

<b>Aktivitet</b>	Forskning og udvikling		
<b>Aktivitetsplan (titel):</b>	<b>Klimatilpasning</b>	<b>Aktivitetsplan nr.:</b>	<b>8</b>
<b>Resumé</b>	<p>Aktivitetsplanen adresserer behov for etablering af nye, intelligente løsninger til håndtering af vand i realtid, der kan minimere de negative konsekvenser af ekstreme vejrhændelser. Desuden adresseres behov for online monitoring og overvågning af vandsystemer og vandmiljø, der mere effektivt udnytter eksisterende data og inkluderer nye datakilder.</p> <p>Der udvikles nye softwareprodukter og teknologiske serviceydelser til etablering af operationelle systemer til online monitoring af vandsystemer og vandmiljø, varsling af ekstreme vejrhændelser, der kan forårsage oversvømmelser, og effektiv styring af vandinfrastruktur til minimering af overløb fra spildevandssystemer og reduktion af skader fra oversvømmelser. Desuden vil der blive udviklet nye produkter og serviceydelser til operationel risikoanalyse og beslutningsstøtte under usikkerheder, herunder usikkerheder relateret til fremtidige klimaændringer.</p> <p>Aktivitetsplanen går på tværs af DHI's forretningsområder og indeholder udvikling af en fælles teknologiramme, der vil blive integreret i DHI's operationelle softwareplatform. Denne teknologiramme og softwareplatform vil blive benyttet til udvikling af skræddersyede produkter og teknologiske serviceydelser inden for de forskellige kompetenceområder: Vand i byer, Kyster og hav, Marin infrastruktur samt Vandressourcer og vandmiljø.</p> <p>De primære målgrupper er vand- og forsyningsselskaber, vandbygningssektoren, rådgivende ingeniørfirmaer, miljøkonsulenter, kommuner og andre offentlige myndigheder. Den udviklede teknologi vil være central for fremtidig håndtering af vandsystemer og optimering af investeringer i klimatilpasning i Danmark. Der forventes også et meget stort markedspotentiale på internationalt plan.</p>		
<b>1) Målgruppe og behov</b>	<p><b>Målgruppe</b> Denne aktivitetsplan omhandler udvikling af nye værdiskabende produkter og serviceydelser, der kombinerer klimadata med DHI's modellerings- og analyseværktøjer, og er rettet mod flere forskellige kundesegmenter inden for vand- og miljøsektoren. De primære målgrupper er vand- og forsyningsselskaber, vandbygningssektoren, rådgivende ingeniørfirmaer, miljøkonsulenter, kommuner og andre offentlige myndigheder. Det forventes, at i alt ca. 250 aktører vil være direkte efterspørgere af de udviklede teknologiske serviceydelser inden for en 5-årig periode. Aktivitetsplanen skaber desuden vækstmuligheder for danske leverandører af monitoringsudstyr, styrbare komponenter til vandinfrastruktur, mm.</p> <p><b>Rationale</b> Vi har i Danmark i de seneste år set eksempler på skybrud og stormfloder, som har forårsaget voldsomme oversvømmelser med milliardomkostninger til følge. Der er et stort behov for etablering af nye serviceydelser til primært vand- og forsyningsselskaber, kommuner og deres rådgivere, der kan minimere de negative konsekvenser af ekstreme vejrhændelser. Disse negative konsekvenser forventes at tiltage yderligere i fremtiden som følge af klimaændringer. De danske kommuner har i løbet af de sidste 2 år foretaget en risikokortlægning af oversvømmelser, som skal danne grundlag for planlægning og prioritering af klimatilpasningsløsninger i de kommende år. Implementering af klimatilpasning vil betyde store investeringer i ny infrastruktur. Fx forventer København at skulle investere 20 mia. kr i beskyttelse mod klimaændringer i de kommende år, og andre danske byer må påregne investeringer i samme (relative) størrelsesorden. Disse investeringer kan reduceres markant, hvis de kombineres med intelligente løsninger til håndtering af vand, som</p>		

udvikles under denne aktivitetsplan. Ved ekstreme regnhændelser kan man i realtid styre regn- og spildevandsstrømme i byerne, så kapaciteten af afløbssystemet udnyttes maksimalt, således at overløb af urensset spildevand direkte til recipienter minimeres, og man kan lede vandet hen, hvor det gør mindst skade. Effektiviteten af sådanne styringssystemer afhænger af kvaliteten af prognoser for ekstreme vejrhændelser. Der forventes derfor et stort behov for etablering af lokale prognoser for oversvømmelser forårsaget af ekstreme nedbørshændelser og stormfloder til vand- og forsyningsselskaber og kommuner.

Monitering og forudsigelse af effekterne af ekstreme vejrhændelser og klimavariationer er centrale for en række aktiviteter såsom online monitering af vand-systemer, overvågning af tilstanden af vandmiljøet og tilhørende vandforvaltning, varsling af ekstreme hændelser og design af infrastruktur. Ved at kombinere computermodeller med observationsdata fra forskellige kilder (fx in-situ sensorer og satellitbaserede jordobservationer) kan man reducere usikkerheden på estimering af tilstanden af vandsystemet/vandmiljøet. I Danmark investeres årligt ca. 250 mio. kr til det nationale natur- og miljøovervågningsprogram NOVANA. Der er identificeret et stort behov i landets kommuner for en evidensbaseret miljøovervågning, der bedre udnytter data fra de eksisterende måleprogrammer og inkluderer nye datakilder. Ved mere intelligent brug og kombination af data og computermodeller, som udvikles under denne aktivitetsplan, vil der kunne opnås en effektivisering af miljøovervågningen og en forbedring af vandforvaltningen i de danske kommuner.

Det overordnede mål med denne aktivitetsplan er at udvikle nye integrerede IT-løsninger og teknologisk service til etablering af operationelle systemer til online monitering, varsling og styring af vandinfrastruktur. Desuden udvikles metoder til risikoanalyse og beslutningsstøtte under usikkerheder, herunder usikkerheder relateret til fremtidige klimaændringer. De udviklede IT-værktøjer vil blive implementeret i DHI's software og danne grundlag for skræddersyede løsninger tilpasset de individuelle behov hos den enkelte kunde.

Aktivitetsplanen adresserer de samfundsudfordringer og vækstmuligheder, der prioriteres i Inno+ kataloget<sup>1</sup> omkring ”Klimatilpasning i byer – globale løsninger til klimarobuste og bæredygtige byer”. Her anslås det, at implementering af intelligente klimatilpasningsløsninger i Danmark har potentiale til besparelse på omkring 25-30%, hvis samme effekt skal opnås som ved tilpasning af byernes afløbssystemer med traditionelle løsninger med større rør og bassiner til forøgelse af kapaciteten. Den potentielle målgruppe er samtlige vand- og forsyningsselskaber og kommuner i Danmark og deres leverandører. Det anslås, at der vil blive installeret 10 operationelle systemer inden for en 5-årig periode med en værdi på omkring 200 mio. kr til danske rådgivere og leverandører af moniteringsudstyr og styrbare komponenter til afløbssystemer.

I Vandvision 2015<sup>2</sup> fremhæves klimatilpasning som et fokusområde med en vision om at udvikle Danmark til en international førerposition inden for intelligente klimatilpasningsløsninger. Aktivitetsplanen understøtter denne vision, og der forventes et stort markedspotentiale for de udviklede teknologiske serviceydelser på internationalt plan for den danske rådgivningsbranche.

I EU's Research and Innovation Roadmap for Climate Services<sup>3</sup> beskrives en køreplan for udvikling af klimarelaterede services. Det fremhæves, at der er et stort potentielt marked for udvikling af produkter og serviceydelser, der kombinerer

<sup>1</sup> <http://ufm.dk/publikationer/2013/inno-det-innovative-danmark>

<sup>2</sup> <http://mim.dk/arbejdsomraader/jord-luft-og-vand/vandvision-2015/>

<sup>3</sup> <http://www.gfcs-climate.org/node/687>

	<p>klimadata med andre data til værdiskabende information for beslutningstagere i relation til klimatilpasning. Som grundlag for opbygning af et sådant marked udvikles Copernicus Climate Change Service, som vil give fri og åben adgang til forskellige klimadata og -produkter (fx historiske tidsserier af meteorologiske variable, realtidsmålinger, sæsonprognoser og klimaprojektioner). Denne service vil gradvist blive opbygget og vil være fuldt operationel i 2018. Den foreslåede udvikling under denne aktivitetsplan vil udgøre et vigtigt fundament til udnyttelse af Copernicus Climate Change Service.</p> <p>På BedreInnovation fremhæves i flere indlæg fra videninstitutioner (DTU, AAU, GEUS og DMI) og rådgivende ingeniørfirmaer (COWI, Rambøll og ALECTIA), at forskning og udvikling omkring overvågning, varsling og styring er central i den fremtidige håndtering af vandsystemer. Desuden fremhæves potentialet i de foreslåede aktiviteter til skabelse af arbejdspladser og eksport i Danmark (IDA). Brug af droner til overvågning, som foreslået af COWI, vil blive inddraget og undersøgt nærmere som en del af aktivitetsplanen.</p>
<p><b>2) Den nye teknologiske serviceydelse</b></p>	<p>Adgangen til on-line data fra forskellige datakilder er vokset betragteligt i de senere år, og sammen med forbedrede og mere effektive simuleringsmodeller giver det basis for udvikling af nye serviceydelser inden for online systemer til monitoring, varsling og styring af vandinfrastruktur, som ikke eksisterer på markedet i dag. Med DHI's ekspertise inden for udvikling af hydrologiske, hydrodynamiske og økologiske simuleringsmodeller og monitoring med in-situ og satellitbaserede sensorer giver det et unikt potentiale for udvikling af ny teknologisk service og kompetencer inden for online systemer, der ellers ikke vil blive udviklet og udbudt af det private rådgivermarked. Den foreslåede aktivitetsplan går "beyond state-of-the-art" inden for dette område - også internationalt set.</p> <p>I aktivitetsplanen "Klimatilpasning" i den nuværende resultatkontrakt er der fokuseret på udvikling af analyse- og planlægningsværktøjer til klimatilpasning. I den nye resultatkontraktperiode vil der blive fokuseret på udvikling af produkter og serviceydelser i relation til online systemer og intelligente realtidsværktøjer, der understøtter og danner grundlag for en mere kost-effektiv og helhedsorienteret klimatilpasning.</p> <p>Der udvikles nye produkter og serviceydelser inden for flere af DHI's kompetenceområder: Vand i byer, Kyster og hav, Marin infrastruktur, Vandressourcer og Vandmiljø. Aktivitetsplanen indeholder udvikling af en fælles teknologiramme, der benyttes som basis for udvikling af skræddersyede produkter og teknologiske serviceydelser inden for de forskellige kompetenceområder.</p> <p>Aktivitetsplanen er opdelt i fire hovedaktiviteter:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>A. Online monitoring og data-assimilering</li> <li>B. Prognose- og varslingssystemer</li> <li>C. Styring af vandinfrastruktur</li> <li>D. Beslutningsstøtte under usikkerhed</li> </ul> <p>Der er en efterspørgsel i markedet efter nogle af de nye serviceydelser, bl.a. inden for online monitoring og styring af afløbssystemer. Potentialet for efterspørgslen efter de nye serviceydelser vurderes generelt at være stort. Der forventes en tidshorisont for markedsmodningen på 3-5 år, afhængigt af serviceydelsen.</p> <p><b>A. Online monitoring og data-assimilering</b>          Nye IT-værktøjer integreret i DHI's hydrologiske, hydrodynamiske og økologiske modelsystemer, der kombinerer data fra forskellige kilder med computermodeller (benævnt data-assimilering). De udviklede værktøjer vil danne grundlag for kosteffektivisering og forbedring af services inden for online monitoring af</p>

	<p>afløbssystemer, åer og vandløb samt overvågning af vandmiljøet. Data-assimilering er også et centralt element til etablering af konsistente høj kvalitetsdata til design af infrastruktur.</p> <p><b>B. Prognose- og varslingsystemer</b>  Nye IT-baserede løsninger til etablering af prognose- og varslingsystemer for ekstreme vejrhendelser, der giver detaljerede prognoser på lokal skala (ned til gadeniveau i byer) for regnvands- og stormflodsbetingede oversvømmelser. De udviklede IT-løsninger vil danne grundlag for markant forbedrede lokale prognoser sammenlignet med de landsdækkende vejr- og stormflodsprognoser, der er tilgængelige i dag. Det vil give en mere målrettet varsling, hvor borgere, virksomheder og beredskab kan adviseres i tide med henblik på at beskytte liv og værdier. Systemet vil kvantificere usikkerheden på prognoserne og muliggøre risikoanalyser i realtid, der vil danne grundlag for en mere effektiv styring af vandinfrastruktur.</p> <p><b>C. Styring af vandinfrastruktur</b>  IT-teknologier til realtidsstyring af vandinfrastruktur for håndtering af regn- og spildevand i byerne, baseret på nye effektive on-line simuleringsmodeller koblet med optimeringsrutiner. Sammenlignet med den eksisterende teknologi, der beror på forsimplede online modeller og/eller regelbaseret styring, vil de udviklede IT-teknologier danne grundlag for en forbedret styring til minimering af overløb af spildevand til recipienter samt minimering af skader som følge af oversvømmelser. En vigtig komponent i systemet er kvantificering af usikkerheden af prognoser for regn og evt. belastninger fra åer, vandløb og havet, som vil muliggøre valg af optimale løsninger - selv i situationer med usikker viden om regn og øvrige belastninger.</p> <p><b>D. Beslutningsstøtte under usikkerhed</b>  Nye metoder til kvantificering af usikkerheder i modelbaserede studier. De udviklede metoder vil blive implementeret i DHI's software og danne grundlag for udvikling af næste generation af simuleringsmodeller, som ikke blot giver en modelforudsigelse, men også et estimat af den tilhørende usikkerhed. Kvantificering af de underliggende usikkerheder er essentiel for en effektiv beslutningstagning. Operationelle beslutningsstøtteværktøjer, der håndterer disse usikkerheder og giver robuste løsninger - selv under store usikkerheder - vil blive udviklet.</p>
<p><b>3) Aktiviteter</b></p>	<p><b>A. Online monitoring og data-assimilering</b>  Delaktiviteten vil inkludere udvikling af metoder til assimilering af observationsdata i hydrologiske, hydrodynamiske og økologiske modeller. De udviklede værktøjer vil kombinere observationer fra in-situ målestationer, satellitbaserede jordobservationer og målekampagner (fx ved brug af droner). Herunder vil der blive udviklet metoder til optimering af in-situ sensornetværk i kombination med øvrige datakilder til kosteffektivisering af online monitoring af vandsystemer og overvågning af vandmiljøet.</p> <p>I den nuværende resultatkontrakt er der udviklet et generisk data-assimilering framework, der er blevet anvendt til data-assimilering i DHI's hydrologiske modelsystem, MIKE SHE. Aktiviteten vil udvikle og implementere nye data-assimileringsværktøjer, som vil blive anvendt til data-assimilering i andre DHI modeller til modellering af afløbssystemer, oversvømmelser, havvandstand, bølger og økologiske systemer. Der vil blive udviklet metoder til assimilering af nye typer af satellitdata (fx jordfugtighed, oversvømmet areal, bølgehøjder og klorofyl-koncentration).</p> <p><b>B. Prognose- og varslingsystemer</b>  Delaktiviteten vil inkludere udvikling af online modeller for etablering af lokale prognoser, der integrerer hydrologiske og hydrodynamiske modeller med</p>

	<p>vejrprognoser, stormflodsprognoser og prognoser for oplandsafstrømning. Herunder vil der blive udviklet interfaces til eksisterende prognosesystemer (fx DMI's vejr- og stormflodsprognoser). Aktiviteten vil udvikle metoder til forbedring af nedbørsprognoser til urbane afstrømnings- og oversvømmelsesmodeller, der kombinerer målinger fra nedbørstationer og målinger og korttidsprognoser fra vejrradar. Desuden vil der blive udviklet en metodik til kobling af lokale modeller for oversvømmelser fra havet (inkl. modellering af bølger og bølgeoverskyl) med operationelle varslingsmodeller på regional skala. Som en del af prognosesystemet vil der blive udviklet metoder til online beregninger af effekten af forskellige oversvømmelsesforanstaltninger, fx brug af sandsække og ændringer af slusekontrol. Endelig vil der blive udviklet metoder til kvantificering af usikkerheder på prognoserne.</p> <p>I den nuværende resultatkontrakt er der udviklet et prognosesystem, som er implementeret i DHI's operationelle IT-system, MIKE OPERATIONS, med generelle interfaces, der kan udnytte prognoser fra vejrmodeller og vejrradar. Dette system vil blive udviklet med etablering af nye interfaces til stormflodsprognoser og en kombination af nedbørsmålinger og –prognoser. Forskellige metoder til kvantificering af usikkerheder på prognoser er undersøgt under den nuværende resultatkontrakt. Der vil blive foretaget yderligere optimering af disse metoder ved brug af nye statistiske værktøjer og modelleringsteknikker (surrogatmodellering).</p> <p><b>C. Styring af vandinfrastruktur</b></p> <p>Delaktiviteten vil inkludere udvikling af online styringssystem baseret på model prediktiv styring, der udnytter prognoser for nedbør og andre belastninger til bestemmelse af optimal styring af afløbssystemer. Metoden baseres på brug af effektive simuleringsmodeller (surrogatmodeller), der udledes fra eksisterende modeller. Til dette udvikles metoder til automatisk generering, kalibrering og løbende adaptering af surrogatmodellen. Specielt vil der blive fokuseret på udvikling af optimeringsmetoder, der inkluderer usikkerheden på prognoser af nedbør og evt. belastninger fra åer, vandløb og havet (udviklet under delaktiviteten '<i>Prognose- og varslingsystemer</i>'), således at der opnås en robust styringsstrategi til minimering af overløb af urensset spildevand og reduktion af skader fra oversvømmelser.</p> <p>I den nuværende resultatkontrakt er der påbegyndt udvikling af et modelbaseret styringsframework. Denne aktivitet er inkluderet i 2015 med revideret milepæl: ”Prototype demonstration af styring af afløbssystem ved brug af modelbaseret styringsteknologi”. Den nye aktivitetsplan vil bygge videre på denne udvikling og færdigudvikle prototypen. Det udviklede modelbaserede styringsframework vil blive implementeret i DHI's operationelle IT-system, MIKE OPERATIONS, og integreret med online monitoring, data-assimilering og prognosesystem udviklet under delaktiviteterne '<i>On-line monitoring og data-assimilering</i>' og '<i>Prognose- og varslingsystemer</i>'.</p> <p><b>D. Beslutningsstøtte under usikkerhed</b></p> <p>Delaktiviteten vil inkludere udvikling af statistiske værktøjer til kvantificering og reduktion af usikkerheder på modelforudsigelser. Der vil blive udviklet en best practice med tilhørende værktøjer til kalibrering af modeller og beregning af modelusikkerheder, der inkluderer de væsentligste usikkerhedskilder. En fundamental udfordring med de eksisterende metoder til usikkerhedsanalyse er meget store beregningstider. Der vil blive udviklet nye kosteffektive, operationelle metoder, som implementeres i DHI's software. Endelig vil der blive udviklet metoder til operationel risikoanalyse og beslutningsstøtte under usikkerheder.</p> <p>I den nuværende resultatkontrakt er der udviklet statistiske værktøjer til usikkerhedsanalyse med speciel fokus på kvantificering af usikkerheder af klimaprojektioner. Denne delaktivitet vil udvikle et generelt usikkerhedsanalyse-</p>
--	--

	<p>framework til en mere komplet usikkerhedsbeskrivelse, der inkluderer de væsentligste usikkerhedskilder fra fx parameteriseringer af modellen, modelkalibrering og meteorologiske data. Denne udvikling er central for håndtering af usikkerheder på et vidensbaseret grundlag. I den nuværende resultatkontrakt er der udviklet et beslutningsstøtteværktøj, der eksplicit håndterer usikkerheder og identificerer robuste løsninger under (store) usikkerheder. Dette værktøj benyttes primært til planlægningsstudier. Delaktiviteten vil fokusere på udvikling af nye risikoanalyse- og beslutningsstøtteværktøjer, der kan anvendes som integreret del af operationelle prognose- og styringssystemer udviklet under delaktiviteterne <i>'Prognose- og varslingssystemer'</i> og <i>'Styring af vandinfrastruktur'</i>.</p> <p><b>Gennemførelse</b> Der er ikke identificeret væsentlige barrierer eller risici for gennemførelse af de planlagte aktiviteter. Der eksisterer p.t. tilstrækkeligt kvalificerede medarbejdere på DHI til at udføre de planlagte opgaver.</p>
<p><b>4) Viden-samarbejde og -hjemtagning</b></p>	<p>De foreslåede aktiviteter vil bygge videre på eksisterende forsknings- og udviklingssamarbejder med danske og udenlandske forskningsinstitutioner. De væsentligste samarbejder og deres bidrag til aktivitetsplanen er:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DTU Miljø: Klimatilpasning, styring af vandinfrastruktur i urbane områder, assimilering af satellitbaserede målinger i hydrologisk modellering.</li> <li>• DMI: Nedbør- og stormflodsprognoser.</li> <li>• TU Delft (Holland) og Nansen Environmental and Remote Sensing Center (Norge): Data-assimilering i hydrologiske og hydrodynamiske modeller.</li> </ul> <p>En del af aktiviteterne bygger på igangværende forsknings- og udviklingsprojekter med danske og udenlandske samarbejdspartnere:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. HydroCast (2012-2016) – Innovationsfonden: Hydrologiske data assimilering- og prognosemodeller. Understøtter delaktiviteterne <i>'On-line monitoring og data-assimilering'</i> og <i>'Prognose- og varslingssystemer'</i>.</li> <li>2. PEARL (2014-2017) – EU FP7: Prognose- og varslingssystemer for oversvømmelse fra havet af urbane områder. Understøtter delaktiviteten <i>'Prognose- og varslingssystemer'</i>.</li> <li>3. Smart Cities Water Solutions (2014-2017) – Realdania Klimaspring: Styring af regn- og spildevandsstrømme i urbane områder. Understøtter delaktiviteten <i>'Styring af vandinfrastruktur'</i>.</li> <li>4. EmBla (2014-2018) – NordForsk Nordic Center of Excellence: Data-assimilering i hydrologisk og marin modellering. Understøtter delaktiviteten <i>'On-line monitoring og data-assimilering'</i>.</li> <li>5. VARSKO (2015-2017) – MUDP: Varsling af oversvømmelser fra havet. Understøtter delaktiviteten <i>'Prognose- og varslingssystemer'</i>.</li> <li>6. Water Smart Cities, WSC (2016-2020) – Innovationsfonden (pt. under forhandling): Nye metoder til optimal styring og planlægning af vand- og spildevandsstrømme i byerne. Understøtter delaktiviteten <i>'Styring af vandinfrastruktur'</i>.</li> </ol> <p>DHI er desuden involveret i Ph.d. projekter, som er relateret til aktiviteterne i aktivitetsplanen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. DTU Miljø: Ph.D.-projekt vedrørende udvikling af metoder til assimilering af satellitbaserede målinger af vandstande i floder (2014-2017). Understøtter delaktiviteten <i>'On-line monitoring og data-assimilering'</i>.</li> <li>2. KU Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning: Ph.D.-projekt vedrørende udvikling af hydrologiske prognosemodeller (2012-2016). Understøtter delaktiviteten <i>'Prognose- og varslingssystemer'</i>.</li> </ol>

	<p>I resultatkontraktperioden forventes igangsat nye samarbejdsprojekter under Innovationsfonden, H2020 og MUDP. Ligeledes forventes der at blive indgået aftaler om nye Ph.D.-projekter. Til testning og fuldskala demonstration af de udviklede teknologier vil vandselskaber, kommuner og offentlige centrale myndigheder (Naturstyrelsen, Kystdirektoratet, Vejdirektoratet, Beredskabsstyrelsen) blive inddraget.</p> <p>Den internationale videnhjemtagning vil primært foregå ved samarbejde omkring udvikling af metoder og værktøjer i de igangværende forskningsprojekter HydroCast, Pearl og EmBla.</p>
<p><b>5) Inddragelse og videnspredning</b></p>	<p>Slutbrugere vil blive inddraget i aktiviteterne gennem fælles forsknings- og udviklingsprojekter. I de igangværende projekter deltager vandselskaber (PEARL, Smart Cities Water Solutions, VARSKO) og offentlige myndigheder (HydroCast, VARSKO). Planlagte ansøgninger til Innovationsfonden, H2020 og MUDP vil inddrage rådgivere, vand- og forsyningsselskaber og leverandører af monitoringsudstyr og styrbare komponenter til afløbssystemer. Der vil blive nedsat en følgegruppe bestående af vand- og forsyningsselskaber, rådgivende ingeniørfirmaer, kommuner og forskningsinstitutioner, som vil medvirke til udarbejdelse af kravsspecifikationer, og som løbende vil blive rådspurgt i forbindelse med udvikling og testning. Der planlægges et årligt møde i følgegruppen.</p> <p>Der vil blive udarbejdet kurser og seminarer inden for aktivitetsplanens forskellige delaktiviteter under THE ACADEMY by DHI. Desuden vil der sammen med samarbejdspartnere blive afholdt seminarer til formidling af resultater af forsknings- og udviklingsprojekter. Der forventes afholdt i alt 6 kurser/seminarer i resultatkontraktperioden med deltagelse af minimum 120 aftagere fra de primære målgrupper. Implementering af de udviklede produkter og serviceydelser i DHI's software, der har mere end 1.300 brugere i Danmark, og udarbejdelse af tilhørende kurser vil sikre en meget effektiv spredning af aktivitetsplanens resultater.</p> <p>Formidling af resultaterne vil foregå ved indlæg i danske fagblade, publikationer af artikler i internationale peer-reviewed tidsskrifter og conference proceedings samt præsentationer ved konferencer og workshops. I resultatkontraktperioden forventes i alt 20 videnskabelige publikationer og 12 indlæg ved konferencer og workshops i Danmark. Dette vil inkludere temamøder og andre formidlingsaktiviteter i regi af Vand i Byer - Innovationsnetværk for Klimatilpasning, hvor DHI er en af de ledende partnere.</p> <p>DHI har en lang tradition for samarbejde med universiteter i Danmark og i udlandet omkring studenterprojekter. Det forventes, at der i alt vil blive afviklet 10 masterprojekter inden for aktivitetsplanens aktiviteter i samarbejde med primært DTU samt internationale master-programmer ved UNESCO-IHE i Holland, Nice-Sofia University i Frankrig og Asian Institute of Technology i Thailand.</p>
<p><b>6) Sammenhæng med institutstrategi</b></p>	<p>Effekter af klimaændringer og strategier for - og konkrete løsninger på - klimatilpasning har de seneste år udviklet sig til en integreret del af DHI's serviceydelser og er en væsentlig driver i forhold til udvikling af DHI's softwareprodukter. Aktivitetsplanen går på tværs af DHI's forretningsområder og understøtter DHI's strategiske mål (kompasmål 2018) mht. at øge vores forspring (fagligt og forretningsmæssigt) inden for det marine område og vandressourceområdet og at genvinde styrke på det urbane område.</p>
<p><b>7) Milepæle år 1</b></p>	<p><b>Udvikling af teknologisk service</b></p> <p>A. <i>Online monitoring og data-assimilering</i></p> <p>A.1 Assimilering af in-situ målinger af vandføring og jordfugtighed implementeret og testet i DHI's hydrologiske modelsystem, MIKE SHE (delvist finansieret af HydroCast)</p>

	<p>A.2 Metode til assimilering og nedskalering af satellitmålinger af jordfugtighed implementeret og testet i DHI's hydrologiske modelsystem, MIKE SHE (delvist finansieret af HydroCast og EmBla)</p> <p><i>B. Prognose- og varslingsystemer</i></p> <p>B.1 Metode til beregning af nedbørsprognoser, der kombinerer målinger fra nedbørsstationer og målinger og korttidsprognoser fra vejrradar udviklet og implementeret i MIKE OPERATIONS.</p> <p><i>C. Styring af vandinfrastruktur</i></p> <p>C.1 Udvidet klasse af surrogatmodeller til beskrivelse af afløbssystemer udviklet og implementeret i modelbaseret styringsframework (delvist finansieret af Smart Cities Water Solutions)</p> <p>C.2 Optimeringsmetoder, der inkluderer prognoseusikkerheder udviklet og implementeret i modelbaseret styringsframework (delvist finansieret af WSC)</p> <p><b>Inddragelse og videnspredning</b></p> <p><i>F. Formidling</i></p> <p>F.1 Seminar vedr. hydrologisk data-assimilering og prognosemodeller. Målgruppe: rådgivere, offentlige myndigheder, forskningsinstitutioner (25 deltagere)</p> <p>F.2 Publicering af 7 artikler samt 4 indlæg ved konferencer/workshops</p> <p>F.3 Afholdelse af 4 master-projekter</p> <p>F.4 Etablering af følgegruppe og afholdelse af følgegruppemøde</p>
<p><b>Milepæle år 2</b></p>	<p><b>Udvikling af teknologisk service</b></p> <p><i>A. Online monitoring og data-assimilering</i></p> <p>A.1 Data-assimilering implementeret i DHI's urbane modelsystem, MIKE URBAN, og testet i operationelt system ved vandselskab (delvist finansieret af Smart Cities Water Solutions og PEARL)</p> <p>A.2 Metode til assimilering af satellitmålinger af klorofylkoncentration implementeret og testet i DHI's økologiske modelsystem ECO Lab</p> <p><i>B. Prognose- og varslingsystemer</i></p> <p>B.1 Metoder til kvantificering af usikkerheder på nedbørs- og stormflodsprognoser udviklet og implementeret i MIKE OPERATIONS (delvist finansieret af PEARL)</p> <p>B.2 Metoder til beregning af usikkerheder på prognoser i urbane afløbs- og oversvømmelsesmodeller udviklet og testet i operationelt system ved vandselskab (delvist finansieret af PEARL)</p> <p><i>C. Styring af vandinfrastruktur</i></p> <p>C.1 Framework for modelbaseret styring udviklet og implementeret i MIKE OPERATIONS (delvist finansieret af WSC)</p> <p>C.2 Operationelt system til online overvågning og styring af afløbssystemer udviklet og implementeret i MIKE OPERATIONS (delvist finansieret af Smart Cities Water Solutions)</p> <p>C.3 Metoder til automatisk generering, kalibrering og løbende adaptering af surrogatmodel udviklet og implementeret i modelbaseret styringsframework (delvist finansieret af WSC)</p> <p><i>D. Beslutningsstøtte under usikkerhed</i></p> <p>D.1 Metoder til operationel risikoanalyse og beslutningsstøtte under usikkerheder udviklet og implementeret i MIKE OPERATIONS.</p> <p><b>Inddragelse og videnspredning</b></p> <p><i>F. Formidling</i></p> <p>F.1 Seminar vedr. stormflodsvarsling. Målgruppe: vandselskaber, rådgivere, offentlige myndigheder (25 deltagere)</p> <p>F.2 Kursus vedr. realtidsstyring af afløbssystemer. Målgruppe: vand- og forsyningsselskaber og rådgivere (15 deltagere)</p> <p>F.3 Kursus vedr. risikoanalyse og beslutningsstøtte. Målgruppe: vand- og forsyningsselskaber, kommuner (15 deltagere)</p>



	<p>F.4 Temamøde i regi af Vand i Byer - Innovationsnetværk for Klimatilpasning vedr. varsling og styring af vand i byer. Målgruppe: vandselskaber, rådgivere, offentlige myndigheder (25 deltagere)</p> <p>F.5 Publicering af 6 artikler samt 4 indlæg ved konferencer/workshops</p> <p>F.6 Afholdelse af 3 master-projekter</p> <p>F.7 Afholdelse af følgegruppemøde</p>
<b>Milepæle år 3</b>	<p><b>Udvikling af teknologisk service</b></p> <p>A. <i>Online monitoring og data-assimilering</i></p> <p>A.1 Metode til assimilering af vandstande og oversvømmet areal fra satellitter implementeret og testet i DHI's oversvømmelsesmodel, MIKE FLOOD (delvist finansieret af EmBla)</p> <p>A.2 Metode til assimilering af satellitmålinger af bølgehøjder implementeret og testet i DHI's bølgemodel, MIKE21 SW (delvist finansieret af EmBla)</p> <p>A.4 Metode til optimering af in-situ sensornetværk udviklet og prototype-testet (delvist finansieret af EmBla)</p> <p>B. <i>Prognose- og varslingsystemer</i></p> <p>B.1 Fuldt operationelt modelsystem til varsling af oversvømmelse ved stormflod opstillet og afprøvet ved kommune (delvist finansieret af VARSKO)</p> <p>C. <i>Styring af vandinfrastruktur</i></p> <p>C.1 Fuldskala demonstration af operationelt overvågnings-, prognose- og styringssystem ved vandselskab (delvist finansieret af WSC)</p> <p>D. <i>Beslutningsstøtte under usikkerhed</i></p> <p>D.1 Best practice guideline og tilhørende værktøjer til kalibrering af modeller udviklet og testet i DHI's softwaremodeller</p> <p>D.2 Kosteffektive, operationelle metoder til usikkerhedsanalyse udviklet og implementeret i DHI's software</p> <p><b>Inddragelse og videnspredning</b></p> <p>F. <i>Formidling</i></p> <p>F.1 Seminar vedr. miljøovervågning. Målgruppe: offentlige myndigheder, forskningsinstitutioner (25 deltagere)</p> <p>F.2 Kursus vedr. stormflodsmodellering og varsling af oversvømmelser. Målgruppe: vandselskaber, rådgivere, offentlige myndigheder (15 deltagere)</p> <p>F.3 Publicering af 6 artikler samt 4 indlæg ved konferencer/workshops</p> <p>F.4 Afholdelse af 3 master-projekter</p> <p>F.5 Afholdelse af følgegruppemøde</p>
<b>Titel ved præsentation på BedreInnovation.dk</b>	Klimatilpasning