



iWater fas 2 Digital övervakning av vattenkvalitet

Redovisning av måluppfyllelse och erfarenheter

Miljöförvaltningen har projektlett innovationsprojektet iWater fas 2. Projektet iWater fas 2 inleddes 2018, som en förlängning av projektet iWater fas 1. Projektets fas 2 avslutades och slutrapporterades till Vinnova i december 2021. Följande rapport avser en översiktlig sammanställning av genomförandet, resultat och erhållna erfarenheter.

Organisation

iWater har varit del av det strategiska innovationsprogrammet för sakernas internet (IoT Sverige), en gemensam satsning av Vinnova, Formas och Energimyndigheten. Projektet har utgjort en av IoT-hubbarna i Stockholm och har även varit en del av programmet Digital Demo Stockholm (DDS) med samverkan mellan offentlig sektor, näringsliv och akademi.

Projektdeltagarna inom iWater har utgjorts av Ericsson, Telia, Miljöförvaltningen, Stockholm Vatten och Avfall, Kungliga Tekniska Högskolan (KTH), Stockholms universitet och Linköpings universitet.

Projektet har varit ett givande samarbete mellan offentlig verksamhet, akademi och näringsliv där Stockholms stad och Stockholm vatten och Avfall bidragit med kunskaper om tillämpningsområden och problemställningar. Stockholms universitet, KTH och Linköpings universitet har bidragit med kunskaper om vattenkvalitet, utveckling av affärsstrategier, sensorer och algoritmer. Ericsson och Telia har bidragit med nätverksuppkoppling, utveckling av plattformen, teknisk expertis och kunskaper inom affärmodellsutveckling.

Mål för projektet

Det övergripande syftet med projektet var att utveckla en IoT-lösning med AI-baserade analysmetoder för digital övervakning av

vatten samt att utvärdera möjligheten att integrera lösningen i en smart stad och befintliga arbetsprocesser. En central fråga var hur resultat från digital miljöövervakning kan nyttjas för att öka medborgarengagemang gällande vattenrelaterade frågor.

På sikt var visionen att utveckla en digital realtidslösning för att identifiera potentiella föroreningar och bakterier i flera delar av vattenförsörjningskedjan i staden; i ytvatten, dricksvattenförsörjningen och dagvattenssystemet.

Konkrete delmål:

Projektet har omfattat sju arbetspaket. Nedan presenteras huvudsyftena med respektive del.

Arbetspaket 1 – Projektlledning

Organisera möten samt övergripande ansvar för utveckling, tidsplan och budget för projektet. Arbetet har omfattat:

- Organisera kvartalsvisa projektmöten.
- Organisera månadsvisa avstämningsmöten.
- Framtagande av kommunikations- och jämställdhetsplan.
- Rapportering till Vinnova avseende läges- och slutrapport.

Arbetspaket 2 – Kommunikation, samverkan och ökad kunskap inom offentlig verksamhet

Öka förståelse för digitala lösningar, identifiera möjligheter och svårigheter med att tillämpa digitala lösningar i befintlig verksamhet samt möjlig samverkan med andra AI-verktyg. Arbetet har omfattat:

- Sprida kunskap och lärdomar från projektet internt och externt.
- Samverkan med andra aktörer.

Arbetspaket 3, 4 och 5 – Utveckling av den tekniska lösningen

Installera sensorer för mätning av vattenkvalitet som kopplas till en IoT-plattform, där data analyseras med algoritmer för att indikera avvikande halter. Arbetet har omfattat:

- Installation och uppkoppling av sensorer som övervakar ytvattenkvalitet, badvattenkvalitet samt dricksvattenkvalitet.
- Utveckling av algoritmer för ytvatten, badvatten och dricksvatten som indikerar avvikande halter.
- Integrera rådata och algoritmer på IoT-plattform och testa lösningen samt presentera resultat på ett enkelt användarvänligt sätt.

Arbetspaket 6 – Affärsstrategi

Utveckla en affärsmodell/strategi för framtagna lösningar baserat på tillämpbarhet och slutanvändares behov. Arbetet har omfattat:

- Identifiera slutanvändare, behov, efterfrågan och nyttor.
- Identifiera potentiella affärsmodeller för framtida kommersiell användning.

Arbetspaket 7 – Digital miljöövervakning i en smart stad

Undersöka hur digital miljöövervakning av vatten kan vara en del av en smart stad. Arbetet har omfattat:

- Identifiera inom vilka områden som vattenmiljöövervakning kan nyttjas och vilken data som behövs för att underlätta beslut.
- Identifiera hur digitala lösningar kan nyttjas för att öka invånares kunskap om vattenresurser och miljöpåverkan.

Arbetsmetod och måluppfyllelse

Inom iWater har två olika sensorer testats, en som mäter pH, temperatur, salinitet och konduktivitet samt en som indikerar bakterieförekomst. Med sensorerna har realtidsmätningar utförts i Mälaren utanför Lovö vattenverk samt vid olika punkter inom dricksvattennätet. Sensorerna har kopplats till en framtagna IoT-plattform kallad “iWater Data Pipe”, ett system där data kan hämtas, lagras, bearbetas, analyseras och visualiseras. AI-baserade modeller för maskininlärning har utvecklats för att baserat på mätdata förutspå värden och indikera avvikande vattenkvalitet. Utvecklad analysmetod genom maskininlärning kan tillämpas på ett nätverk av sensorer som täcker olika delar av vattenresurskedjan.

Inom projektet har även en affärsstrategi tagits fram som har omfattat arbete med att identifiera värdekedjor samt en strategi för utveckling av den digitala lösningen. Affärsstrategin har medfört en ökad potential för utveckling av slutlösningen. Arbetet har inneburit värdefullt informationsutbyte mellan slutanvändare och företag avseende behov, nyttor, visualisering av resultat samt möjligheter och problem.

Genom en ökad förståelse för tekniska krav och möjligheter att nyttja sensorer har tillämpningsområden utvärderats. Lösningen som utvecklats inom iWater har potential att integreras i en framtida plattform i en smart stad där vattenkvalitetsdata samlas och analyseras med annan IoT-data. Nyttor med realtidsövervakning av vattenkvaliteten för invånare har identifierats.

Uppfyllelse av konkreta delmål

Arbetspaket 1 – Projektledning

Miljöförvaltningen har varit projektledare och ansvarat för att organisera månadsvisa avstämningsmöten samt kvartalsvisa mer omfattande projektmöten. De regelbundna mötena har resulterat i att problem och knäckfrågor har kunnat lösas löpande samt säkerställt en övergripande inblick avseende projektutveckling, ekonomi och tidsplan. Under 2019 togs en jämställdhets- och kommunikationsplan fram för projektet.

Miljöförvaltningen har i roll som projektledare löpande rapporterat måluppfyllelse, budget och tidsplan för projektet till Vinnova genom åtta lägesrapporter under perioden 2018-2021. I december 2021 sammanställde miljöförvaltningen slutrapporten och slutredovisade ekonomin för projektet.

Arbetspaket 2 – Kommunikation, samverkan och ökad kunskap inom offentlig verksamhet

En ökad kunskap om digitala lösningar inom offentlig verksamhet har erhållits genom kunskapsutbyte med industri och akademi. Projektet har även omfattat erfarenhetsutbyte med andra IoT-projekt, bland annat projektet LoV-IoT som letts av Miljöförvaltningen i Göteborgs stad där dagvatten, luft och buller övervakats med hjälp av sensorer, samt projektet Conncted SRS som letts av Exploateringskontoret i Stockholms stad som arbetat för att identifiera behov av data för uppföljning och styrning mot hållbarhetsmålen. Erfarenhetsutbyte och dialog har även skett med SMHI och Region Stockholm. Stadens program Smart stad har bistått med information avseende plattformstruktur och deltagare från iWater har medverkat på träffar om smart och uppkopplad stad, öppen och delad data samt säkerhet.

I syfte att sprida kunskap och resultat har projektet ställts ut samt medverkat i paneldiskussion på Digitalize Stockholm under 2019 och 2020 samt Digital Futures 2021 med stort nationellt och internationellt deltagande. Projektet har även presenteras på bland annat OpenLab KTH, Water Scarcity conference, World Water Week, TAMSEC Sakernas internet och på IoT Sveriges träffar för dialog angående projektet. Projektet har presenterats för internationella delegationer från Indien, Kina och Frankrike. Information om projektet har spridits genom medverkan i informationsfilmer och forskningsresultat har resulterat i ett flertal publicerade vetenskapliga artiklar.

Arbetspaket 3, 4 och 5 – Utveckling av den tekniska lösningen

Inom projektet har två sensorer testats, en kommersiellt tillgänglig sensor som mäter fysikalisk-kemiska parametrar (pH, salinitet, konduktivitet och temperatur) samt en sensor utvecklad av Linköping universitet som indikerar bakterieförekomst. Sensorer har installerats utanför Lovö vattenverk i Mälaren under vintern 2019/2020 för att mäta ytvattenkvaliteten samt även vid olika platser i dricksvattennätet vid Tekniska verken vattenverk i Linköping under vintern 2020/2021.



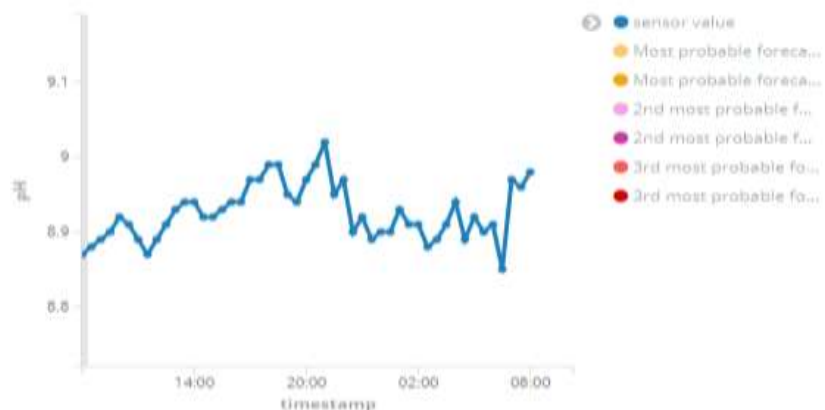
Installation av sensorer vid Lovön (vänster), samt mätsensorer (höger) Foto: Jacobo Canton.



Tillsättning av substanser till dricksvatten i kontrollerad testmiljö för utvärdering av bakteriesensorn. Foto Mats Eriksson.

Algoritmer har utvecklats för att genom maskininlärning förutspå kommande mätvärden baserat på insamlad data. Genom algoritmerna kan en indikation/larmsystem utvecklas för halter som avviker från förväntade värden. Sensorerna har kopplats till en framtagna IoT-plattform kallad “iWater Data Pipe”, ett system där data kan hämtas, lagras, bearbetas, analyseras och visualiseras. Användargränssnittet har anpassats så att användare utan relevant domänskunskap kan tolka resultaten.

forecast - pH: top three most recent predicted ranges



Realtidsmätning av vattnets pH-värde utanför Lovö vattenverk, data från IoT-plattformen "iWater Data Pipe".

Arbetspaket 6 – Affärsstrategi

En affärsstrategi har tagits fram för att förstå och möjliggöra affärsutvecklingen av resultaten. Arbetet har omfattat att identifiera vad som går att kommersialisera av den utvecklade lösningen inom iWater, hur lösningen levereras och hur värde genereras.

Arbetet har utförts i tre faser genom att:

- 1) Identifiera den tekniska värdekedjan för iWater och beskriva nyckelresultat.
- 2) Identifiera affärsvärdekedjan genom att lista intressenter, slutanvändare och kundsegment.
- 3) Definiera affärsvärdet inom iWater.

För att få information och underlag till affärsstrategin har workshops hållits mellan tänkta slutanvändare inom offentlig sektor samt deltagare från näringslivet för att identifiera behov och efterfrågan.

I samband med arbete med affärsstrategin har grundläggande frågor diskuterats. Slutsatsen är att det är en relativt låg teknologisk mognadsgrad för hela lösningen, vilket innebär att vidare arbete behöver utföras innan kommersialisering. Det har inneburit att det har varit svårt att ta fram en realistisk affärsmodell med en konkret affärsplan. Arbetet har primärt fokuserat på tre kommersialiserbara resultat; 1) algoritmer och databearbetning, 2) datavisualisering samt 3) en separat plattform likt den inom iWater som kan integreras till annan plattform (dvs en samlad lösning med plattform, algoritmer och sensorer).

Arbetspaket 7 – Digital miljöövervakning i en smart stad

I syfte att undersöka hur digital miljöövervakning av vatten kan vara en del av en smart stad har projektet samverkat med

programmet Smart stad för att förstå de tekniska kraven och möjligheterna med att använda sensorer som kopplats till en gemensam central plattform.

Genom löpande samarbeten och erfarenheter under projektets gång har det tydliggjorts inom vilka områden som digital vattenmiljöövervakning kan nyttjas och vilken data som ger värde för invånare i staden. Identifierade fokusområden där realtidsdata bedöms ge stort mervärde för invånare i staden avser övervakning av badvattenkvalitet.

Gällande stadens nuvarande arbetsprocesser är sensorer till stor del endast ett komplement till nuvarande provtagning. iWaterprojektet har visat att det är möjligt att utveckla en digital IoT-lösning för vattenövervakning av vissa parametrar. Den utvecklade lösningen har dock en låg teknologisk mognadsgrad, vilket innebär att vidare arbete behöver utföras innan tillämpning i arbetsprocesser är möjlig. Dock har vissa delar av vattenövervakningen identifierats som möjliga att digitalisera med nuvarande tillgängliga lösningar, som exempelvis att nyttja algoritmer för att bearbeta och analysera mätdata som erhålls från manuell provtagning.

Utvecklingsbehov för miljöförvaltningen

Genom iWater är det visat att det är möjligt att utveckla en digital IoT-lösning för vattenövervakning av vissa parametrar. Arbetet med affärsstrategin inom ramen för projektet har dock tydliggjort att den utvecklade lösningen har en låg teknologisk mognadsgrad, vilket innebär att vidare arbete behöver utföras innan kommersialisering är möjlig.

Projektmedverkan har medfört att förbättringspotential inom den befintliga verksamheten har identifierats samt att nyttor och möjligheter med digitala lösningar har utvärderats. Baserat på projektresultaten och erfarenheter har följande utvecklingsområden inom den befintliga verksamheten identifierats för potentiell framtida utveckling av digital övervakning av vattenkvalitet.

Utvecklingsbehov

Eventuella framtida digitala lösningar bör fokusera på två primära aspekter, dels hur digitalisering kan medföra nytta för miljöförvaltningens verksamhet, samt dels hur digitalisering kan medföra miljönytta samt värden för invånare.

Det finns ett stort behov av att effektivisera processen för provtagning, analys och datainsamling relaterat till miljöförvaltningens uppdrag att följa tillståndet i stadens vatten. En

digital lösning kan inte fullt ut tillämpas idag avseende hela processen för vattenövervakning. Dock bedöms delar av den nuvarande övervakningsprocessen kunna effektiviseras genom digitala verktyg för att samla, bearbeta och visualisera den data som finns och erhålls genom befintlig provtagning. En effektivisering av datahanteringen underlättar arbetsprocessen och medför att resultat avseende miljötillståndet kan kommuniceras med kortare tidsfördröjning.

Stadens arbete för bättre vattenkvalitet kan effektiviseras genom att nyttja digitala lösningar för att spåra felkopplingar eller brister i spillvattennätet genom mätningar av bakterieförekomst. En digitaliserad lösning kan potentiellt leda till att brister upptäcks och åtgärdas effektivare, något som på sikt ger bättre vattenkvalitet och rekreativevärden för invånare i staden. Möjligheten att nyttja sensorer för bakterieindikation bör utvärderas vidare.

I viss utsträckning kan digitala lösningar generera mer pålitliga resultat än den övervakning som sker idag, exempelvis avseende övervakning av algförekomst och giftiga cyanobakterier vid badplatser där det i dagsläget endast utförs okulär kontroll. En till viss del automatiserad badövervakning kan dessutom innebära möjligheten att i god tid kunna planera extrainsatta arbetsinsatser, såsom extrainsatt fältprovtagning och kommunikation i samband med avrådan för bad. Realtidsinformation om badvattenkvalitet bedöms ha stort värde för invånare i staden. Södertörns högskola har på miljöförvaltningens uppdrag genomfört en förstudie kring hur miljöförvaltningen skulle kunna presentera resultat av badvattenprovtagning digitalt och har tagit fram en prototyp för en app. Förutsättningen är att datainhämtningen görs tillgänglig digitalt.



Exempel på prototyp för att presentera badvattenkvalitet digitalt för invånare i staden. Prototyp framtagen av studenter på Södertörns högskola i samverkan med miljöförvaltningen.

Erfarenheter aktuella för förvaltningens framtida arbete

Möjligheter och svårigheter avseende att tillämpa digitala lösningar i offentlig verksamhet samt hur lösningar kan integreras med andra AI-verktyg har utvärderas kontinuerligt under projektets gång. Nuvarande miljöövervakning av vattenkvalitet utförs främst i ytvatten och vid badplatser där analys och provtagning i stor utsträckning ska utföras enligt standarder för korrekt utvärdering av resultat enligt gällande lagstiftning. Sensormätningar är därmed i de flesta fall enbart ett komplement till traditionell manuell övervakning för att få bättre tidsmässig och rumslig upplösning på data.

Kommersiella sensorer kan rent tekniskt anslutas till en stadsövergripande plattform för att integreras med annan IoT-data som luftövervakning, väderdata etc i en smart stad. Frågor om datasäkerhet och rådighet avseende digitala lösningar och insamlad data är komplex och är frågor som behöver redogöras i tidiga skeden.

Slutsats avseende miljöförvaltningens projektmedverkan

Projektmedverkan har resulterat i en ökad generell kännedom om IoT, plattformar, maskininlärning, säkerhetsfrågor samt möjligheter med olika lösningar. Genom samverkan med kunniga forskare och företagsaktörer har det dock även tydliggjorts att det krävs stor kompetens inom IoT och digitalisering för att fullt ut förstå möjligheter och svårigheter. Det är därför viktigt att fortsätta arbeta kontinuerligt med digitalisering av befintlig verksamhet och utvärdera nyttor, kostnader och potential med innovativa lösningar för att succesivt få en ökad förståelse för digitaliseringsmöjligheter.

Då det idag inte är möjligt att tillämpa en digital lösning för hela processen för övervakning av vattenkvalitet fullt ut har viktiga resultat från projektet utvärderats. Fokus vid utvärderingen har varit vilka konkreta digitala verktyg som kan ge mervärde i närtid avseende förvaltningens arbete med att följa tillståndet i stadens vatten, vilket har resulterat i följande förslag:

- Utvärdera möjligheten att nyttja digitala dataanalysverktyg för data som erhålls genom befintlig manuell provtagning.
- Utvärdera digitala mätmetoder för indikation av bakterieförekomst för att spåra felkopplingar eller brister i spillvattennätet.
- Utvärdera möjligheten att nyttja sensorer för mätning av badvattenkvalitet och förekomst av cyanobakterier.

De potentiella framtida utvecklingsområdena utgör förslag till vidare interna eller externa projekt som kan leda till mervärde för förvaltningens arbete för bättre vatten och som en del av förvaltningens digitala resa.