

RK 2025-2028: Aktivitetsbeskrivelse

A. Indledende oplysninger

Indsatsområde:	Digitale tvillinger af vandmiljøet
Institut:	DHI
Titel:	Det digitale renseanlæg
Nummerering:	3.2.2025
Version:	1.0
Periode:	1/1 2025 – 31/12 2025
Kontaktperson:	Trine Dalkvist tda@dhigroup.com

B. Beskrivelse

B.1 Mål

Vandsektoren står for 4% af det globale elforbrug, hvoraf omkring 30-50 % bruges på rensning af kommunalt spildevand. Derudover er spildevandsrensning en betydelig kilde til lattergasemission (N_2O), en drivhusgas med en global opvarmningseffekt, der er 273 gange højere end CO_2 . Derudover medfører miljøfremmede stoffer (MFS) som tungmetaller, mikroplast og medicinrester fra urbant spildevand betydelige miljø- og sundhedsrisici. Dette understreges i Byspildevandsdirektivet, som stiller skærpede krav til forureningskontrol og håndtering. I dag behandles kun 20 % af al spildevand globalt, og omkring 40 % af verdens befolkning mangler adgang til rent drikkevand og grundlæggende sanitære faciliteter.

Med stigende behov for rent vand forventes vandsektorens energiforbrug at fordobles inden 2040, samtidig med at udfordringerne med N_2O -udledninger og udledning af miljøfremmede stoffer intensiveres.

Den digitale tvilling vil hjælpe forsyningsselskaber med at reducere energiforbrug, N_2O -emissioner og udledning af miljøskadelige stoffer med 20-30 %, samtidig med at udløbskrav overholdes og driftsomkostninger minimeres. Vores ambition er at gøre den globale spildevandssektor energi- og klimaneutral – eller endda energipositiv – ved at minimere energiforbrug, emission af drivhusgasudledninger, samt udledning af miljøskadelige stoffer. Dette vil være et afgørende skridt mod at opnå de globale udviklingsmål for klimaindsats, rent vand og sanitet samt beskyttelse af livet i havet.

B.2 Indhold

Ved at kombinere DHI's ekspertise inden for spildevandsrensning og digitale løsninger (digitale tvillinger) vil vi udvikle nye services i samarbejde med forsyninger, sensorleverandører, dataanalysefirmaer og renseteknologileverandører. Aktiviteterne for 2025 vil være:

Forretningsidéudvikling og co-creation workshop for at fremme samarbejde mellem danske sensorleverandører og dataanalysevirksomheder til at identificere nye relevante digitale ydelser inden for spildevandsrensning.

- Der afholdes workshop med minimum fire danske virksomheder, der leverer sensorer eller dataanalyseværktøjer. Målet er at formulere nye datadrevne services, som kan tilbydes til

forsyninger. Eksempler på mulige ydelser inkluderer procesoptimering, anomali detektion og sensorvedligeholdelse.

Anomali-detektion af procesdata for at forbedre forsyningernes evne til at opdage uregelmæssigheder i realtid og dermed mulighed for hurtig respons og optimeret drift.

- Videreudvikling og operationalisering af Principal Component Analysis (PCA) til detektion af driftsregimer på renseanlægget. DHI har arbejdet med PCA på data fra renseanlæg og ser stort potentiale i denne metode. Metoden vil blive operationaliseret som en del af den digitale tvilling samt videreudviklet til at detektere regimer/clusters, samt navngive disse regimer i realtid, så driftspersonalet kan identificere hvis anlægget bevæger sig væk fra normal drift, samt hvor det bevæger sig hen.
- Optimering og operationalisering af univariate og multivariate metoder til forbedret realtids anomali-detektion, for at fremme rettidig indgriben for operatører på renseanlæg og sikre optimeret drift af anlægget. Workshops med 2-4 forsyninger vil blive afholdt med henblik på at sikre løsninger der matcher behovene i praksis.

Hybride tilgange til N₂O modellering for at forbedre modellernes nøjagtighed og prognose for N₂O koncentrationer og emissioner.

- De N₂O generende processer er komplekse og der mangler data for mellemstadierne i processen. Vi ønsker at udforske hybride tilgange, hvor vi kombinerer datadrevne og mekanistiske modeller, for at undersøge om dette kan øge nøjagtigheden af modellernes prognose for N₂O koncentrationer og emissioner. Opbygget viden vil blive benyttet til at udforme og teste N₂O reducerende styringer for minimum to typer renseanlæg.

Selvopdaterende modeller for at sikre at ændringer i det fysiske system detekteres og overføres til den digitale tvilling samt at den digitale tvilling justerer sig selv, så den bedst muligt reflekterer det fysiske system og leverer bedst mulige prognoser.

- Man vil ofte se at sensorfejl, ændringer i driften og ændringer i indløbet (inhibering, næringsstofsammensætning) giver afvigelser imellem simulerede og målte data. Afvigelsen vil ofte vokse – dvs. den digitale tvilling ”drifter” væk fra den fysiske tvilling, hvis årsagen til afvigelsen ikke håndteres. Årsagen til afvigelsen kan også være relateret til parameterindstillingerne i modellen. Der kan være behov for at justere modelkalibreringen til nye forhold f.eks. ændringer i stofsammensætning i indløbet. Med denne aktivitet ønsker vi at detektere når afvigelser vokser og definere årsagen og korrigere den digitale tvilling automatisk.
- Desuden ønsker vi at udnytte realtidsdata til at opdatere modellen eller dens prædiktions sådan at der leveres den bedst mulige prognose for anlæggets drift. Dette gøres ved at udvikle et system til automatisk og kontinuerlig evaluering af modellens præcision for derved automatisk at detektere og kommunikere ændringer i afvigelser imellem målte og simulerede data.
- Endelig udvikles og demonstreres Machine Learning baserede metoder til automatisk modelkalibrering understøttet af en detaljeret kalibreringsprotokol. For yderligere at forbedre prognosekvaliteten vil vi teste anvendelsen af data-assimilering og andre selvkorrigerende teknikker til at øge præcision af modellernes prognoser. Disse teknikker har længe været anvendt med stor succes på andre typer af modeller (f.eks. hydrauliske modeller), men endnu ikke på procesmodeller for et renseanlæg.

Rensningsteknologier: Der udvikles løbende nye teknologier og videreudvikles på processer til rensning af spildevand for både næringsstoffer og MFS. Vi ønsker at bidrage til verificering og modellering af rensningsteknologier fra minimum en udvalgt dansk SMV, f.eks Tecras Nano.

B.3 Aktører

Aktiviteterne gennemføres primært af forretningsenheden Wastewater Treatment på DHI. Der samarbejdes med flere af DHI's forretningsenheder i Technology and Innovation og Water in Cities,

for at sikre standardiseret og best practice udvikling inden for data-drevne metoder, anomali detektion, og digitale tvillinger af vandmiljøet.

For at sikre indsatsens markedsrelevans og -udbredelse inddrages målgruppen aktivt i udviklingen af kravspecifikationer, bl.a. gennem indsatsområdets følgegruppe og aktiviteter til inddragelse og videnspredning. Følgende ikke udtømmende liste af aktører kan nævnes som faglige og markedsrepræsenterende sparringspartnere: AU, Danfoss Power Electronics A/S, DTU Sustain, Envidan A/S, Hillerød Forsyning, Stjernholm A/S, Unisense Environment, Bionic System Solutions ApS, TechRas Nano ApS, Water Valley Denmark, Metro Water, Horsens Vand A/S, FORS A/S, BIOFOS A/S, HOFOR A/S.

B.4 Sammenhæng med andre projekter

DHI har løbende dialog med en række interessenter, virksomheder og universiteter med henblik på at søge forskningsmidler. I løbet af 2024 indgik DHI i et konsortium med konsulenter, universiteter, sensor- og hardware leverandører inden for spildevandsbranchen med det formål at søge finansiering til et projekt omkring vejen til det energi- og klimaneutrale renseanlæg. Dette arbejde vil fortsætte i 2025. Derudover har vi planer om 1-2 forskningsansøgninger i 2025. Her vil vi specifikt afsøge muligheder for at indgå i ansøgninger til MUDP og VUDP.

B.5 Følgegruppe

Følgegruppen er endnu ikke etableret og har derfor ikke forholdt sig til aktiviteten. Vi vil nedsætte en følgegruppe i løbet af 1. kvartal 2025, og den vil umiddelbart derefter blive inddraget og præsenteret for indholdet af aktivitetsplanen.

B.6 Yderligere information

Som en central del af formidlingen af det digitale renseanlæg forventer DHI at deltage med præsentationer i faglige SWAN workshops med deltagelse af danske og udenlandske interessenter, rådgivere og universiteter. Derudover vil vi afsøge og deltage i relevante nationale og internationale konferencer og messer, heriblandt Danish Water Forum, Dansk Vand, IWA, WEFTEC, NORDIWA, IFAT, foruden præsentation af resultater og erfaring gennem webinarer og podcasts.

Derudover forventer vi at udarbejde 1-2 artikler til peer-reviewed tidsskrifter.