disse direkte kunder at levere vandressourceydelser til en meget større sekundær målgruppe. Denne sekundære målgruppe omfatter mange SMV'er i den primære produktion fra industri, vandforsyning (mere end 2.000 privatejede) og landbrug (mere end 40.000 bedrifter). DHI's kommercielle omsætning på området udgjorde ca. 65 mio. kr. i 2014, heraf ca. 2/3 på det danske marked. Med satsningen på udvikling af nye modelværktøjer og mere brugervenlige beslutningsstøtteværktøjer forventes denne omsætning øget med 20% frem imod 2018.

Bæredygtig udnyttelse af vandressourcer

Danmark er et af verdens førende lande inden for grundvandsforvaltning. Uagtet dette, er nye metoder til at sikre en bæredygtig vandforsyning meget efterspurgt af både *store og små vandforsyningsselskaber* på Bedreinnovation.dk. Værktøjer udviklet til sæsonbestemte klimaprognoser vil kunne bidrage til en bæredygtig og omkostningseffektiv vandforsyning, under hensyntagen til klimaændringer. Ifølge respons på Bedreinnovation.dk er der stort behov for ny teknologi til håndtering af kompleks geologi ift. udpegnings af drikkevandsområder og sårbarhedskortlægning.

I fremtiden skal arealanvendelse i byområder tilpasses til at håndtere de forventede større og mere varierende nedbørsmængder som resultat af klimaforandringer. Befæstede og grønne områder har en kraftig indvirkning på risikoen for oversvømmelser, belastning på kloaksystemer under ekstrem regn samt indvindings- og grundvandsdannende oplande. Muligheden for store miljømæssige og økonomiske gevinster (se INNO+ 2013) har på Bedreinnovation.dk udløst kraftig efterspørgsel fra flere sider, bl.a. *vandforsyninger, NST, kommuner* og deres *rådgivere*, for ny udvikling i MIKE SHE til håndtering af hele det hydrologiske kredsløb for en by.

Samspil mellem vand, miljø og landbrug

Landbrug er et af Danmarks mest værdiskabende erhverv, og ifølge Danmarks Statistik er der ca. 40.000 bedrifter i Danmark – langt de fleste af disse er SMV'er. Miljøregulering af landbrugsproduktion sker med udgangspunkt i EU's Nitratdirektiv og Vandrammedirektiv (VRD). VRD har blandt andet som mål, at samtlige vandløb, søer, fjorde m.v. opnår en god økologisk tilstand. Til dato er dette kun opfyldt for 28% af de danske vandløb. I Danmark implementeres VRD via vandplaner. Ifølge landbruget vil implementeringen af vandplanerne medføre driftstab svarende til 75 mia. kr., herunder driftstab som følge af forsumpning af 500.000 hektar landbrugsjord. Yderligere reduktion af næringsstofudledning vil være dyrt for det danske samfund, så der er et stort økonomisk potentiale i at forbedre metoderne til vurdering af miljøeffekterne af ændret landbrugspraksis. Natur- og Landbrugs-kommissionen har som en af sine centrale anbefalinger, at der skal arbejdes hen imod en langt mere differentieret og målrettet regulering af landbrugsarealer.

DHI's nye metoder og koncepter til stedspecifik behovstyret grundvandsbeskyttelse vil bidrage til den ønskede vidensbaserede regulering af landbrugsarealer (INNO+ 2013), der bedst udnytter lokale forhold og dermed bidrager til forbedret konkurrenceevne for landbruget. Fx. vil der på områder med stor mulighed for at tilbageholde vand være mulighed for øget anvendelse af kvælstofgødning, uden at udvaskningen nødvendigvis øges. Den planlagte nyudvikling i MIKE SHE af effekten af dræn og nye virkemidler, som fx kontrollerede dræn og minivådområder, vil også gøre det muligt for *miljømyndigheder, landbrug* og deres *rådgivere* at kombinere virkemidler med andre forvaltningstiltag, der bedst udnytter lokale forhold. Disse nye metoder er kraftig efterspurgt på Bedreinnovation.dk.

	Vandforsyningen i Danmark er primært baseret på rent grundvand. Der er ca. 2.600 vandværker og vandforsyningsselskaber i Danmark. Ca. 75 af selskaberne er kommunale, mens resten er private og fortrinsvis ejet af forbrugerne, dvs. der er mange små selskaber. De største trusler mod vandforsyningen er for stor tilførsel af næringsstoffer og miljøfarlige stoffer samt for store (ikke bæredygtige) indvindinger. Forurenede industrigrunde, lossepladser og lignende udgør en trussel mod mange vandforsyningsboringer. Der findes mere end 23.000 af denne type punktkilder. <i>De Danske Regioner</i> har estimeret, at det vil koste den danske stat 9,6 mia. kr. over de næste 40 år at eliminere disse forureningskilder. Derfor efterlyses omkostnings-effektive metoder til at sikre grundvandet. Forekomsten af pesticider er ofte årsag til lukning af vandforsyningsboringer. I 2012 blev der f.eks. fundet pesticidaktivstoffer i ca. 42% af de undersøgte boringsindtag. Eksisterende metoder til risiko- og konsekvensvurdering tager sjældent højde for den naturlige geokemiske nedbrydning og overvurderer dermed behovet for oprensning, lukning af boringer etc. med væsentligt øgede og unødvendige omkostninger til følge. DHI vil derfor udvikle forbedrede modelværktøjer og metoder til kortlægning af geokemiske processer i grundvand og i grundvandsbaserede økosystemer. Denne udvikling vil finde anvendelse hos <i>kommuner, vandforsyningsselskaber</i> (og deres rådgivere). Effektive beslutningsprocesser i vandressource- og miljøforvaltningen Modellering af vandressourcer anvendes i stor udstrækning som grundlag for vandplaner og langsigtet planlægning. Jf. responsen på BedreInnovation.dk har alle interessenter – <i>landbruget, vandforsyninger, kommuner, miljømyndigheder og rådgivere</i> - brug for bedre værktøjer, som tager højde for usikkerhed i modellering og relaterer usikkerheden til de risici, omkostninger og konsekvenser, det har for afledte beslutninger. Derfor er kvantificering af modelusikkerhed en væsentlig del af aktivitetsområdet. Ligeledes vil integration af nye observationsdata, modeldata og indikatorer sikre beslutningstagerne det bedst mulige beslutningsgrundlag. Udvikling af skræddersyede forvaltningsværktøjer blev identificeret af DHI's vandressource-dialogforum som havende stort markedspotentiale. Nye værktøjer beregnet på en bedre varetagelse af den daglige drift af kildepladserne er ligeledes efterlyst på Bedreinnovaton.dk, fordi de beslutninger, der træffes nu, vil have konsekvenser 20-30 år frem. Udviklingen inden for dette område skal ske under hensyntagen til - og i tæt samarbejde med - <i>vandselskaberne</i> for at sikre, at udviklingen er målrettet behovet. Numeriske modeller er et udbredt værktøj i Danmark ved forvaltning af vandressourcen og benyttes bl.a. af statslige organisationer som GEUS og NST, af en lang række <i>kommuner</i> og <i>vandforsyninger</i> samt af <i>rådgivere</i> og <i>små og mellemstore virksomheder</i>. Modeller er nyttige værktøjer til at forbinde forskellige datatyper samt skabe et overblik over komplekse problemstillinger. En af barriererne ved brugen af modeller i forvaltningen er kompleksiteten i modellerne samt beregningstiden. Udbredelsen og brugen af modeller kan forøges ved fokus på nye metoder til optimering af beregningen, fx ved brug af grafikkort. Løsninger på dette område efterspørges af hele målgruppen. Vandressourcer er et strategisk område for DHI, men også generelt for Danmark og internationalt. Den samlede omsætning blandt private rådgivere i Danmark inden for vandsektoren anslås til 1.400 mio. kr. årligt, hvoraf 30-50% hidrører fra eksport. Med udgangspunkt i Danmarks førerposition på videnbaseret vandforvaltning og beskyttelse af vandressourcer på det internationale marked fremhæver Uddannelses- og Forskningsministeriet at "<i>en målrettet strategisk forsknings- og innovationsinvestering inden for bæredygtig grundvandsbeskyttelse i forhold til både drikkevand, natur og miljø vil kunne give en platform for at Danmark kan udvikle en global styrkeposition</i>".
--	---

2) Den nye teknologiske serviceydelse	Målsætningen for de nye teknologiske serviceydelser er at: • forbedre den teknologiske service til målgruppen og dermed sikre en mere ressourceeffektiv vandressource- og miljøforvaltning • udvikle ydelser, der ikke udbydes af andre aktører på markedet, og dermed skabe en platform for vækst af målgruppen • udvikle nye teknologiske ydelser, der vil kunne markedsmodnes inden for 1-5 år. A. Bæredygtig udnyttelse af vandressourcer 1. <i>Nye teknologier til at understøtte langsigtet vandressourceplanlægning</i> Vandplanlægning for tidshorisonter på måneder og år er traditionelt blevet gennemført baseret på historiske meteorologiske data. Inden for de senere år er sæsonbestemte klimaprognoser blevet væsentligt forbedret, hvilket muliggør mere pålidelige hydrologiske prognoser og dermed en mere effektiv vandressourceplanlægning. Der ses et behov for langsigtet vandplanlægning til landbruget og vandforsyninger, hvor målet er at sikre en omkostningseffektiv og bæredygtig anvendelse af vandressourcer til trods for klimaændringer og klimavariabilitet (fra år til år). DHI har under EU projektet EUPORIAS indhentet ny viden om klimaprognoser for planlægningshorisonter fra måneder til årtier. Denne viden udnyttes ved etableringen af denne ydelse. Ydelsen omfatter etablering af nye vandplanlægningsmetoder, der indarbejder sæsonbestemte klimaprognoser til adressering af vandknaphed og afvejning af forskellige interesser af relevans for landbrug og vandforsyninger. Der etableres en første prototype i 2015 og et demonstrationsprojekt i 2016, hvorefter de etablerede metoder vil blive inkorporeret i DHI's hydrologiske modeller. Forventet markedsmodning: 2-3 år. 2. <i>Metode- og modeludvikling for grønne og befæstede arealer</i> For klimasikring kan særligt grønne og befæstede områder have en stor, men modsatrettet effekt på oversvømmelser og grundvandsdannelse. Grønne områder kan gennem fordampning, opmagasinering og nedsivning til grundvand reducere oversvømmelser og dermed aflaste kloaknettet samt reducere behovet for øget kapacitet. Der kan opnås en stor økonomisk effekt ved implementering af mere omkostningseffektive klimasikringer, som også tager hensyn til grundvandsbeskyttelse og bæredygtighed af indvinding. Aktiviteterne vil i første omgang blive fokuseret på udvikling af et koncept for, hvorledes beskrivelsen af grønne og befæstede områder kan forbedres i de eksisterende modeller. Det forventes, at der vil være fokus på behovet for en mere fleksibel opløsning samt forbedrede numeriske løsningsmetoder. Værktøjet efterspørges af kommuner, vandforsyninger samt rådgivere, og det forventes at kunne benyttes straks efter udviklingen, hvorfor den forventede markedsmodning er 1-2 år. 3. <i>Udvikling af metoder til opløsning af heterogene geologiske forhold i grundvandsmodeller</i> MIKE SHE modelsystemet er det modelsystem, der typisk anvendes til grundvandskortlægning på Sjælland og Fyn, mens ModFlow er den primære modelkode i Jylland. I begge tilfælde er der begrænsninger ved beskrivelsen af heterogene geologiske forhold. Fleksible mesh grundvandsmodeller vil kunne beskrive grundvandsforholdene under komplekse geologiske forhold og understøtte planlægningen for de boringsnære beskyttelsesområder for kommunerne og deres rådgivere. Vandforsyninger vil få gavn af en bedre beskrivelse af samspillet mellem grundvand, strømning i nærheden af store kildepladser samt grundvandsstrømning i byer i forhold til både indvinding og forurening. Aktiviteterne indebærer både hjemtagning af viden og kompetenceopbygning inden for fleksibel mesh grundvandsmodellering og vurdering af modellernes anvendelse i en relevant dansk grundvandsproblemstilling. Forventet markedsmodning: 1-2 år. B. Samspil mellem vand, miljø og landbrug 1. <i>Modelbaseret nitratforvaltning, som understøtter en målrettet og differentieret</i>
--	---

	<i>regulering af landbrugsarealer</i> En målrettet og differentieret miljøindsats er et ufravigeligt krav i de kommende vandplaner. Dette forudsætter udvikling og evaluering af en ny forvaltningsstrategi, der indbygges i både DHI's vandmodeller og et beslutningsstøtteværktøj. Strategien baseres på et simpelt modelbaseret koncept til effektiv evaluering af forskellige virkemidler med hensyn til reduktionsmål og omkostninger. Dette kan benyttes til etablering af scenarier, der kan evalueres i mere komplekse oplandsmodeller. Metoden udvikles til at levere stedspecifik og behovstyret grundvandsbeskyttelse og sikrer dermed landbrugets konkurrenceevne og produktion, samtidig med at der opnås en bredere samfundsmæssig gevinst ved at kunne sikre vandressourcer. Forventet markedsmodning: 1-2 år. 2. <i>Modellering af geokemi og punktkilde-vandkvalitetsprocesser til risikovurdering</i> Forureningsrisiko for grundvand og grundvandsafhængige økosystemer fra fx pesticider, nitrat og opløsningsmidler er stærkt afhængig af grundvandets geokemi, hvilket kan være meget komplekst omkring industrigrunde og lossepladser. For at forbedre især vurdering af risikoen for punktkilder ift. drikkevandsinteresser indføres geokemisk modellering i MIKE SHE. Ydelsen vil kunne anvendes i forvaltningsstrategier og afværgemetoder af vandforsyninger og deres rådgivere. Forventet markedsmodning: 1-2 år. 3. <i>Ny viden til inddragelse af usikkerhed og klimaændringer i vandplaner</i> I RK perioden 2012-2015 har DHI udviklet et virkemiddelværktøj til beregning af omkostninger, tabsreduktion af næringsstoffer og udledning af drivhusgasser samt effekten af virkemidler i klimatilpasning og afbødning af klimaændringer. En væsentlig forbedring af det nuværende værktøj som beslutningsgrundlag er kvantificering af usikkerhed i den beregnede effekt. Derfor videreudvikles værktøjet til at kunne kvantificere usikkerheden i omkostninger, tabsreduktion, udledning af drivhusgasser og klimatilpasning. Ydelsen skal bruges af kommuner, miljømyndigheder og landbruget i deres planlægning og implementering af vandplaner. Forventet markedsmodning: 1-2 år. C. Effektive beslutningsprocesser i vandressource- og miljøforvaltningen 1. <i>Modelbaserede vandressourceydelse med nye datakilder</i> Ydelser fokuseret på udvikling af DHI's beslutningsstøtteværktøj til en ny generation af modelbaserede vandressourceydelser, der udnytter nye datakilder (fx data fra ESA's Sentinel satellitter eller droner) til optimering af overvågning og vurdering af vandressourcer (sne, jordfugtighed), vandkvalitet og økosystemtilstand. Udviklingen tænkes understøttet af H2020 ansøgningen WATER EYE og et samarbejde med DTU under Smart UAV-projektet. Det vil gøre vores kunder bedre i stand til at udnytte disse nye datakilder med henblik på at forbedre hydrologisk modellering og monitorering. Forventet markedsmodning: 2-4 år. 2. <i>Udvikling af skræddersyede forvaltningsværktøjer i samarbejde med interessenter inden for den danske vandsektor</i> Vandforsyninger står over for en række udfordringer ift. sårbarhedskortlægning af ressourcen, kildepladsstyring og risikovurdering for miljøfarlige stoffer, og der er identificeret et behov for skræddersyede forvaltningsværktøjer til afhjælpning af disse problemstillinger. Denne ydelse indeholder en række aktiviteter startende med afdækning af behov og identificering af relevante problemstillinger gennem en workshop med vandforsyninger. Herefter udvælges en af problemstillingerne og et nyt skræddersyet forvaltningsværktøj udvikles. Forventet markedsmodning: 1-2 år. 3. <i>Usikkerheder i modelprædiktioner og beslutningsgrundlag for grundvandsforvaltning</i> Ved anvendelse af traditionelle metoder, forbliver usikkerheder ved kritiske grundvandsmodelforudsigelser uprøvede, og resultatet er et ufuldstændigt skøn snarere end en kvantitativ vurdering af risikoen. Et nyt paradigme, der tilknytter modelusikkerheder til den forvaltningsmæssige beslutningsproces, vil blive
--	--

	undersøgt. Ligeledes er også en række nye metoder vedr. beslutningsprocessen, fx "null space Monte Carlo" metode, blevet udviklet. Disse metoder vil blive undersøgt og afprøvet. Værktøjer, som tager højde for usikkerhed i modellering og relaterer usikkerheden til de risici, omkostninger og konsekvenser, det har i beslutningsprocessen, vil danne et stærkere beslutningsgrundlag for grundvandsforvaltning i Danmark. Forventet markedsmodning: 1-2 år. 4. <i>Effektiv udnyttelse af modeller gennem optimerede beregningslødere</i> Numeriske modeller benyttes til løsning af en lang række problemstillinger, hvor mængden af information samt en stigende kompleksitet i problemstillingerne medfører, at beregningstiden er en af de kritiske barrierer for en effektiv udnyttelse af modeller i vandforvaltningen. DHI vil evaluere og afprøve forskellige metoder, bl.a. brugen af grafikort (GPU) til optimering af de eksisterende beregningsmetoder. Målsætningen er at kunne servicere målgruppen med modelværktøjer, der har væsentligt reduceret beregningstid ift. de eksisterende løsninger. Forventet markedsmodning: 1-2 år.
3) Aktiviteter	A. Bæredygtig udnyttelse af vandressourcer 1. <i>Nye teknologier til at understøtte langsigtet vandressourceplanlægning</i> Et demonstrationssystem færdiggøres i 2016 som EUPORIAS projektleverance sammen med en evaluering af usikkerheden i vandplanlægningsprognoser. Demonstrationssystemet vil inkludere nye metoder til at adressere vandknapshed og afvejning af forskellige interesser, herunder indikatorer til vandefterspørgsel og miljøsårbarhed. Efterfølgende vil den vigtige sæsonmæssige effekt af sneakkumulering og snesmeltning blive indbygget i vores hydrologiske modeller. 2. <i>Metode- og modeludvikling for grønne og befæstede arealer</i> Metodeudvikling foretages i samarbejde med interessenter (HOFOR, NST og rådgivere). Nye metoder for beregning af nedsivning, afstrømning og oversvømmelse ved grønne og befæstede arealer samt LAR løsninger vil blive udviklet i MIKE SHE. Ny viden vedr. effekterne på oversvømmelser, grundvandsdannelse og klimatilpasning skabes via en dansk case sammen med området "Effektiv urban vandinfrastruktur". 3. <i>Udvikling af metoder til opløsning af heterogene geologiske forhold i grundvandsmodeller</i> Aktiviteterne består af videnhjemtagning og kompetenceopbygning inden for fleksibel mesh grundvandsmodellering og derefter anvendelse og evaluering af modellerne på en række danske grundvandsproblemstillinger. Anvendelsen vil fokusere enten på strømning i nærheden af store kildepladser eller simulering i kompleks geologi (fx begravede ådale). B. Samspil mellem vand, miljø og landbrug 1. <i>Modelbaseret nitratforvaltning, som understøtter en målrettet og differentieret regulering af landbrugsarealer</i> Hovedaktiviteterne består af 1) udvikling af en ny modelbaseret metode til kortlægning af kvælstofreduktion; 2) forbedret beskrivelse af effekten af især nye virkemidler; 3) et beslutningsstøtteværktøj til at definere virkemiddelscenarier i MIKE SHE og 4) anvendelse på et dansk opland. 2. <i>Modellering af geokemisk og punktkilde-vandkvalitetsprocesser til risikovurdering</i> Udviklingsaktiviteterne består af en integration af geokemisk modellering (PHREEQC) i MIKE SHE samt ny procesmodellering af pesticider og opløsningsmidler i EcoLAB, som inkluderer geokemi. Derefter vil disse nyudviklinger blive afprøvet på en dansk case. 3. <i>Ny viden til inddragelse af usikkerhed og klimaændring i vandplaner</i> I virkemiddelværktøjet udvikles en beregningsmetode til at estimere usikkerheden i omkostninger, tabsreduktion, udledning af drivhusgasser og klimatilpasning. Konsekvenserne for vandplaner vurderes på et dansk opland.

	C. Effektive beslutningsprocesser i vandressource- og miljøforvaltningen <i>Modelbaserede vandressourceydelser med nye datakilder</i> Udvikling af DHI's beslutningsstøtteværktøj til en ny generation af modelbaserede vandressourceydelser, der udnytter nye datakilder (fx ESA's Sentinel satellitter og ubemandede luftfartøjer). En prototype på ydelsen udvikles og gøres operationel, såfremt finansiering fra H2020-projekt WATER EYE finder sted som forventet. Anvendelse af data fra droner til vandressourcemodellering og monitorering foretages i samarbejde med DTU. <i>Udvikling af skræddersyede forvaltningsværktøjer i samarbejde med interessenter inden for den danske vandsektor</i> Katalog, der optegner brugerbehov og prioritering for beslutningsstøttesystemer inden for kildepladsstyring, sårbarhedskortlægning, risikovurdering af forurenende stoffer, værdiansættelse af økosystemer m.fl., foretages i samarbejde med interessenter. Ud fra behovsanalysen vil et operationelt beslutningsstøttesystem for grundvandsforvaltning blive udviklet for en af problemstillingerne. <i>Usikkerhed i modelprædiktioner og beslutningsgrundlag for grundvandsforvaltning</i> Aktiviteterne består af videnhjemtagning og kompetenceopbygning vedrørende en række nye metoder til beregning af usikkerheder af grundvandsmodelprædiktioner samt nye tilgange til brug af modeller som beslutningsgrundlag. Derefter vil udvalgte metoder blive implementeret og afprøvet på relevante danske cases. <i>Effektiv udnyttelse af modeller gennem optimerede beregningsløser</i> Anvendelse af grafik kort (GPU) og multi-core løsning implementeret i MIKE SHE/MIKE 1D's overfladestrømningsprocesmoduler. Størrelsen af og fordele ved hastighedsforøgelse evalueres og publiceres for danske oplande.
4) Viden-samarbejde og -hjemtagning	Samarbejdet med de danske forskningsinstitutter består af et generelt samarbejde til evaluering af DHI's nyudviklinger og forskningsresultater samt fælles M.Sc. og Ph.D.-studerende og inddragelse i de foreslåede aktiviteter. Der samarbejdes med DTU og Aarhus Universitet vedrørende både usikkerheder i grundvandsmodellering, fleksibel mesh modellering og modellering af økologiske og geokemiske processer. Der er også planlagt samarbejde med bl.a. Aarhus Universitet (tidligere DMU) og SEGES (tidligere Videncenter for Landbrug) vedr. nitrat, landbrug og virkemidler. Gennem nøglepartnere University of Duisburg-Essen og Ecologic Institute fra EU FP7-projektet DESSIN (2014-17) er DHI i stand til at tilegne sig ny viden om måling og værdiansættelse af økosystemtjenester i vandsektoren. Som partner i EU FP7-projektet EUPORIAS (2012-16) har DHI desuden direkte adgang til de nyeste viden vedr. sæsonbestemte klimaprognoser. Til hjemtagning af ny viden inden for estimering af usikkerhed i modellering af grundvand og beslutningstagning vil der blive etableret nye samarbejdsprojekter med en eller flere førende forskere inden for området (bl.a. Prof. John. Doherty, Flinders University, Australia).
5) Inddragelse og videnspredning	Der vil blive udarbejdet kurser og seminarer for interessenter (vandforsyninger, kommuner, landbrug, miljømyndigheder, rådgivende virksomheder, universiteter og forskningsinstitutter) inden for aktivitetsplanens forskellige delaktiviteter under THE ACADEMY by DHI. Der forventes afholdt i alt 6 kurser/seminarer i 2016-18 med mindst 10 deltagere. Mindst 2 arrangeres i samarbejde med danske universiteter (RUC og DTU). DHI har etableret et vandressource-dialogforum bestående af 6 medlemmer, der repræsenterer vandselskaber, miljømyndigheder, rådgivende virksomheder, universiteter og forskningsinstitutter. Disse medlemmer har bidraget til dialogen på Bedreinnovation.dk og forventes fortsat at mødes en gang om året til præsentation og diskussion af aktiviteter og udviklingsbehov. Væsentlige dele af de nye teknologiudviklinger vil desuden blive stillet til rådighed gennem DHI's MIKE modelleringssoftware, som er en meget effektiv metode til spredning af aktivitetsplanens resultater. DHI's software nyhedsbrev udsendes en gang om måneden til ca. 750 modtagere i Danmark og mere end 6.500 globalt. Formidlingsindsatsen understøttes yderligere af indlæg i Teknologiportalen,

	fagblade, videnskabelige artikler og conferenceartikler samt præsentationer på konferencer og workshops. Dette vil inkludere temamøder, formidling under Innovationsnetværker for Miljøteknologi og Klimatilpasning. I resultatkontraktperioden forventes min. 15 indlæg ved danske konferencer/ fagtidsskrifter samt min. 9 peer-reviewed artikler i videnskabelige tidsskrifter. Under "<i>Effektive beslutningsprocesser i vandressource- og miljøforvaltningen</i>" vil vandforsyningerne (HOFOR, VandCenter Syd, m.fl.) blive inddraget i formuleringen af behov for mulige beslutningsstøttesystemer til brug i grundvandsforvaltningen samt prototypeudvikling. Vandforsyningen Aarhus Vand bruges som demonstrationscase under FP7-projektet DESSIN. Under "<i>Samspil mellem vand, miljø og landbrug</i>" vil SEGES blive inddraget i formulering og formidling af de nye værktøjer og viden vedr. målrettet regulering af landbrugsarealer.
6) Sammenhæng med institut-strategi	Danmark et foregangsland inden for videnbaseret vandforvaltning og beskyttelse af vandressourcer samt miljøteknologi. DHI er en væsentlig bidragsyder til at sikre denne førerposition. DHI har en unik position som teknologiformidler, software-udvikler og specialistrådgiver for både offentlige institutioner og private virksomheder, og DHI's erklærede mål er at udbygge vores førerposition inden for vandressourceløsninger. I tråd med DHI's udviklingsstrategi sigter de fleste af de foreslåede forsknings- og udviklingsaktiviteter mod at indlejre ny viden i vores MIKE Powered by DHI modellerings- og beslutningsstøttesoftware. En central del af DHI's vækststrategi er udvikling af nye markeder, og målgruppens specifikke beslutningsstøttesystemer skal indgå som en del af DHI's kerneforretning. Siden 2009 har denne indsats udmøntet sig i 366 brugere af <i>kundetilpassede MIKE</i> systemer, heraf 19 i Danmark. For at skabe yderligere vækst vil DHI gøre modelbaseret beslutning nemmere, hurtigere og mere brugervenlig.
7) Milepæle år 1	Vidensamarbejde, - hjemtagning og kompetenceopbygning A. <i>Bæredygtig udnyttelse af vandressourcer</i> A.1.1 Ny viden vedr. usikkerheden og pålideligheden af nyeste sæsonbestemte klimaprognoser for vandresourceforvaltning publiceret. Udvikling af teknologisk service A. <i>Bæredygtig udnyttelse af vandressourcer</i> A.1.2 Et operationelt "seasonal-to-decadal" beslutningsstøttesystem for vandsektoren leveret og klart til evt. anvendelse i DHI's kommercielle projekter (delvist finansieret af EUPORIAS) A.2.1 Modelleringskoncept til grønne og befæstede arealer samt LAR-løsninger til MIKE SHE udviklet med interessenter og beskrevet i en design rapport B. <i>Samspil mellem vand, miljø og landbrug</i> B.1.1 En ny modelbaseret metode til kortlægning af kvælstofretentionen udviklet. B.3.1 Katalog udviklet, der kvantificer usikkerheden i tabsreduktion af næringsstoffer, omkostning og udledning af drivhusgasser for forskellige virkemidler C. <i>Effektive beslutningsprocesser i vandressource- og miljøforvaltning</i> C.2.2 En formaliseret metode til måling og værdiansættelse af ændringer i økosystemtjenester udviklet og afrapporteret (delvist finansieret af DESSIN) Inddragelse og videnspredning C. <i>Effektive beslutningsprocesser i vandressource- og miljøforvaltning</i> C.2.1 Behovsanalyserapport for beslutningsstøttesystemer til grundvandsforvaltning udviklet i samarbejde med interessenter (HOFOR, VandCenter Syd m.fl.) F. <i>Formidling</i> F.1 6 videnskabelige artikler, heraf 3 peer-reviewed publiceret F.2 3 nyhedsbreve på Teknologiportalen og DHI hjemmesider F.3 Seminar vedr. by-hydrologi i MIKE SHE. Målgruppe: vandselskaber, rådgiver, offentlig myndigheder (min. 10 deltagere) F.4 Seminar vedr. beslutningsstøttesystemer for grundvand. Målgruppe: rådgivere, vandselskaber, forskningsinstitutioner og kommuner (min. 10 deltagere). F.5 5 indlæg i danske fagtidsskrifter/på fagtekniske møder F.6 DHI dialog forum møde

Milepæle år 2	Vidensamarbejde, - hjemtagning og kompetenceopbygning <i>A. Bæredygtig udnyttelse af vandressourcer</i> A.3.1 Ny viden vedr. anvendelse af fleksible mesh modeller til beregning af strømning og stoftransport i kompleks geologi indsamlet og afrapporteret <i>C. Effektive beslutningsprocesser i vandressource- og miljøforvaltning</i> C.3.1 Nye viden vedr. metoder til kvantificering af usikkerhed forbundet med modelprædiktioner og grundvandsforvaltning formuleret som guideline. Udvikling af teknologisk service <i>A. Bæredygtig udvikling af vandressourcer</i> A.2.1 Nye metoder for grønne og befæstede arealer og LAR udviklet i MIKE SHE <i>B. Samspil mellem vand, miljø og landbrug</i> B.1.1 Nyt beslutningsstøtteværktøj vedr. nitrat udviklet, hvor en række potentielle virkemiddelscenarier er identificeret og overført til en modelbaseret vurdering af tiltag, som bedst udnytter lokale forhold ved brug af MIKE SHE simulering B.1.2 2 nye virkemidler implementeret i MIKE SHE B.2.1 Integration af geokemisk speciationssoftware (PHREEQC) i grundvandskomponenten af MIKE SHE udviklet. B.3.1 Usikkerhedsanalyser af tabsreduktionen af næringsstoffer, omkostning og udledning af drivhusgasser udført og rapporteret for et dansk opland <i>C. Effektive beslutningsprocesser i vandressource- og miljøforvaltning</i> C.1.1 Designdokument for en kommerciel platform, der leverer vandressourceforvaltningsydelser baseret på satellitdata. C.2.1 Metoder til måling og værdiansættelse i økosystemtjenester implementeret i MIKE CUSTOMISED og anvendt sammen med Aarhus Vand (delvist finansieret af DESSIN) C.2.2 Prototype af beslutningsstøttesystem til grundvandsforvaltning for en af de udvalgte problemstillinger udviklet C.4.1 Grafikkort (GPU) og multi-core løsninger til overfladestrømning i MIKE SHE/MIKE 1D udviklet Inddragelse og videnspredning <i>F. Formidling</i> F.1 6 videnskabelige artikler, heraf 3 peer-reviewed publiceret F.2 3 nyhedsbreve på Teknologiportalen og DHI hjemmesider F.3 Seminar vedr. nye datakilder og jordobservation. Målgruppe: offentlige institutioner, forskningsinstitutioner, rådgivere (min. 10 deltagere) F.4 Kursus vedr. VRD og nitrat-forvaltning. Målgrupper: offentlige myndigheder, landbrug og deres rådgivere, forskningsinstitutioner (min 10. deltagere) F.5 5 indlæg i danske fagtidsskrifter/på fagtekniske møder F.6 DHI dialogforum-møde
Milepæle år 3	Udvikling af teknologisk service <i>A. Bæredygtig udvikling af vandressourcer</i> A.1.1 Opdateringsmetode for sne ved brug af snedybdemålinger i MIKE 1D/NAM udviklet og effekten på sæsonbestemt vandforvaltning afprøvet. A.3.1 Anvendelse af fleksibel mesh beregning på et dansk grundvandsopland med enten heterogen geologi (f.eks. begravede ådale) eller en storkildeplads udført og afrapporteret. <i>B. Samspil mellem vand, miljø og landbrug</i> B.1.1 Nyt beslutningsstøtteværktøj vedr. nitrat afprøvet på et dansk opland, fx Odense Å, og resultaterne publiceret. B.2.1 Geokemisk modellering af grundvandskvalitet med MIKE SHE, anvendt på en dansk case og afrapporteret. <i>C. Effektive beslutningsprocesser i vandressource- og miljøforvaltning</i> C.1.1 Prototype af ny vandressourceforvaltningsydelse med satellitdata udviklet C.2.1 Tilpasning af prototype af beslutningsstøttesystem til grundvandsforvaltning i samarbejde med slutbrugerne og resultaterne publiceret

	C.3.1 Nye metoder for kvantificering af usikkerhed af grundvandsmodelbaserede beslutninger udviklet og afprøvet på en dansk case C.4.1 Grafikkort (GPU) og multi-core løsninger til overfladestrømning i MIKE SHE/MIKE 1D afprøvet og publiceret Inddragelse og videnspredning <i>F. Formidling</i> F.1 6 videnskabelige artikler, heraf 3 peer-reviewed publiceret F.2 3 nyhedsbreve på Teknologiportalen og DHI hjemmesider F.3 Seminar vedr. modelbaseret usikkerhed og beslutninger i grundvand. Målgruppe: Vandselskaber, forskningsinstitutioner, rådgivere (10 deltagere) F.4 Kursus vedr. optimerede beregninger i MIKE. Målgrupper: rådgivere, vandselskaber, kommuner, forskningsinstitutioner (10 deltagere) F.5 5 indlæg i danske fagtidsskrifter/på fagtekniske møder F.6 DHI dialogforum-møde
Titel ved præsentation på BedreInnovation.dk	Vandressourcer: Benyttelse og beskyttelse for vækst