

## Vand i Byer

Verdens befolkning stiger og koncentrerer mere og mere i større byområder, hvilket sammenholdt med de forventede klimaændringer giver meget store udfordringer med hensyn til at skaffe, genbruge og bortskaffe nok vand af tilstrækkelig god kvalitet til rette tid og sted. Størrelsen af de forventede klimaændringer er stadig usikker, hvorfor der på det kortere sigt er fokus på at effektivisere den eksisterende infrastruktur, således at de - på det længere sigt - nødvendige og omkostningstunge tilpasninger af infrastrukturen kan minimeres og udskydes til klimaændringernes størrelse kendes bedre.

Da effektiviseringer og tilpasninger ikke må påvirke driftssikkerheden, skal disse baseres på mere effektive og styrbare komponenter/processer – det vil sige en øget efterspørgsel på innovative ydelser og produkter, der skal kunne dække hele infrastrukturen og kunne drives med et reduceret CO<sub>2</sub>-aftryk.

Den nødvendige teknologiudvikling foretages og demonstreres i to delaktiviteter

1. Udvikling/tilpasning og integration af sensorteknologi og beregningsmetoder til den urbane vandcyklus.
2. Optimering og tilpasning af den daglige drift/design af den vandrelaterede urbane infrastruktur.

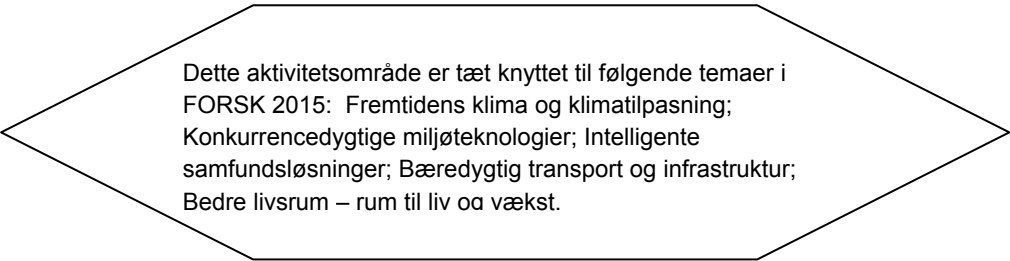
Begge gennemføres i internationale og nationale forskningsprojekter i samarbejde med universiteter, vandselskaber og disses leverandører. Anvendelsen af sensorteknologien og beregningsmetoderne sikrer opnåelse af bl.a. følgende milepæle:

- Optimal drift af vandindvinding under hensyntagen til konkurrerende efterspørgsel af vand – drikkevand, kunstvanding, procesvand til industri, kølevand, vandføring i vandløb, vedligehold af vådområder mv. Systemet er baseret på efterspørgselsdrevet vandtildeling ud fra dynamisk opgørelse af tilgængelig vandressource.
- Real tids detektion af vandkvalitetsændringer i vandforsyningsnet kombineret med distribuerede behandlingsmetoder til sikring af kvaliteten af drikkevandet ved forbrugerne.
- Optimeret og energibesparende drift (afløbssystemer og renseanlæg) herunder integreret styring af afløbssystem og renseanlæg under regn inkl. varsling af sundhedsrisiko i rekreative vandområder.
- Avancerede metoder til beskrivelse og visualisering af effekterne af bæredygtige tiltag for større komplekse byområder, herunder modelbeskrivelse af hele det by-hydrologiske kredsløb inkl. interaktion med grundvand, vandløb og hav.

Dette vil styrke de private og offentlige vandselskabers muligheder for at drive den vandbaserede infrastruktur på en sundheds- og miljømæssig forsvarlig og økonomisk effektiv måde under hensyntagen til klimaændringer og befolkningstilvækst. Som eksempel kan nævnes, at driftsbesparelser og bedre udnyttelse af eksisterende kapacitet udgør et økonomisk potentiale for vandselskaberne på 20-30% af deres eksisterende omkostninger, hvilket i Danmark svarer til en besparelse i størrelsesordenen 100-150 mio. kr./år.

Herudover vil vandselskabernes anvendelse af de teknologiske services resultere i øget salg og indtjening i viden erhvervet og hos leverandører af miljøteknologiske komponenter. Effekten bliver sandsynligvis størst ved små og mellemstore leverandørvirksomheder.

## Reference til FORSK 2015:



Dette aktivitetsområde er tæt knyttet til følgende temaer i FORSK 2015: Fremtidens klima og klimatilpasning; Konkurrencedygtige miljøteknologier; Intelligente samfundsløsninger; Bæredygtig transport og infrastruktur; Bedre livsrum – rum til liv og vækst.

Aktivitetssområde:	Vand i Byer	Aktivitetssområde nr. 1
<p><a href="http://www.BedreInnovation.dk">www.BedreInnovation.dk</a></p>	<p><b>Fremtidens klima og klimatilpasning</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bæredygtig udnyttelse af grundvand</li> <li>• Effektiv forvaltning af knappe vandressourcer</li> <li>• Håndtering af ekstreme regnvandmængder</li> </ul> <p><b>Bæredygtig infrastruktur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bæredygtige grønne byer</li> <li>• Vedligehold og opgradering af afløbs- og vandforsyningssystemer</li> </ul> <p><b>IKT</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensorer og sensornetværk</li> </ul> <p><b>Sundhed &amp; fødevarer</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vand og sundhed</li> </ul>	
<p><b>Formål og målgruppe</b></p>	<p>Aktivitetsplanen for Vand i Byer har fokus på en effektiv og sikker drift af den vandrelaterede urbane infrastruktur (vandforsynings-, regn- og spildevandssystemer), der tager højde for en øget befolkning og forventede klimaændringer. Den nødvendige teknologiudvikling foretages og demonstreres i to delaktiviteter:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Udvikling/tilpasning og integration af sensorteknologi og beregningsmetoder til den urbane vandcyklus</li> <li>2. Optimering og tilpasning af den daglige drift/design af den vandrelaterede urbane infrastruktur</li> </ol> <p>der begge gennemføres i internationale og nationale forskningsprojekter i samarbejde med universiteter, vandselskaber og disses leverandører. Specielt afspejler aktivitetsplanen DHI's indsats i EU projektet PREPARED, der pt. er Kommissionens største forskningsindsats indenfor teknologiudvikling til vandforsyning og spildevandssystemer. DHI har haft en nøgleposition ved formulering af PREPARED og vil også have dette ved gennemførelsen af projektet, da DHI sidder i projektets 3 personers ledelsesgruppe som ansvarlig for teknologiudvikling. Indtagelsen af denne nøgleposition på Europæisk plan, er bl.a. muliggjort ved gennemførelse af Vand i Byers aktivitetsplan for 2007-2009, hvor helt basale principper for bl.a. optimering af urban infrastruktur er blevet udviklet. Som eksempel kan nævnes udvikling/afprøvning af on-line screeningsmetode for ændringer i drikkevandskvalitet i distributionsnet, der nu skal videreudvikles til at kunne anvendes mere stofs specifikt og dermed til styring af drikkevandskvaliteten.</p> <p><b>Rationale og behov</b></p> <p>Verdens befolkning stiger og koncentrerer mere og mere i større byområder, hvilket sammenholdt med de forventede klimaændringer giver meget store udfordringer med hensyn til at skaffe nok vand af tilstrækkelig god kvalitet til rette tid og sted – selv i områder på kloden hvor vandressourcen normalt ikke er knap.</p> <p>Lige så store udfordringer gives til at indsamle spildevand, og herefter rense det tilstrækkeligt til at det kan indgå i vandcyklus igen (i områder der vil få mindre nedbørsmængder), og samtidig opsamle regnvand og få det afledt uden at den bymæssige bebyggelse oversvømmes (i områder der vil få mere intens nedbør).</p> <p>Størrelsen af de forventede klimaændringer er stadig usikker, hvorfor der på det kortere sigt er fokus på at effektivisere den eksisterende infrastruktur (nye teknologiske services), således at de - på det længere sigt - nødvendige og omkostningstunge tilpasninger af infrastrukturen kan minimeres og udskydes til klimaændringernes størrelse kendes bedre.</p>	

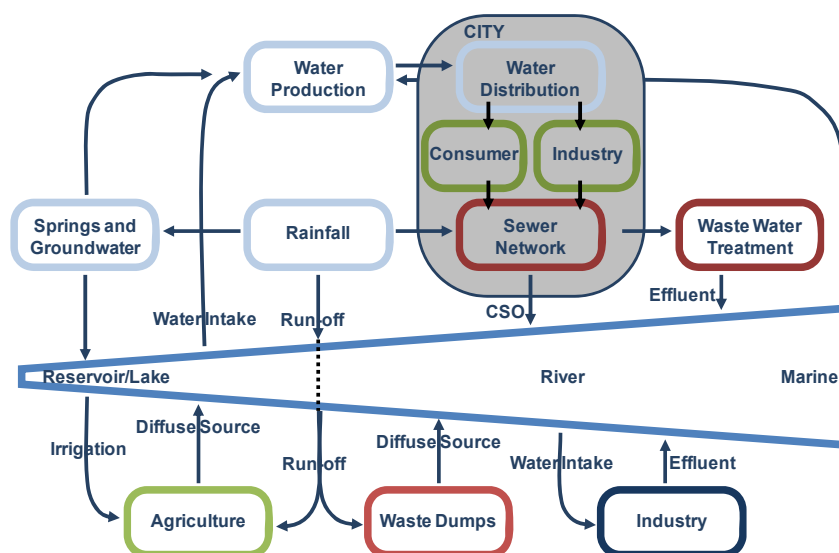
Da effektiviseringer og tilpasninger ikke må påvirke driftssikkerheden skal disse baseres på mere effektive og styrbare komponenter/processer – det vil sige en øget efterspørgsel på innovative ydelser og produkter, der skal kunne dække hele infrastrukturen og kunne drives med et reduceret CO2-aftryk. .

Udgangspunkt tages som i PREPARED i vandets cyklus (nedenstående figur), da den vandrelaterede infrastruktur i byer er en integreret del af denne. En befolkningstilvækst giver direkte et større pres på vandcyklus gennem et behov for større mængder, hvorimod klimændringer hovedsagelig er drevet af temperaturændringer, der indirekte påvirker den vandrelaterede infrastruktur i byer gennem ændrede nedbørsmønstre og øget vandstand i havene.

Temperaturændringer vil også direkte påvirke kemiske og biologiske processer i vandcyklus – såvel de naturligt forekommende processer i det omgivende miljø som de designede/naturlige (ønskede og uønskede) processer i infrastrukturen. Resultatet heraf er en ændring i vandkvaliteten i byerne.

Alle disse ændringer i mængder, mønstre, niveauer og kvalitet ændrer input/output betingelserne for den urbane del af vandcyklus. Derfor skal den daglige drift af den urbane vandrelaterede infrastruktur være i stand til at håndtere et bredere og mere varierende input – mængde- og kvalitetsmæssigt – og stadig overholde de samme (eller mere krævende) krav til driften af systemerne. Dette kræver udvikling og implementering af nye integrerede real tids styre strategier og beslutningsstøtte systemer, der dog på sigt ikke alene vil kunne håndtere de mere ekstreme ændringer i input (oversvømmelser/tørke), stigende vandstand og ekstreme temperaturer.

Det vil derfor være nødvendigt at udvikle nye design-, planlægnings- og evalueringsværktøjer for infrastrukturen selv – ikke blot nye optimerede design af de indgående bygværker (vandforsyningsnet, bassiner, overfaldsbygværker, processtanke, etc.), men også helt nye fleksible koncepter for infrastrukturen og dens anvendelse.



Real tids kontrol- og beslutningsstøtte systemer til optimering af den daglige drift/design af en tilpasset infrastruktur bygger på udvikling/tilpasning og integration af ny sensorteknologi og beregningsmetoder, der kan give et bedre indblik i den urbane vandcyklus' dynamik/processer samt højne kvaliteten af data til anvendelse i styring af den daglige drift og simuleringer af eksisterende/ny infrastruktur.

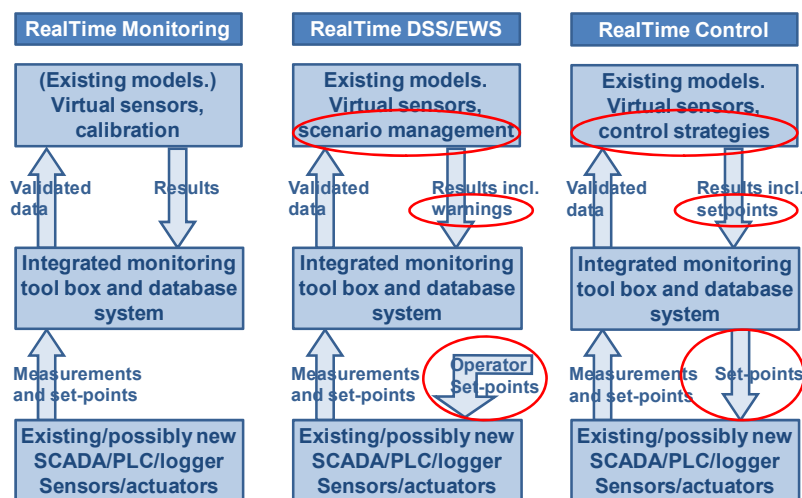
	<p>Udvikling/tilpasning og integration af sensorteknologi omfatter udover den egentlige signalbehandling også nye real tids data validerings- og kalibreringsmetodikker og estimering af usikkerheder på de målte data. Efterfølgende simuleringer – on-line eller offline – baseres på matematiske modeller, der kræver udvikling af stabile og veldokumenterede metoder til real tids dataassimilering og verifikation af modelkalibreringen i sammenhæng hermed.</p> <p>Der er stor forskel på hvor meget befolkningstilvækst og klimaændringer lokalt vil påvirke vandcyklus. Det er derfor vigtigt at de sandsynlige lokale effekter af befolkningstilvækst og klimaændringer og deraf affødte effektiviseringer og tilpasninger informeres til borgerne i god tid. Dette er inkluderet i DHI's aktivitetsplan for "Klimaeffekter og Klimatilpasning".</p> <p>Usikkerheden på effekter/nødvendige tiltag gør det dog også nødvendigt at arbejde med risikovurdering og risikostyring i forbindelse med den urbane vandcyklus, således at det er muligt at prioritere initiativer og investeringsprogrammer. Dette er inkluderet i DHI's aktivitetsplan for "Vand og Sundhed".</p> <p><b>Målgrupper</b> Målgruppen for Vand i byer er således generelt byerne selv og mere specifikt disses vandselskaber og forsyningsvirksomheder – offentlige som private – samt i høj grad disses leverandører og rådgivere – incl. virksomheder med udvikling, produktion og eksport af vandteknologier som speciale.</p> <p>DHI er i tæt dialog med denne målgruppe - direkte gennem nationale og internationale udviklings/projektsamarbejder – og indirekte gennem brancheforeninger/sammenslutninger, der på nationalt plan bl.a. omfatter Danish Water Forum og DANVA og på internationalt plan omfatter bl.a. EU's Water Supply and Sanitation Technology Platform og Global Water Partnership.</p> <p><b>Målgruppeeffekt</b> De udviklede og demonstrerede systemer (teknologiske services) vil styrke de private og offentlige vandselskabers muligheder for at drive den vandbaserede infrastruktur på en sundhedsmæssig og miljømæssig forsvarlig og økonomisk effektiv måde under hensyntagen til klimaændringer og befolkningstilvækst. Som eksempel kan nævnes, at driftsbesparelser og bedre udnyttelse af eksisterende kapacitet udgør et økonomisk potentiale for vandselskaberne på 20-30% af deres eksisterende omkostninger, hvilket i Danmark svarer til en besparelse i størrelsesordenen 100-150 mio. kr./år.</p> <p>Herudover vil vandselskabernes anvendelse af de teknologiske services resultere i øget salg og indtjening i viden erhvervet og hos leverandører af miljøteknologiske komponenter. Effekten bliver sandsynligvis størst ved små og mellemstore leverandørvirksomheder.</p>
<p><b>Aktivitetsplanens indhold</b></p>	<p><b>1. Udvikling/tilpasning og integration af sensorteknologi og beregningsmetoder til den urbane vandcyklus</b></p> <p>Ny og billig (masseproduceret) mikro teknologi har muliggjort en ny generation af sensorteknologi, der adskiller sig fra traditionel sensorteknologi ved typisk at levere mere end blot én måleværdi – typisk er der tale om relativt komplekse, men forholdsvis stabile sensorer, der med den rette signalbehandling af den multidimensionale måling (eksempelvis billeddannende sensorer) giver betydeligt mere og bedre information end en traditionel sensor.</p> <p>Denne signalbehandling skal udvikles og sammen med udviklede beregningsmetoder integreres i DHI's eksisterende real-tids databehandlingssystem DIMS (der også er anerkendt som fælles</p>

udviklingsplatform i PREPARED).

**Sensorteknologi:** Udvikling/tilpasning og integration af de komplekse sensorer skal fokuseres på nedenstående sensorer, der sikrer at der kan opnås en forbedret datakvalitet fra målinger på vandcyklus:

- Radar (arealbaseret nedbørsmåling), omfatter forbedret anvendelse af kendt sensorteknologi (små relativt billige X-bånds radarer) i urbane områder. Øget viden om rumlig og tidslig opløsning af radarbilleder skal anvendes til at få en bedre signalbehandling og kalibrering af arealbaseret nedbørsmåling med radar
- ADCP (Acoustic Doppler Current Profiling til måling af flow og flowmønstre), omfatter forbedret/udvidet anvendelse af kendt sensorteknologi i forbindelse med mere nøjagtig flowmåling i turbulente strømninger samt bestemmelse af sedimentations- og opblandingsforhold i tanke og rør. Signalbehandling omfatter således omsætning af rumlig information om strømningsretning og hastighed til brugbar information
- UV-VIS spektral absorptions (måling af vandkvalitetsparametre), omfatter udvidet anvendelse af kendt sensorteknologi – dels til måling af specifikke stoffer/stofomsætning dels til en vandkvalitets karakterisering baseret på den spektrale information. Signalbehandling omfatter bl.a. detektion af ændringer i vandkvalitet, dekomponering af spektre og kalibrering til specifikke stoffer
- Immunologiske assays (måling af specifikke miljøfremmede stoffer som eksempelvis pesticider), omfatter basal sensorudvikling af eftervist måleprincip baseret på et immunologisk kompetitivt assay med elektrokemisk detektion.

**Beregningsmetoder:** Som standardssystem indeholder DIMS allerede basale muligheder for konfigurerbar realtids datafangst (klassiske sensorer), -validering, -lagring, -aggregering, -visualisering og automatisk rapportering, og er således et åbent integreret realtids system indeholdende en "moniteringsværktøjskasse" og database.



Systemet skal udvides trinvis med udviklede beregningsmetoder (fra venstre mod højre i ovenstående figur), der integreres via standardiserede interfaces, således at udviklinger kan anvendes som "plug-ins".

- Realtids monitoring: Udvikling af standardiseret interface så eksisterende matematiske modeller kan anvendes som "plug-in" iflg. OpenMI standard. Udvikling af optimeret kalibrering/real tids data assimilation for anvendte modeller samt "plug-in" metode. Udvikling af et virtuelt sensor koncept - det vil sige mulighed for løbende beregning af "målinger" i en modelleret infrastruktur samt "plug-in" metode.
- Realtids beslutningsstøtte/varsling: baseret på ovenstående udvikles metode til at håndtere/præsentere modelbaserede forudsigelser af

hændelser (på kort sigt), hvor der tages hensyn til usikkerhed på såvel målinger som modellering. Dette resulterer i forskellige scenarier, der kan anvendes til beslutningsstøtte, idet resultater sammenlignes med opsatte tærskelværdier/regelsæt.

- **Realtids styring:** Der udvikles generel metode til at anvende empiriske/modelbaserede styre strategier, idet ovenstående scenarier udvides til at kunne tage hensyn til forskellige indstillinger af kontrolhåndtag (set-punkter) i den modellerede infrastruktur og udvælge det optimale sæt af indstillinger.

## **2. Optimering og tilpasning af drift/design af den vandrelaterede urbane infrastruktur**

Ovenstående generelle system anvendes til at konfigurere og afprøve (det vil sige demonstration ved målgruppen) integrerede realtidssystemer til optimering og effektivisering af infrastrukturen, idet der tages fokus på de mest påtrængende udfordringer, der vil optræde i større eller mindre grad lokalt og/eller regionalt.

*Sparsom vandressource:* Realtids beslutningsstøtte vedrørende konkurrerende anvendelser af en vandressource (eksempelvis: vandforsyning, kunstvanding, minimumsvandføring i vandløb, vedligehold af vådområder, etc) skal baseres på en dagligt opdateret vandbalance kombineret med regelbaserede beslutninger om at imødekomme efterspørgsel om tildeling af vand fra de forskellige interessenter. Vandbalancen opgøres ud fra tilgængelighed (kvantitet og kvalitet) af vandressourcen i et område opdateret med tilgang og forbrug. Den dynamiske massebalance konfigureres og opdateres i det generelle real tids system på baggrund af anvendelse af sensor- og modellerings teknologi som beskrevet ovenstående (herunder nedbørsinformation og modellering af overfladeafstrømning og infiltration). Regler konfigureres i systemet, og der laves mulighed for at indmelde efterspørgsel og reelt forbrug fra interessenterne via internettet. Systemet understøtter implementeringen af Vandrammedirektivet.

*Sundhedsrisiko i rekreative vandområder:* Varslingssystem vedrørende sundhedsrisiko forårsaget af overløb fra afløbssystem under (ekstrem) regn skal baseres på måling/estimering af kildestyrke (udtrykt som E.Coli) fra overløbene efterfulgt af en forudsigelse (modellering) af udbredelsen. Forudsigelsen kan herefter sammenlignes med tærskelværdier i alle ønskede punkter. Forudsigelsen kører løbende, hvilket vil sige at varslingen melder overskridelse og – lige så vigtigt – også melder hvornår hændelsen vil være forbi. Kildestyrken, målt som E.Coli, skal bestemmes ved anvendelse af signalbehandling af spektral absorbans målt i overløb samt måling af overløbsmængde, og estimeres i overløb uden måling som en virtuel sensor ud fra modellering af fortyndingsgrader i afløbssystemet (nedbørs- og flowmålinger). Al signalbehandling konfigureres i det generelle realtids system og modeller (eksisterende eller nye) tilkobles via det udviklede OpenMI plug-in interface. Systemet understøtter implementeringen af Badevandsdirektivet.

*Forringet drikkevandskvalitet i distributionsnet:* Varslingssystem for ændring af vandkvalitet (eksempelvis indtrængning af spildevand) og styringsstrategier for decentral desinfektion i distributionsnet for drikkevand i forbindelse med øget bakterievækst forårsaget af højere temperatur i distributionsnettet. Den højere temperatur kan skyldes såvel klimaændringer som vandbesparelser (der giver en længere opholdstid). Varsling af ændring i vandkvalitet baseres på en kombination af måling (bl.a. spektral absorbans samt nye sensorteknologier) og vandkvalitetsmodellering tilkøbet det generelle real tids system, hvilket muliggør anvendelse af virtuelle sensorer, de steder hvor der ikke måles. For brug i distributionsnet, hvor der klores, udvides vandkvalitetsmodel med de kemiske reaktioner fra kloring. Da flere af forbindelserne, der indgår i

desinfektionsprocessen kan måles med spektral absorbans, kan desinfektionsbehovet aflæses på de opsatte virtuelle sensorer. Dette muliggør en distribueret og optimeret styring af tilsætning af klor, som kan minimere tilsætningen selv ved øget bakterievækst. Systemet understøtter implementeringen af Drikkevandsdirektivet.

**Manglende kapacitet i afløbssystem/reanseanlæg:** Integreret styring af afløbssystemer og reanseanlæg med henblik på at reducere overløb fra afløbssystem under (ekstrem) regn og sørge for at så stor en del af det fortyndede spildevand renses - alternativt ledes til overløb på mindst følsomme steder for recipient. Følgende elementer skal udvikles/tilkobles/konfigureres til det generelle real tids system:

- Real tids monitoring (måling og signalbehandling af flow, niveauer og nedbør) og modellering af afløbssystem. Nedbør omsættes til et arealrelateret distribueret nedbørsmønster og anvendes som opstrøms randbetingelse til model.
- Øget hydraulisk (og stoffjernelses-) kapacitet på reanseanlæg med nye styrestrategier for bl.a. efterklaringstanke, der også dynamisk skal kunne øge kapaciteten yderligere under (ekstrem) regn. Den dynamiske hydrauliske kapacitet anvendes som nedstrøms randbetingelse for afløbsmodel.
- Nye modelbaserede styrestrategier for afløbssystem der anvender de nye dynamiske randbetingelser til optimal udnyttelse af tilgængeligt volumen i afløbssystemet og minimering af overløb
- Varslingssystem for sundhedsrisiko i rekreative vandområder nedstrøms overløbsbygværker (se ovenstående), her kun baseret på virtuelle sensorer af kildestyrker (modelleret mængde og fortyndingsgrad)
- Optimeret design af mere styrbare infrastrukturkomponenter (forsinkelsesbassiner, fordelerbygværker, luftningstanke og efterklaringstanke) under anvendelse af CFD modellering

Systemet understøtter implementeringen af såvel Vandrammedirektivet, Badevandsdirektivet som Spildevandsdirektivet.

**Bæredygtige løsninger til håndtering af regnvand i byer:** Udvikling af GIS baserede IT-værktøjer baseret på matematiske modeller til beskrivelse af de nyeste teknologier til håndtering af regnvand, lokal nedsivning af vand og genanvendelse af vand fx. ved brug af grønne tage, regnhaver, mm. Målet er at gøre det muligt at kvantificere effekterne af bæredygtige tiltag i oplande, som er beskrevet i detaljer på hus-niveau samt i oplande på by-niveau, hvor alle huse ikke modelleres i detaljer. Derved kan effekterne af bæredygtige tiltag bestemmes - eksempelvis i form af reduktion af overløb fra afløbssystemer under regn (regnvandet kommer ikke ind i afløbssystemet) - og oversvømmelser kan kvantificeres. I specialtilfælde er det nødvendigt at se på hele det hydrologiske kredsløb (by, vandløb, hav) for at designe de optimale bæredygtige løsninger. Der opstilles derfor en komplet model for det hele hydrologiske kredsløb, og dens fordele vil blive evalueret mod traditionelle modeller, som kun beskriver enkelte dele af kredsløbet.

#### **Aktivitetens samarbejdspartnere og konkurrenter**

Samarbejdspartnerne inden for "Vand i byer" består af kommunerne/ vandselskaberne og disses leverandører (samme som målgruppen), hvor førstnævnte som regel er slutbrugeren, hvorfor der udover et samarbejde vedrørende rekvireret bistand haves et udbredt samarbejde vedrørende demonstrations aktiviteter

Leverandørerne falder i to hovedgrupper: Universiteter og producenter. De væsentligste samarbejdspartnere indenfor udvikling af IT-baserede optimeringsværktøjer er danske og udenlandske universiteter/ videnscentre. Den tætte kontakt til internationalt anerkendte forskningsmiljøer sikrer, at de

	<p>værktøjer, der stilles til rådighed for slutbrugeren indeholder den nyeste internationale viden på området.</p> <p>Samarbejdet med producenterne er primært inden for udvikling af miljøteknologiske komponenter (herunder sensorer og infrastruktur), der er nødvendige for at gennemføre en optimering. DHI's samarbejde med universiteterne skaber således direkte værdi og innovation hos producenterne.</p> <p>Således har DHI for nyligt medvirket til at starte et samarbejde mellem fem vidt forskellige størrelser af virksomheder fra 20 ansatte til flere tusinde ansatte med henblik på at spare energi i vandbranchen. Samarbejdet har krævet fælles mål og forståelse for at alle skulle have roller og udbytte af det. Det viste sig at selv mindre SMV faktisk kan være med til at tilføre de meget store virksomheder metoder og engagement. Andre har igen været med til at få fokus på eksporten af de ydelser, som er udviklet.</p> <p>Konkurrencen inden for dette område er forholdsvis beskeden i Danmark og kommer af og til fra nogle af de store rådgivere. Det er dog karakteristisk, at de fleste af disse samtidig er meget væsentlige samarbejdspartnere, og at den omsætningsandel der samarbejdes på typisk er flere gange større, end den der konkurreres på.</p>
<p><b>Koordinering og samspil med andre FoU-aktiviteter</b></p>	<p><b>Igangværende projekter:</b>  EU-FP7: PREPARED, bevilget i 2009, varighed 2010-2013: Optimering og tilpasning af vandforsyning og spildevandssystemer til forventede klimaændringer.  Strategiske forskningsråd: SWI, varighed 2008-2012: Optimering, procesforståelse og forudsigelse indenfor regn og forhold i afløbssystem og renseanlæg.  Strategiske forskningsråd: 2BG, varighed 2007-2011: Udvikling af koncepter, metoder og værktøjer, som kan stimulere brugen af bæredygtige løsninger til håndtering af regnvand i byer.  Strategiske forskningsråd: Sensowaq, varighed 2008-2011: Udvikling af kemiske og mikrobiologiske sensorer til anvendelse i vandforsyning.  ForskEL 2009: Radar@Sea, varighed 2009-2012: Anvendelse af arealrelateret nedbørsinformation til optimeret drift af vindmølleparker.</p>
<p><b>Formidlings- og spredningseffekt</b></p>	<p>Vidensformidling vil ske gennem/koordineret med forskningsprojekterne (der i øvrigt alle gennemføres i tæt samarbejde med områdets målgruppe), da disse indeholder demonstrationsaktiviteter i/ved kommuner/vandselskaber samt offentliggørelse af opnåede resultater/erfaringer. Eksempelvis vil resultaterne fra PREPARED blive formidlet på en international konference arrangeret af IWA (International Water Association), der er kommunikationspartner i PREPARED.</p> <p>Herudover vil formidling af opnåede forskningsresultater og erfaringer fra demonstrationsaktiviteter ske bredt ved deltagelse i nationale og internationale møder og konferencer samt produktion af artikler til målgruppens fagblade og internationale tidsskrifter. Endvidere skal opnåede erfaringer udbredes mere målrettet ved markedsføring (kundeBesøg) overfor specielt vandselskaberne.</p> <p>Endelig vil implementering af opnåede resultater i DHI's urbane softwarepakker med mere end 3000 globale brugere, heraf godt 500 i Danmark, sikre en meget effektiv spredning af resultater til målgruppen.</p>
<p><b>Centrale kompetencer involveret i FoU-projektet</b></p>	<p>Følgende personer er alle internationalt anerkendte eksperter inden for deres angivne arbejdsområder.  <b>Anders Lynggaard-Jensen</b>, Innovationschef for Vand i Byer og ansvarlig for teknologiudvikling i PREPARED:</p>



	<p>Sensorteknologi, signalbehandling og real tids monitoring og styring</p> <p><b>Ole Mark</b>, PhD og forsknings- og udviklingschef for DHI: Oversvømmelser i byer, bæredygtig håndtering af regnvand og klimændringer.</p> <p><b>Peter Andreassen</b>, markedsansvarlig for renseanlæg: Proces- og energioptimering</p> <p><b>Niels Einar Jensen</b>, markedsansvarlig for radarsystemer: Nedbørsmåling med radar, modellering afløbssystem og recipienter</p> <p><b>Henrik S. Andersen</b>, markedsansvarlig for vandforsyning: Modellering af distributionsnet og afløbssystemer</p> <p><b>Henrik Madsen</b>, PhD og Innovationschef: Data assimilering, statistisk modellering, usikkerheds- og risikoanalyse</p>
<p><b>Milepæle år 2010</b> <b>(D=delaktivitet)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beskrivelse/specifikation af nye metoder til måling af arealbaseret distribueret nedbør med radar (D1)</li> <li>• State of the Art review af avancerede datavalideringsmetoder for on-line og off-line data (D1)</li> <li>• Demonstration af integreret real tids system med udviklet understøttelse af multidimensionale sensorer (D1)</li> <li>• Konceptbeskrivelse for virtuelle vandkvalitetssensorer i overløb fra afløbssystem (D2)</li> <li>• Demonstration af udviklet detektion af vandkvalitetsændringer i vandforsyningsnet (D2)</li> <li>• Test af udviklede modeller, som beskriver effekterne af bæredygtige tiltag for mindre byområder, fx på husniveau. (D2)</li> <li>• 5 internationale publikationer (2 peer-review, 3 konference bidrag)</li> <li>• organisering af 2 workshops med demonstrationsaktiviteter</li> <li>• 2 foredrag ved danske møder</li> <li>• 2 indlæg i danske fagtidsskrifter</li> </ul>
<p><b>Milepæle år 2011</b> <b>(D=delaktivitet)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prototype af udviklet pesticidesensor afprøvet i felten (D1)</li> <li>• Udviklet OpenMI baseret model "plug-in" til real tids monitorings system (D1)</li> <li>• Udviklet og integreret konfigurerbart virtuelt sensor koncept baseret på real tids modellering/beregninger (D1)</li> <li>• Beskrivelse/specifikation af metodik til i real tid at udtrykke usikkerheden på målinger og modellering i beregningsresultat (D1)</li> <li>• Udviklet/implementeret integreret real tids monitorings-, modellerings og proceskontrol system klar til anvendelse (D1)</li> <li>• Eksempel på anvendelse af spektral absorbans – udvikling af estimering af vandkvalitet i overløb fra afløbssystem (D2)</li> <li>• Konceptbeskrivelse for efterspørgselsdrevet vandtildeling ud fra dynamisk opgørelse af tilgængelig vandressource (D2)</li> <li>• Forslag til nyt udviklet hydraulisk optimeret design af forsinkelsesbassin/ overløb (D2)</li> <li>• Udviklede metoder til at beskrive effekterne af bæredygtige tiltag for større komplekse byområder. (D2)</li> <li>• 8 internationale publikationer (4 peer-reviewed, 4 konference bidrag)</li> <li>• organisering af 3 workshops med demonstrationsaktiviteter</li> <li>• 4 foredrag ved danske møder</li> <li>• 2 indlæg i danske fagtidsskrifter</li> </ul>
<p><b>Milepæle år 2012</b> <b>(D=delaktivitet)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Udviklet og integreret metodik til real tids data assimilering på eksisterende modeller (D1)</li> <li>• Udviklet og integreret metodik til real tids regelbaseret beslutningsstøtte (D1)</li> <li>• Integration af værktøj til valg af optimal kontrol strategi i den integrerede real tids monitorings-, modellerings og proceskontrol platform (D1)</li> <li>• Demonstration af udviklet beslutningsstøttesystem til konkurrerende efterspørgsel af vandressource inkl. beskyttelse af vandindtag (D2)</li> <li>• Demonstration af udviklet system til styring og overvågning af distribueret desinfektion i distributionsnet (D2)</li> <li>• Demonstration af udviklet system til integreret realtids styring af</li> </ul>

	<p>afløbssystem og renseanlæg incl. varsling af sundhedsrisiko i rekreative vandområder (D2)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Udviklet modelbeskrivelse af hele det by-hydrologiske kredsløb inkl. interaktion med grundvand, vandløb og hav. Test af model på udvalgte byområder mod traditionelle og mere simple modeller D2)</li><li>• 10 internationale publikationer (4 peer-review, 6 konference bidrag)</li><li>• organisering af 5 workshops med demonstrationsaktiviteter</li><li>• 4 foredrag ved danske møder</li><li>• 2 indlæg i danske fagtidsskrifter</li></ul>
--	---