

Skema: Ansøgning om resultatkontraktmidler 2019-2020

Institut: DHI	Aktivitetsplan (titel): Det digitale renseanlæg Idéforslags titel på bedreinnovation.dk: Digitale Renseanlæg	Aktivitetsplan nr.: 1	FoU
1) Manchettekst (kort resumé)			
”Det digitale renseanlæg” udnytter som noget helt nyt de store mængder af eksisterende data, regnekraften i cloud computing og integration af løsninger til optimering af proces og energi.			
2) Aktiviteten kort (resumé)			
I dag betragtes spildevandsrensning ikke blot som en nødvendig foranstaltning til beskyttelse af sundheden og vandmiljøet, men også som et bioraffinaderi, der har til formål at sikre genbrug af værdifulde ressourcer fra spildevandet, fx energi, næringsstoffer og vand til genbrug. Eksempelvis fokuserer FORSK2025 programmet på at finde nye og økonomisk attraktive anvendelsesmuligheder i industrien og i byerne for vandtyper som regnvand og recirkuleret spildevand. En række eksisterende løsninger til bedre vandrensning og ressourcegenindvinding forudsætter imidlertid anvendelse af kemikalier og energi eller resulterer i en utilsigtet udledning af drivhusgas. Ved at skabe løsninger, der bygger på en helhedsbetragtning, sikres en langt mere hensigtsmæssig ressourcegenindvinding. For effektivt at kunne evaluere og implementere energi- og sådanne ressourcegenindvindingsstrategier er der behov for nye intelligente simuleringværktøjer og procesintegrerede styringsværktøjer. Det leveres netop i denne aktivitetsplan under følgende tre delaktiviteter: A. Online digitale sensortjenester til forbedret processtyring af renseanlæg. B. En digital tvilling af renseanlæg med link til nye dynamiske indløbsforudsigelser af stof og komponenter til styring af ressourceomsætning. C. Udnyttelse af digital tvilling og digitale datastrømme til et nyt datadrevet paradigme for processtyringssystemer, der indkapsler et helt renseanlægs drifts- og miljøoptimering. Målgruppen for ”Det digitale renseanlæg” er alle danske samt mange udenlandske spildevandsforsyninger, teknologiudviklere til ressourcegenindvinding samt konsulentvirksomheder i forbindelse med rådgivningstjenester. Forsyningerne gennemgår en digital transformation, og elementerne i ”Det digitale renseanlæg” vil være en stærk støtte til deres planlagte og igangværende aktiviteter. Gennem hele projektforløbet vil der være fokus på at opsamle data, udvikle digitale tjenester til styring og optimering samt at kommunikere resultater tydeligt og effektivt.			
3) Markedsbehov, erhvervs- og samfundsmæssige potentialer			
Det politiske fokus på miljøområdet ændrer i hastigt tempo forsyningernes rammevilkår, og de skal derfor vise sig omstillingsparate og innovative for at realisere de ofte ambitiøse krav, der stilles. En kontinuerlig opdatering af vandsektorloven, som i et af de bærende principper har et mål om øget effektivitet i vandsektoren, driver derved forsyningernes udvikling. Forsyningerne udfordres samtidigt af et stigende pres for, at miljøfremmede stoffer og mikroplast skal reduceres. Vandbesparelser, faldende vandforbrug samt en aldrende infrastruktur er både forhold, som skal håndteres, og forandringer, der skal udnyttes optimalt. Vandsektorlovens effektiviseringskrav er på 2% hvert år, og driften skal derfor vedvarende			

optimeres for at opfylde dette krav. Dette vanskeliggøres imidlertid af, at spildevandsbelastningen i stigende grad varierer grundet øget kloakseparering og kraftig regn forårsaget af klimaforandringer ([DANVA](#)). Udviklingen i retning af øget ressourcegenindvinding af kulstof, fosfor m.v. (FORSK2025) stiller krav om investeringer i nyt udstyr samt drift af dette. I en forestående opgradering skal renseanlæggene yderligere blive i stand til at fjerne lægemiddelstoffer og resistente bakterier. Samlet set kræver dette en betydelig effektivisering, hvis det nuværende niveau for omkostningseffektiv rensningsproces skal fastholdes, og en lav afledningsafgift dermed bevares. Derfor har forsyninger en stor interesse i nye teknologier og services, der kan forbedre ressourceforbruget og fordelingen mellem energiforbrugende (rensning) og energidannende processer (biogas) betydeligt. Netop via denne innovative udvikling kan forsyningerne bidrage til en bæredygtig ressourceudnyttelse samt fremme omstillingen til en urban cirkulær økonomi med et klart eksportpotentiale af løsningerne i kølvandet.

I Danmark er der 104 primært kommunalt ejede spildevandsselskaber, der renser ~700M m³ vand til en gennemsnitlig pris på 3,30 kr./m³ for selve rensningen og et netto elforbrug på 1,2 kWh/m³. Selvforsyningsgraden (genindvinding af energi på et renseanlæg) ligger som gennemsnit på 30%, mens de bedste renseanlæg er energineutrale eller endda *nettoenergiproducerende* ([VAND i TAL 2017](#), side 28). Der er således stadig et stort potentiale i at energioptimere spildevandsrensningen. Målgruppen for nye intelligente og datadrevne procesintegrerede styringsværktøjer er større renseanlæg samt teknologiudviklere til ressourcegenindvinding. Effektiviseringspotentialet for de mange renseanlæg er således et millionbeløb om året for hvert renseanlæg, når man også ser på reduceret behov for udbygning på anlæg med krav til et voksende volumen af spildevand til behandling. Andre målgrupper er de danske rådgivningsfirmaer, der både i Danmark og internationalt er aktive i dette felt, samt udviklere af intelligent måleudstyr og styringsløsninger. De forbedrede værktøjer og metoder vil øge de danske firmaers afsætningsmuligheder i udlandet, hvor potentialet for dansk eksport er stort.

Med digitale tvillinger og procesintegrerede styringsværktøjer kan strategiske investeringer inden for vandressourcer og teknologiområdet bidrage til en sikker vandbehandling og et bæredygtigt vandmiljø. Det skal sikres, at brugen af nye teknologier til fjernelse af miljøfremmede stoffer optimerer energi- og ressourceeffektivitet. Med nye analyseværktøjer indlejret i en digital tvilling af et konkret renseanlæg kan ressourcegenindvindingsstrategier sammenlignes, og danske vandteknologifirmaer og forsyninger kan udvikle nye løsninger samt lave økonomisk performance-benchmarking for disse. Dette er afgørende for den fortsatte udvikling af konkurrencedygtige og miljøeffektive teknologier, som styrker dansk eksport. Mere avancerede datadrevne teknologier til renseanlæg giver mulighed for, at danske virksomheder med forskellige kompetencer og services kan bidrage med elementer og komponenter til realisering af det digitale helhedsbillede ([Water's Digital Future, Global Water Intelligence](#)). Denne rapport angiver et stort potentiale for lavere energi- og kemikalieforbrug med samme renseeffekt. Et nyligt eksempel på et succesfuldt eksportsamarbejde er Water Technology Alliance (WTA), som fokuserer på at hjælpe danske virksomheder med at sælge vandteknologier i USA. WTA er en aktivitet søsat af Udenrigsministeriet-/Danmarks Eksportråd med fokus på danske eksportmuligheder. WTA initiativet har allerede båret betydelig frugt i form af dansk eksport. Nytænkende digitale løsninger, som skaber visionen og den overordnede ramme, vil give WTA yderligere momentum. Et momentum, som danske virksomheder - store som små - kan lægge sig i slipstrømmen af og øge beskæftigelse, omsætning og eksport.

Opsummeret er målgruppen for ydelser inden for ”Det digitale renseanlæg” de forsyninger, der har drift af anlæg. Rensekapacitet, kemikalieforbrug, energi og de samlede omkostninger er essentielle for alle forsyninger og er kritiske emner, som bliver fremhævet, når nye indsatses defineres. Aarhus Vand, som er

en god eksponent for visionære forsyninger, beskriver det klart i sin virksomhedsplan for 2018¹, hvor strategi 2020 indeholder begreber som ressourceeffektiv, energineutral og innovativ. Desuden beskrives klare mål for den digitale transformation, hvor data anses som et 'råstof'.

4) Videnspredning og inddragelse

Inddragelsen af andre virksomheder i aktivitetsplanens gennemførelse vil ske som del af teknologi-input, sparring og andre samarbejder. DHI's primære kompetenceområder er inden for data- og modelleringsservice, hvor vi vil samarbejde med leverandører inden for sensorer, udstyr og IoT, fx Stjernholm, Unisense, Bio-Aqua, TechRas, Nissen Energiteknik og Grundfos.

Formidling af resultaterne vil foregå ved indlæg i danske fagblade, publikation af artikler i peer-reviewed tidsskrifter og conferenceproceedings samt præsentationer ved IDA Miljø møder såvel som konferencer og workshops i danske faglige fora, fx DANVAs konferencer. Det planlægges at få i alt to videnskabelige publikationer peer-reviewed med det formål at få state-of-the-art feedback fra internationale reviewers. Der planlægges 6 indlæg ved konferencer og workshops i Danmark.

For aktivitetsplanens forskellige delaktiviteter bliver der udviklet og afholdt design-thinking/co-creation events og seminarer under THE ACADEMY by DHI, hvor ét af dem som noget nyt bliver et E-learning kursus. Her vil der være særligt fokus på det digitale renseanlægs muligheder for SMV'er og startups.

Et vigtigt element i samspillet mellem datadrevne spildevandsmodeller og renseanlæggenes drift er mulighederne for faktuel og relevant proceslæring og muligheden for en dybere procesforståelse. DHI vil udbygge det stærke samarbejde med særligt DTU Miljø, AU WATEC og AAU, men også med professionshøjskolerne. Under dette samarbejde vil DHI udvikle og understøtte uddannelserne inden for spildevandsområdet, ikke mindst i mulighederne i den digital transformation, samt helt nye rense- og ressourcegenindvindingsprocesser. Viden om automatisk datavalidering, kunstig intelligens og machine learning skal opbygges tværfagligt internt i DHI, men understøttes også gennem samarbejde med DTU Compute og Alexandra Instituttet, hvor DHI's domænefaglige viden om renseanlæg kombineres med disses viden om kunstig intelligens m.m.

DHI indgår i et partnerskab med flere universiteter (AU, AAU og Via) samt førende danske virksomheder og forsyninger inden for vand (AVK, Grundfos, NIRAS m.fl.) om at etablere en ph.d. sommerskole for vand. Sommerskolen vil blive udbudt til såvel danske som internationale studerende, og der forventes et optag på maks. 30 studerende.

De danske virksomheder, som forventes at få del i den nye viden, er overordnet set dem, som er med til at levere og transformere ydelser til renseanlæg. "Det digitale renseanlæg" kommer til at have indflydelse på valg af udstyr, design og drift af anlæggene og vil skabe muligheder og bringe værdi til den brede gruppe af naturlige vandinteressenter. Antallet af virksomheder, der nås via inddragelse og videnspredningsaktiviteter, ventes at overstige 50.

¹ <https://www.aarhusvand.dk/globalassets/filer/om-os/publikationer/virksomhedsplan-2018-aarhus-vand-dansk.pdf>

5) Konkrete aktiviteter

A. Online digitale sensortjenester

Denne delaktivitet udvikler cloudbaserede software sensortjenester ved brug af historiske indløbs- og procesdata, kunstig intelligens og adaptiv modellering som et vigtigt nyt datagrundlag til forbedret processtyring. Tjenesterne designs til at kunne levere data både til effektivisering af gængse driftsapplikationer og til nye procestrin til fjernelse af mikroplast, miljøfremmede stoffer og resistente bakterier. En vigtig del er via nært samarbejde med målgruppen at opnå driftserfaringer på heterogene data fra online systemer. Anvendte teknikker i denne aktivitet vil inkludere neurale netværk, statistisk analyse og datafiltrering.

1. *Automatisk indsamling og validering af nødvendige procesdata*
2. *Online software sensortjenester til prædiktions af procesdata ved brug af kunstig intelligens og adaptiv modellering. Som eksempel kan nævnes software sensorer til operationalisering af specifikt udstyr såsom offgas og filter-gennembrudsmålinger.*
3. *Online software sensortjenester til 'plant-wide' procesvisualisering og korttidsprocesfremskrivning. Til dette anvendes en online model, som kan udføre et nyt niveau af komplekse beregninger i forhold til udnyttelse af den biologiske kapacitet.*

B. En digital tvilling af renseanlæg

Udvikling af metoder til implementering af data- og modelbaserede digitale tvillinger, som opererer på hele anlæggets procesdata, ressourceomsætning og indløbsforudsigelser. Hvor plant-wide konceptet beskrevet i A.3 leverer et vigtigt løft i kendskabet til renseanlæggets operationelle tilstand via software sensortjenester, giver denne delaktivitet en sammenhængende og konsistent virtuel ramme, der er nødvendig for efterfølgende at kunne optimere renseanlægget plant-wide. Målet er at skabe en digital tvilling til renseanlægget, som kan bruges til at assimilere aktuelle målinger såvel som data fra software sensortjenester i tilfælde af fraværende, fejlende og kalibreringsbetingede sensorer. Herigennem skabes en udvidet proceshorisont med fortløbende genererede fremskrivninger af procesværdierne.

1. *Udvikling af online framework for digital tvilling, der giver en konsistent 'plant-wide' beskrivelse af renseanlæggets operationelle tilstand.*
2. *Etablering af online metoder til automatisk data-assimilering, modelkalibrering og kvalitetssikring af simuleringsdata, hvorigennem den digitale tvillings tilstand opdateres af operationelle målinger.*
3. *Online 'virtual plant' simuleringsservices til visualisering af procesforbedringer og procesfremskrivninger. Herved kan den digitale tvilling bruges til at forudsige effekten af alternative operationelle scenarier, hvilket er en forudsætning for styring.*

C. Datadrevne processtyringssystemer

I denne delaktivitet udvikles datastyrede processtyringssystemer, der indkapsler et helt renseanlæg ud fra miljøoptimeringsperspektiv, herunder udløbskvalitet, klimapåvirkning og ressourcegenindvinding. Målet er at regulere alle operationelle parametre på en måde, som minimerer klimaaftrykket fra anlægget (energi, drivhusgasser og udløbskvalitet) og maksimerer anlæggets biologiske kapacitet.

For at styre efter disse målsætninger skal der først udvikles og evalueres efter en cost-funktion med de primære elementer, som repræsenterer miljøoptimering såsom udløbskvalitet, klimapåvirkning, ressourcegenindvinding og optimal (levetidsforlængende) drift på regulerbart udstyr. De alternative

fremskrivninger af den digitale tvilling, der er udviklet i B.3, anvendes sammen med en række nødvendige nyudviklede værktøjer til at levere de parametre, som cost-funktionen beregnes ud fra. Dette bringer de digitale tvillinger ind i en styringskontekst, hvor modellerne ikke alene er præcise og pålidelige i estimerede procesoutput, men altså også bringes i spil i forhold til estimering og optimering af omkostningsniveauet. Processtyringen formuleres på en måde, hvor det gennem cost-funktionen evalueres, hvilket handlingsmønster der er det optimale for en given fremskrivningshorisont under hensyntagen til overordnet driftsøkonomi og miljøkrav.

1. *Udvikling af online operationel service til 'plant-wide' bioprocessoptimering.*
2. *Udvikling af specifikke optimeringsservices til kemidoserings til fosforfældning, fjernelse af miljøfremmede stoffer samt energi- og klimaoptimering af beluftsstrategier, så både omkostning og rensesgrad bliver tilgodeset.*
3. *Undersøgelse af muligheden og "proof of concept" for online 'model predictive controllere', der opererer på samtlige 'plant-wide'- og omkostningsforudsigelser.*

DHI har i indeværende år forsøgsvist arbejdet med online renseanlægsmodeller, og der er klare potentialer, men der har været udfordringer med at få adgang til anlæggenes egne data. Dette er dog en udfordring, som virker overkommelig. Adgang til samt vedligeholdelse og validering af datakilder udgør en stor del af det initiale arbejde med at udvikle online services. Derfor har datasamarbejde særligt fokus i aktivitetsplan A og B, hvor specielt automatisk data-assimilering og -validering forsøger at adressere mange interessenters bekymringer på dette område.

6) Nyhedsværdi og ambitionsniveau

Ny teknologisk serviceydelse, kompetence og teknologi

Data har været tilgængelig for forsyningerne i mange år, så nytænkningen består ikke i at tilføje yderligere klassisk fysisk instrumentering. Forsyningerne har ikke været vant til at tænke digitalt og udnytte brugen af online tjenester, som giver mulighed for væsentlig regnekraft og synergier mellem adskillige integrerede services. Fx angiver en rapport fra [Global Water Intelligence](#), at kun 5% af de værdifulde datastrømme bruges på renseanlæg i dag. Forsyningsejere og operatører kommer til at være stærkt afhængige af avancerede online sensorer og rutinemæssige laboratorieresultater for at drive en omkostningseffektiv spildevandsrensning. Målet med software sensortjenester til forsyningerne er at kunne tilbyde realtidsinformation og data for vigtige ressourcestoffer såsom fosfor og kulstof samt information om procesrater, slamproduktion og maksimal belastningskapacitet. Online software sensortjenester, der er bygget på historiske online og offline data i databaser, kan understøtte processerne med helt nye værdier, der ikke findes sensorer for. Ydermere kan software sensorer erstatte fejlende sensorer og reducere driftsomkostninger og vedligeholdelse af avancerede online sensorer. Online software sensortjenester vil understøtte en optimal proceskontrol til enhver tid samt mindske energi- og kemiforbrug. Der vil være færre tilbagefaldsstyringer, og omkostningerne til sensorservice vil kunne reduceres. Med de udvidede procesinformationer vil nye optimerede processtyringer kunne udvikles.

Da spildevandsrensning og ressourcegenindvindingen er en stærkt sammenkædet og kompleks proces, kræves der en høj grad af operationel indsigt i samspillet mellem alle delprocesserne. Med stadigt større adgang til urbane data får renseanlæggene mulighed for at integrere nye data, som fx forbrugs- og vejrdato i afløbs- og renseanlægsstyringssystemer. Anlæggene bliver dermed adaptive i forhold til de aktuelle driftsbetingelser og udligning af belastningen. For at udnytte den øgede strøm af information er det

nødvendigt at udvikle værktøjer til at assimilere og operationalisere den enorme datamængde. Det er ambitionsniveauet inden for 5 år at gå fra 5% til 50% af datastrømmen, som bruges til realtidsstyring.

Udvikling af procesrelaterede virtuelle sensortjenester ved brug af kunstig intelligens og adaptiv modellering

Operatører og styresystemer er stærkt afhængige af avancerede online sensorer til at drive en omkostningseffektiv rensningsproces. Udviklingen af online cloudbaserede sensortjenester, der er bygget på historiske online og offline data i procesdatabaser, kan minimere tilbagefaldsstyring, driftsomkostninger og vedligeholdelse af online sensorer. Online cloudbaserede sensortjenester vil effektivt udnytte kunstig intelligens og den stadigt større adgang til urbane data til at understøtte en optimal proceskontrol samt en mindre afhængighed af akut sensorservice. Det er således ambitionen, at hvis en fysisk sensor går ned, har den digitale tvilling alternative data til at fortsætte den avancerede styring, så der ikke falder tilbage til simpel styring. Ambitionen er altså, at styringssystemet bliver robust i den digitale verden, og at den bedste styring fortsætter under sensornedbrud.

Udvikling af metoder til implementering af digitale tvillinger af renseanlæg

Der udvikles digitale tvillinger til realtids "virtual plants" og metoder til at supportere styringstiltag af rensprocesser og ressourcegenindvindingen. Virtual plants er baseret på en operationalisering af historiske data og vedligeholdes automatisk gennem avanceret data-assimilering. Med udviklingen af en ny online og adaptiv biologisk procesmodel i den digitale tvilling kan en række nøgleparametre, inkl. kulstof og fosfor, beregnes i realtid og fremskrives i tiden, og omkostningsbesparelser på over 10% er forventelige. Ved at implementere 'nutrient resource recovery' processer som grundlag for realtidsoptimeringer skabes merværdi for forsyningerne gennem mindre kemisk forbrug og bedre ressourcehøst.

Udvikling af datastyrede processtyringssystemer med helhedsmiljøoptimeringsperspektiv

Realtidsstyring af en kompleks spildevandsproces kræver en detaljeret indsigt i hele processen, hvis udløbskvaliteten og en optimal ressourcegenindvinding skal opretholdes. Realtidsoptimeringer understøttes med modelafledte procesdata og omkostningstal, inkl. energi og kemisk forbrug, samtidig med at udløbskvaliteten opretholdes og forbedres. Med udvikling og operationalisering af en ny type realtidsprocesmodel, der dækker hele anlægget, kan store datamængder processeres og levere en realtidsoptimering af rensprocesser og ressourcegenindvindingen i et miljøoptimeringsperspektiv. Dette muliggør en langt bedre kapacitetsudnyttelse og proces- og ressourcestyring, og det forventes, at effektivitetsforbedringer på 10% fosfor og kulstof kan opnås under hensyntagen til både energi- og kemiforbrug samt klimaaftrykket.

7) Vidensamarbejde og -hjemtagning

Samarbejdspartnere er forsyninger, rådgivere og nationale/globale vandteknologi- og proceskontrol-leverandører. DHI har løbende samarbejder med universiteter, fx AU WATEC, DTU Miljø, og SMV'er inden for sensor- og datateknologier samt operationalisering af prototyper. Det er desuden planen af øge samarbejdet med Teknologisk Institut og udnytte den differentierede GTS-kompetence optimalt. De første elementer til online modelleringer af kulstof udvikles i 2018 i samarbejde med Aarhus Vand og Vandmiljø Randers, og dette samarbejde styrkes med de nye aktiviteter i 2019-20.

Målgruppen vil blive inddraget i aktivitetsplanens gennemførelse gennem afholdelse af workshops og co-creation events med fokus på behovsafklaring og idégenerering. Disse workshops vil blive brugt til nærmere afklaring af udviklingsbehov omkring allerede identificerede problemstillinger samt til

formulering af nye problemstillinger. Der vil desuden blive afholdt design-thinking workshops med udvalgte virksomheder, hvor specifikke krav og behov for de udviklede serviceydelser vil blive kortlagt.

8) Sammenhæng med instituttets strategi og afsæt i instituttets ressourcer

DHI's CloudBridge strategi handler for "Det digitale renseanlæg" om at nyttiggøre den store mængde historiske data i nye operationelle services, som bruger kunstig intelligens og nye datakilder, hvorved DHI's domæneviden på procesområdet kan udbredes til fordel for mange renseanlæg og andre aktører. Nye digitale tvillinger af renseanlæg giver løsninger, der vil hjælpe med at udnytte den eksisterende infrastruktur miljømæssigt optimalt og omkostningseffektivt, hvilket kan modsvare en kapacitetsudvidelse på 20-30%.

De serviceydelser, der leveres gennem "Det Digitale Renseanlæg", og som bygger på DHI's CloudBridge produkter, vil understøtte en miljørigtig udvikling af danske og globale byer. Danske rådgivere vinder projekter i udlandet, baseret på DHI's integrerede urbane spildevandsmodeller, og opgraderingen og integrationen af kloak- og renseanlægsmodellerne er 'state-of-the-art' på verdensplan. Det er derfor helt centralt for DHI at være verdensførende inden for serviceydelser til klimatilpasning, spildevandsrensning og digitale renseanlæg.

Endelig, så vil denne aktivitetsplan blive koordineret med Teknologis Instituts aktivitetsplan "Fremtidens vandteknologi".

9) Tidsplan og milepæle

2019

Vidensamarbejde, - hjemtagning og kompetenceopbygning

A. Online digitale sensortjenester

A.2.1.2019 Vidensoverførsel i forbindelse med kunstig intelligens fra andre udviklingsprojekter, fx CHAIN. Vidensoverførslen sker via tredages hands-on training.

B. Digitale tvillinger af renseanlæg

B.2.1.2019 Sparring og dermed kompetenceopbygning med min. én sensorleverandør i forbindelse med forståelse af sensor karakteristika. Afholdelse af én workshop med leverandør med fokus på dataflow for sensorer.

C. Datadrevne processtyringssystemer

C.3.1.2019 Sparring med forsyninger i forbindelse med definition af en realistisk cost-funktion. Afholdelse af møde/workshop med minimum 2 forsyninger.

Udvikling af teknologisk service

A. Online digitale sensortjenester

A.1.1.2019 Platform-uafhængigt og skalerbart dashboard udviklet til visualisering af procesdata, herunder visualisering af tidsserier og kortdata. Modulets funktionalitet testes.

A.1.2.2019 Platform-uafhængigt og skalerbart datainterfacemodul udviklet, der kan opsamle data fra renseanlægsdatabaser og levere en softwarebaseret sensormåling.

A.2.2.2019 Datainterface- og software sensortjeneste testes via enhed til gas-emissionsmåling og målinger af gennembrud i filtre som eksempler på delprocesser i en renseproces. Udvikling af 3 prototyper, som evalueres sammen med slutbruger.

B. Digitale tvillinger af renseanlæg

- B.1.1.2019 Udvikling af digital tvilling af procestankene, hvor integration af offgasmåling via en software sensor testes og verificeres mod onsite emissionssensorer.
- B.2.2.2019 Udviklet prototype af digital tvilling til et renseanlæg samt interface til kommunikation mellem digital tvilling og udvalgte sensordata.

Inddragelse og videnspredning

- I.1.2019 Sommerskole "Advanced Water Cycle Management" for danske og internationale studerende. Sommerskolen er et samarbejde mellem DHI, AVK, NIRAS, Grundfos, Aalborg Universitet, Skanderborg Forsyning m.fl.
- I.2.2019 3 indlæg ved danske konferencer, dvs. ét indlæg for hvert af fokusområderne. Planlagte fora: IDA Miljø, DANVAs årlige konference, årsmøde i Spildevandsteknisk Forening,
- I.3.2019 2 artikler i danske fagblade: EVA-Bladet, Vand & Miljø samt Ingeniøren.
- I.4.2019 1 peer-reviewed artikler i internationale tidsskrifter.
- I.5.2019 3 de nyheder om nye ydelser på Teknologiportalen, DHI's hjemmesider og på sociale medier.
- I.6.2019 Følgegruppe etableret samt første møde afholdt.

2020

Vidensamarbejde, - hjemtagning og kompetenceopbygning

- A.2.1.2020 Deltagelse i kursus om kunstig intelligens sammen med kunder.
- C.3.1.2020 Workshop/møde med minimum 2 forsyninger, hvor arbejdet med cost-funktionen evalueres fra foregående år.

Udvikling af teknologisk service

- A. *Online digitale sensortjenester*
- A.2.2.2020 Software sensortjeneste implementeres som en cloud service for minimum 3 sensortyper.
- A3.1.2020 Implementeret API funktionalitet i software sensormodul, der muliggør kommunikation med et specifikt udvalg af eksterne urbane datakilder som eksempelvis kunne være regnhændelser, meteorologiske forhold og belastningsændringer samt implementering af online model.
- B. *Digitale tvillinger af renseanlæg*
- B.2.1.2020 Udvikling af digital tvilling af renseanlæg - et virtuelt renseanlæg, der integrerer online data via automatisk kvalitetssikring. Test på et renseanlæg, som modtager industrispildevand og har meget varierende indløbsforhold.
- B.3.1.2020 Implementeret online feedback-loop til data-assimilering og semi-automatisk kalibrering af modellen, der sikrer, at modellen hele tiden er retvisende.
- C. *Datadrevne processtyringssystemer*
- C.1.1.2020 Udviklet API til at kommunikere og eksekvere styringsfunktionalitet ud fra den underliggende modelsoftware i en digitale tvilling af et renseanlæg.
- C.2.1.2020 Test af prædiktiv værdi gennemført ved at anvende urbane datakilder i forbindelse med den digitale tvillings forslag til regulering.
- C.3.2.2020 Den digitale tvilling til det virtuelle rensningsanlæg er via et standardiseret dataobjekt integreret i visualiseringsmodulet..
- C.3.3.2020 Evaluering af nye metoder for evaluering af cost- og procesfunktion i plant-wide processtyring under hensyntagen til både miljø og driftsøkonomi.

Inddragelse og videnspredning

- I.1.2020 Kursus i "Online digitale sensortjenester" (E-learning)

I.2.2020	1 indlæg ved danske konferencer, dvs. ét indlæg for hvert af fokusområderne. Planlagte fora: IDA Miljø, DANVAs årlige konference, årsmøde i Spildevandsteknisk Forening.
I.3.2020	2 artikler i danske fagblade: EVA-Bladet, Vand & Miljø samt Ingeniøren.
I.4.2020	1 peer-reviewed artikel i internationalt tidsskrift.
I.5.2020	3 nyheder om de nye ydelser på Teknologiportalen, DHI's hjemmesider og på sociale medier.
I.6.2020	Afholdelse af følgegruppemøde.