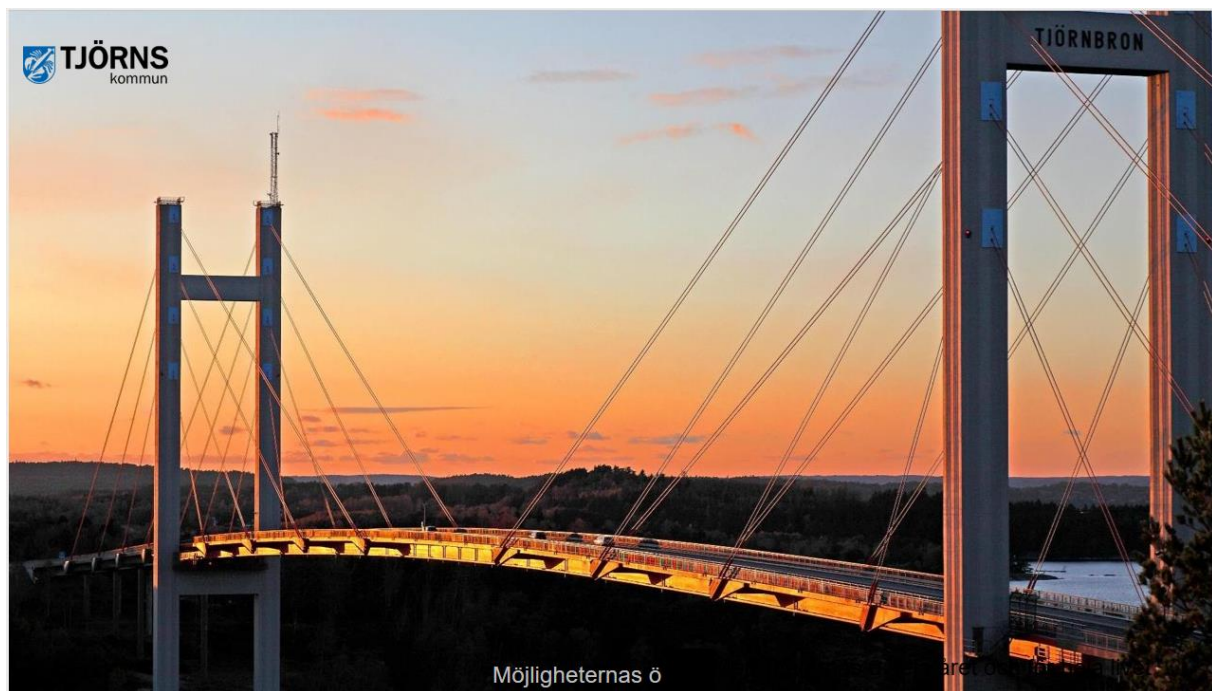


# Ingen H2O-brist med säker IoT-list.

Framtidssäkring för små kommuner och Tjörn, den Smarta Ön.



Rapportdatum: 2023-10-30

# 1 Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Innehållsförteckning</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Förord</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Sammanfattning</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Abstract</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Varför?</b>	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>Omvärld</b>	<b>10</b>
	6.1 Internationellt.....	10
	6.2 Nationellt .....	10
	6.3 Västra Götalandsregionen .....	11
<b>7</b>	<b>Syfte och mål</b>	<b>12</b>
<b>8</b>	<b>Projektgenomförande</b>	<b>13</b>
	8.1 Dataanalys och IoT-plattform (proof of concept) .....	14
	8.2 Utrullning av infrastruktur .....	14
	8.3 Cybersäkerhet.....	15
	8.4 Delning och kommunikation.....	15
	8.5 Jämställdhet och jämlikhet.....	15
	8.6 Organisationsutveckling.....	16
	8.7 IoT koncept SOLTAK .....	16
<b>9</b>	<b>Diskussion och slutsatser</b>	<b>17</b>
	9.1 Ekonomiska förutsättningar .....	17
	9.2 Datakvalitet .....	17
	9.3 Att äga sitt data .....	17
	9.4 Utmaning i arbetsgång.....	18
	9.5 Risk och säkerhet .....	18
	9.6 Kompetens.....	18
	9.7 Utforskande arbetssätt.....	18
	9.8 Resursfördelning i utforskande projekt .....	19
<b>10</b>	<b>Vad tar vi med oss framåt?</b>	<b>21</b>
	10.1 VA-enhetens perspektiv .....	21
	10.2 Insikter 21	
	10.2.1 Det agila arbetssättet.....	21
	10.2.2 Fokus på horisonten .....	21
	10.2.3 Ägandet .....	21
	10.2.4 Komplexitet.....	22
	10.2.5 Enkelhet.....	22
	10.2.6 Involvera politiken.....	22
	10.3 Konkreta aktiviteter i fortsatt arbete .....	22
	10.3.1 Digitala områdesmätare ger värdefulla data .....	22
	10.3.2 Säkra datakvalitet i alla delar av IoT systemet.....	22
	10.3.3 100% täckningsgrad LoRaWAN.....	23
	10.3.4 Fortsätta rulla smarta vattenmätare till hushållen.....	23

10.3.5	Fler verksamheter utforskar IoT med hjälp av Soltak.....	23
10.3.6	Kommunövergripande arbeten tar vid .....	23
<b>11</b>	<b>Bilaga 1: Dataanalys och IoT-plattform</b>	<b>24</b>
11.1	Koncepten IoT-plattform och IoT-arkitektur .....	25
11.1.1	Syftet med en prototypplattform .....	26
11.2	Prototypprojektets arkitektur .....	26
11.3	Kundmätare.....	27
11.4	Områdesmätare .....	28
11.5	Nätleverantör.....	28
11.6	SCADA-leverantör .....	29
11.7	IoT-plattformen.....	29
11.7.1	Kommunikation .....	30
11.7.2	Avkodning .....	30
11.7.3	Bearbetning & regler.....	30
11.7.4	Lagring.....	30
11.7.5	Säkerhet .....	31
11.7.6	Gränssnitt & managering.....	31
11.7.7	Presentation & användning .....	31
11.7.8	Aktörer .....	31
11.8	Prototypapplikationens komponenter .....	32
11.9	Forskningen .....	35
11.10	Utökad dataanalys .....	36
11.10.1	Klustering.....	36
11.10.2	Kvalitetskontroll på distans .....	38
11.10.3	Hur påverkar mätosäkerheten våra analyser? .....	39
11.10.4	Nyckeltal .....	40
11.10.5	Överlämning Soltak .....	40
<b>12</b>	<b>Bilaga 2: Utrullning av infrastruktur</b>	<b>41</b>
12.1	Utrullning av LoRaWAN .....	41
12.2	Utrullning av vattenmätare i tidsbegränsat fönster .....	41
<b>13</b>	<b>Bilaga 3: Cybersäkerhet</b>	<b>43</b>
13.1	Roll för cybersäkerhet i projektet .....	43
13.2	Nuvarande lösning - teknologier .....	44
13.3	Nuvarande lösning – beskrivning.....	45
13.4	Punkter för vidare analys och förbättring .....	46
13.5	Konsekvens av attacker .....	46
13.6	Best practices.....	46
13.7	Utmaningar med expanderings av systemet .....	47
13.8	Risikanalys.....	47
13.9	Cybersäkerhetskompetens .....	48
13.10	Slutsats	48
<b>14</b>	<b>Bilaga 4: Jämställdhet &amp; jämlikhet</b>	<b>50</b>
14.1	Lärande i projektgruppen .....	50
14.2	Påverkan på vattenabbonenterna (fördjupning) .....	51
<b>15</b>	<b>Bilaga 5: Delning &amp; kommunikation</b>	<b>52</b>

15.1	Intern förankring kring projektet .....	52	
15.2	Externt nätverksbyggande .....	52	
15.3	Externt kommunnätverk .....	52	
15.4	Intern kommunikation och publicitet .....	53	
15.5	Mässan Vatten 2023 i Göteborg .....	53	
15.6	Nationella programmet Digital Mognad .....	54	
15.7	Den publika slutrapporten .....	54	
<b>16</b>	<b>Bilaga 6: Organisation</b>		<b>55</b>
16.1	Mycket gemensamt med andra IoT-satsningar .....	55	
16.2	Bakomliggande drivkrafter till systemansats.....	55	
16.3	Kartläggning – från nuläge till önskat läge.....	56	
16.4	Effektivisering kontra innovation .....	58	
16.5	Fokusområden och målbildsarbete.....	59	
16.5.1	Målbildsarbete .....	59	
16.5.2	Involvera alla medarbetare .....	59	
16.5.3	Förutsättningar för förflyttning.....	60	
16.6	Innovationsarbetets utmaningar.....	60	
16.7	Sammanfattade reflektioner och rekommendationer.....	61	
<b>17</b>	<b>Bilaga 7: IoT koncept SOLTAK</b>		<b>63</b>
17.1	Den nya organisatoriska enheten Projekt och Innovation .....	63	
17.2	IoT som tjänst.....	63	
17.2.1	Delleverans sensorer.....	64	
17.2.2	Delleverans kommunikation .....	65	
17.2.3	Delleverans IoT-plattform .....	65	
17.2.4	Delleverans presentation och datadelning .....	66	
17.3	Ekonomi	66	
17.4	Sammanfattning.....	66	
<b>18</b>	<b>Litteraturförteckning</b>		<b>68</b>

## 2 Förord

Arbetet har utförts inom Strategiska innovationsprogrammet IoT Sverige, en gemensam satsning av Vinnova, Formas och Energimyndigheten.



Med stöd från

**VINNOVA**  
Sveriges innovationsmyndighet

 **Energimyndigheten**

**FORMAS**

Strategiska  
innovations-  
program

**Deltagande projektparter** är Guard AB, RISE, Soltak AB och Tjörns kommun.

**Rapportförfattare** är Eva Arvidsson, David Andersson, Catarina Cani och Anders Nilsson (konsult) från Tjörns kommun, Rikard Höglund, Ingrid Kihlander, Alexander Kloutscheck, Olle Penttinen, Eva Stattin från RISE samt Robert Petersson och Jessica Risberg från Soltak AB.

**Projektmedlemmar** har varit Mikael Persson Guard AB, Rikard Höglund, Ingrid Kihlander, Alexander Kloutscheck, Josefine Klingberg, Maya Miltell, Olle Penttinen, Eva Stattin, Mattias Vesterlund från RISE, Jonas Hall, Robert Petersson och Jessica Risberg från Soltak AB, David Andersson, Jörgen Aronsson, Eva Arvidsson, Catarina Cani, Jonas Da Silva Larsson, Torbjörn Hall, Zarah Joling, Jimmy Joss, Caroline Jönsson, Anders Nilsson (konsult), Magdalena Romanov från Tjörns kommun.



**Styrgruppen** har bestått av David Andersson, Marie-Louise Bergqvist, Magdalena Patriksson, och Lill Yngvesson från Tjörns kommun samt Anna Bondesson från RISE.

Ett innerligt tack för bra diskussioner och samtal riktar vi till deltagande kommuner i kommunnätverket; Härryda, Lilla Edet, Kungsbacka, Stenungsund och Öckerö.

Särskilt tack till VA-Syd, Jönköpings län, Smart City Lab, Länsstyrelsen i Västra Götaland och alla leverantörer som svarat på frågor, delat med sig av sitt kunnande och gett oss goda råd under arbetets gång.

Slutligen vill vi tacka samhällsbyggnadsnämnden och kommunstyrelsen i Tjörns kommun för att ni uppmuntrade innovationsprojektet i samband med uppstarten och för att ni hejat på projektet under arbetets gång.



### 3 Sammanfattning

I detta prototypprojekt (Vinnovas diarienummer 2021-04452) har Tjörns kommun tagit de första stegen på den lilla kommunens IoT-resa i samarbete med forskningsinstitutet RISE, det kommunägda tjänstebolaget Soltak samt SCADA-förvaltaren Guard. Arbetet i prototypprojektet har utförts med finansiering av det strategiska innovationsprogrammet IoT Sverige, en gemensam satsning av Vinnova, Formas och Energimyndigheten.

Tjörns VA-organisation har tillsammans med specialister från kommunstyrelseförvaltningen och projektets övriga parter banat väg för uppskalning av en IoT-plattform. Arbetet möjliggör ett data- och insiktsdrivet arbetssätt samt IoT-lösningar för kommunkoncernen såväl som för kommunerna som ingår i Soltak.

Projektet har följts av flera västsvenska kommuner via återkommande digitala träffar inom projektets kommunnätverk. Förhoppningsvis kan fler svenska små och medelstora kommuner, som befinner sig i startgrupparna, inspireras och dra lärdom av Tjörns initiativ och erfarenheter för att påbörja sin egen IoT-resa.

Vi tror också att slutsatser från projektet kan få spridning i leverantörsleden när det gäller utformning av produkter och tjänster. Säkerhet, transparens, dialog, funktionalitet, ägandeskap och inlåsnings effekter är nyckelfaktorer som beaktas.

Vi hoppas att rapporten kan förklara begreppet IoT och vad en IoT-plattform egentligen är och hur den relaterar till andra produkter och tjänster i ett IoT-system. Vi har exemplifierat detta med vår prototypapplikation för Tjörns VA-förvaltning. I prototypapplikationen analyseras trådlöst överförd förbrukningsdata från ett femtiotal fastigheter på ön. Vi visar hur detta kan kombineras med data från SCADA-system för att kvantifiera vattenförluster i ett delområde. Ett skalbart koncept. Det arbetet har i sig givit VA-förvaltningen nya insikter kopplat till kvalitetssäkring av data, integration av delsystem, samt vikten av intern kommunikation och organisationsutveckling för att anpassa verksamheten till nya metoder.

Vi synliggör vilka värden IoT och ett datadrivet arbetssätt skapar i verksamheten och för samhället. Rapporten är skriven med specialister, utvecklingsledare och personer i beslutande ställning som primära målgrupper.

Nyckelord: IoT, cybersäkerhet, transparens, dialog, ägande, inlåsnings, organisation



## 4 Abstract

In this prototype project (Vinnova's diary number 2021-04452), the municipality of Tjörn has taken the first steps on their IoT journey in collaboration with RISE, the municipality-owned service company Soltak and Guard, a developer of SCADA systems. The work in the prototype project has been carried out with funding from the strategic innovation program IoT Sweden, a joint venture of Vinnova, Formas and the Swedish Energy Agency.

Tjörn's VA organization, together with specialists from the municipal board administration and other project members, has paved the way for a scalable IoT platform. The work enables a data- and insight-driven way of working as well as IoT solutions for Tjörn municipality as well as for the municipalities that are part of Soltak.

The project has been followed by several municipalities in western Sweden via recurring digital meetings within the project's municipal network. Hopefully, more Swedish small and medium-sized municipalities, which are eager to digitize themselves, can be inspired and learn from Tjörn's initiative and experiences to start their own IoT journey.

We also believe that conclusions from the project can be disseminated in the supply chain when it comes to the design of products and services. Security, transparency, dialogue, functionality, ownership and lock-in effects are key factors considered.

We hope that the report can explain the concept of IoT and what an IoT platform really is and how it relates to other products and services in an IoT system. We have exemplified this with our prototype application for Tjörn's VA administration. In the prototype application, wirelessly transmitted consumption data from around fifty properties on the island is analysed. We show how this can be combined with data from SCADA systems to quantify water losses within a DMA. A scalable concept. That work has given the VA administration new insights linked to quality assurance of data, integration of subsystems, as well as the importance of internal communication and organizational development to adapt operations to new methods.

We highlight the value IoT and a data-driven way of working generate for the management and for society. The report is written with specialists, development managers and people in decision-making positions as primary target groups.

Key words: IoT, cyber security, transparency, dialogue, ownership, lock-in effects, organization



## 5 Varför?

Tjörn är den lilla ö-kommunen med en betydande utmaning inom vattenförsörjningen.

Det finns en hållbar och expansiv tillväxtambition i Tjörns kommun och visionen "Möjligheternas ö" avser en åretruntlevande ö med fortsatt blomstrande näringsliv och turism. Kommunen lider dock tidvis av vattenbrist.

Tjörn har en av Sveriges högsta vattentaxor, bland annat på grund av omfattande läckage i vattensystemet och ett stort komplext ledningsnät per anslutning. Vattensvinnet är betydligt högre på Tjörn, ungefär 33–40%, jämfört med ett kommunalt genomsnitt på 20%. Det är problematiskt att förlora så mycket av denna värdefulla resurs, särskilt med tanke på den globala klimatförändringen som innebär längre torrperioder. Det kan på sikt påverka förmågan att tillhandahålla dricksvatten på Tjörn, och i extrema fall kan råvattentäkten tömmas helt. Detta har även fört med sig att kommunen har tvingats avstå från att stödja vattenkrävande industrier, som till exempel livsmedelsproduktion.

Ambitionen med detta projekt var att, tillsammans med flertalet andra åtgärder, skapa förutsättningar för en hållbar och robust vattenförsörjning för kommunens 16 000 invånare, lika många sommarboende, 2 000 näringslivsidkare och 30 000 turistnätter under tre intensiva sommarmånader.

Kommunen arbetar historiskt ytterst traditionellt och manuellt med problematiken i det gamla vattennätet, vilket inte är hållbart. Hypotesen var att vattenläckage kan lokaliseras med hjälp av ett nätverk av smarta vattenmätare och att åtgärdsbehov kan prioriteras, beslut kan fattas och underhåll kan planeras baserat på analyser av data från vattenmätarna. Syftet med projektet var därför att ta fram en prototyp baserad på smarta vattenmätare och en IoT-plattform anpassad för den lilla kommunens förutsättningar. Projektets resultat ville kommunen använda som hävstång för ett brett nyttjande av IoT framåt, men startpunkten och prioriteringen för detta projekt var att finna lösningar på det akuta vattenläckaget.

Då aktuella data är samhällskritisk och kommunen saknar digitala spetskompetenser skapar säkerhetsfrågorna trösklar för att få fart i användningen av smarta digitala lösningar. Cybersäkerhet blev därför ett fokusområde och en röd tråd i projektet.

I verksamheter som vill bli mer datadrivna och utvecklas med stöd av digitala lösningar är organisatoriska förmågor centrala. Att skapa samsyn kring skillnaden mellan effektivisering och innovation har också varit viktig, för att hitta balans i hur organisationen jobbar med att förbättra den existerande verksamheten och hur vi jobbar med utforskande av nya möjligheter. I detta projekt ville vi därför, jämte de mer tekniska och säkerhetsrelaterade aspekterna vid införande av IoT, jobba med roller, arbetssätt och kompetens ur ett organisatoriskt perspektiv. Fokus i projektet blev organisationens behov av förflyttning och förmåga till förnyelse, att öka förståelsen för systematisk innovationsledning och nå en generell kunskapshöjning kring agila arbetsmetoder och data- och insiktsdrivna arbetssätt.

Alla dessa möjligheter ville vi utforska i projektet *Ingen H2O-brist, med säker IoT-list*.

## 6 Omvärld

### 6.1 Internationellt

På ett internationellt plan finns ett antal länder som tagit stora steg mot digitalisering av vattensektorn. Behov och lösningar skiljer sig till viss del åt vilket i stort kan härledas till geografiska olikheter, ekonomiska, politiska, sociala och tekniska förutsättningar.

Tittar man på förmågan att reducera icke debiterbart vatten (eng. non-revenue water, NRW), vilket inkluderar både läckage och förbrukning som inte mäts, så lyfts ofta Singapore fram som ett föregångsland. Utöver smarta vattenmätare och realtidsövervakning så har man även god kontroll över systemtrycket, vilket gör att trycket kan reduceras i systemet när ett läckage detekteras. På så sätt når de ett NRW närmare 5 %.

Även Tyskland och Danmark har varit lyckosamma gällande NRW, delvis på grund av lyckade tekniska implementeringar, men i Danmark också med regulatorisk lagstiftning vilket ger incitament för en god vattenhushållning. Vattenbolagen i Danmark får betala en avgift till staten för mängden NRW. Idag ligger man på ett NRW av ca 6-7 %.

I Japan är NRW också lågt, men där har man åtminstone historiskt kombinerat avancerad teknikutveckling med ett relativt högt antal medarbetare vilket bidragit till ett gott dagligt underhåll. Man har också byggt och dimensionerat näten under en period av kraftig utveckling och återhämtning i efterkrigstiden. Man har tagit med sig erfarenheter därifrån och satsat på att bygga en motståndskraftig infrastruktur vilket resulterar i ett NRW på ca 7 % idag.

I Storbritannien arbetar man på ett sätt som liknar det vi har för avsikt att göra. Där har man också ett åldrande ledningsnät och man upplever att implementeringen av DMAer, district metering areas, eller det vi kallar sektionering visat sig fungera väl.

När vi jämför olika länder behöver man minnas att det finns faktorer som skiljer dem åt, som påverkar förutsättningarna för implementering av nya tekniska lösningar och arbetssätt. Det kan exempelvis vara stora skillnader i meterledning per capita. I ett tätbefolkat område blir det lättare att lokalisera läckor. Mäter man mängden NRW i termer av kubikmeter per meterledning hamnar dock både Danmark och Tyskland högt på listan återigen varför vi kan betrakta dem som föregångsländer.

Till slut behöver man dock ställa sig frågan, vilken nivå av NRW är rimligt att satsa på? När kostar det mer än det smakar. Detta är sannolikt en komplex fråga att svara på. Svaret kommer dessutom skilja sig åt då man behöver väga in aspekter som klimatförändringar, klimatpåverkan, demografiska förändringar, näringslivsutveckling, turism, etc.

### 6.2 Nationellt

På ett nationellt plan finns det gällande smarta vattenmätare ett par aktörer som vi väljer att lyfta fram. Det som tilltalar oss i deras ansats är valet av produkter, leverantörer och arkitektur, vilket signalerar att man i grunden försöker undvika inlåsnings effekter och bygger ett system där VA-förvaltningarna själva äger och hanterar sitt data.

VA-Syd har sedan en tid tillbaka arbetat fokuserat med uppkopplade vattenmätare och sektionering av sina vattennät. Man har byggt en plattform som liknar vår, komponentmässigt, men man har också valt att testa en kommersiell produkt för läckagelokaliserings och kvantifiering. Även NSVA är aktiva inom området med en liknande plattformslösning.

När vi tidigare frågat andra större kommuner, så har det ansetts vara för dyrt för dessa att byta till uppkopplade debiteringsmätare. Nu börjar förhållningssättet ändras och vi ser att vissa ändå går i VA-Syds fotspår. För kommuner, oavsett storlek är plattformslieferantörernas prismodeller och inlåsnings effekter en starkt bidragande faktor till besluten. Projektet har följts av ett västsvenskt kommunnätverk där flera kommuner vittnat om problematiken med inlåsnings effekter. Det är inte bara realisering av infrastrukturen som kostar. Förvaltningen med licensavtal och kostnader för trafik och support, blir något kommunerna behöver ha täckning för. Det är här vårt projekt blir relevant. Vi lyfter tekniska, organisatoriska och säkerhetsmässiga aspekter ur den mindre kommunens perspektiv, med syfte att bana väg för en snabbare digitalisering inom offentlig sektor nationellt.

### 6.3 Västra Götalandsregionen

Under 2022 presenterar regionen sin förstudie *Internet of Things (IoT) – Smart samverkan i region Västra Götaland* (Västra Götalandsregionen, 2023). Projektet som föreslås ska underlätta och skapa förutsättningar för samverkan och etablera en gemensam plattform för IoT. Enligt rapporten kommer flertalet samhällsutmaningar vi står inför, som klimatkris, miljöförstöring, urbanisering och en åldrande befolkning, att kräva en ökad grad av resurseffektivitet och datadrivna beslutsunderlag. Internet of Things (IoT) ses som en avgörande teknologi för digitalisering av vårt samhälle.

Projektet *Smart region Västra Götaland blir verklighet*, som inleds våren 2023 och tar fart hösten 2023, syftar till att realisera en länsgemensam samverkan kring IoT. Nyttorna som projektet skall ge är:

- En länsgemensam IoT-plattform som är effektivare och billigare för branschneutrala behov.
- Nyckelfärdig plattform – enkel att ansluta sig till.
- Tillgång till regional samordnare, samverkansforum och kompetensgruppering inom IoT.

På längre sikt ska projektet bidra till:

- Förenklad delning av data mellan organisationer.
- Goda förutsättningar för att upprätta "best practice" - att lära av varandra och återanvända utvecklade koncept.

En dialog mellan Tjörn och VGR har inletts vilket senare har resulterat i ett samarbete inom ramen för VGR:s IoT-projekt. Eftersom Tjörns IoT-satsning ligger steget före och arbetet inte kan pausas har Tjörn beslutat att teckna ett kortare avtal gällande IoT-plattform. Avsikten är att ansluta till VGR:s IoT-plattform när det är möjligt.

## 7 Syfte och mål

Projektmålet var att utveckla en prototyp för att lokalisera vattenläckor med hjälp av data från smarta vattenmätare, samt en säker och skalbar IoT-plattform för den "lilla" kommunen.

Det långsiktiga syftet har varit att presentera ett förhållningsätt till IoT som är applicerbart på kommuner med Tjörns kompetens- och resursmässiga förutsättningar. Man har i mindre kommuner till skillnad från större, inte samma förutsättningar att ensamma bära kostnader och inneha kompetens för utveckling och förvaltning av komplexa IoT-lösningar.

Erfarenheter från ett agilt arbetssätt med en prototypplattform för VA-organisationen skulle ge kommunen tillräcklig kompetens för en efterföljande uppskalning mot andra förvaltningar och kommuner. Redan under projektiden engagerades därför ett kompetensnätverk av kommuner i regionen för att förenkla denna uppskalning. Resultatspridningen utgör också den en viktig komponent för att effektmålen ska uppnås på nationellt plan.



Figur 1. Samhällsviktig verksamhet

## 8 Projektgenomförande

"Messen ist Wissen" sa Werner von Siemens en gång. Att mäta är att veta, tycks de flesta vara ense om. Annika Ekvall, doktor inom VA-teknik och Vattenvårdsdirektör på Länsstyrelsen i Västra Götaland menar att tillgången på vatten i framtiden inte är en självklarhet och att vi därför behöver få koll på vår vattenförbrukning. - "Vi måste reagera, planera och agera tillsammans" (Wennstig, 2023).

Det finns goda förutsättningar för att mäta, reagera, planera och agera när man har utrymme för det, när man har goda finanser, sitter på egen kompetens, har en utvecklingsavdelning och en digitaliseringsstrategi. Då har man tid att lyfta blicken, tänka utveckling och att arbeta med de organisatoriska och strategiska frågorna.

Det vi ser, framför allt i de mindre av Sveriges 290 kommuner, är en annan situation. Här finns inte alla gånger utrymme att lyfta blicken och diskutera visioner. Det finns inte tid att ta ett steg tillbaka och reflektera kring alternativa strategier. Det saknas resurser och förmåga att attrahera nödvändig kompetens. Det handlar om att släcka bränder. Detta vittnar flera av de mindre kommunerna om.

Man skulle lite högtidligt kunna säga att det här projektet har inneburit ett andrum för Tjörns kommuns VA-organisation. Ett rum med högt i tak där kommunen, med sin digitala strateg i spetsen, med SCADA-leverantörer, IT-samordnare samt forskare, system-, organisations- och innovationsutvecklare från RISE, haft möjlighet att utforska IoT-lösningar anpassade för den lilla kommunen.

Vi bestämde oss tidigt för ett agilt arbetssätt, då resultaten och vägen dit var utforskad och inte förutbestämd. Arbetet delades ursprungligen in i sju parallella arbetspaket, med ett team och en delprojektledare per paket;

1. *Dataanalys och IoT-plattform (proof of concept)*
2. *Utrullning av infrastruktur*
3. *Cybersäkerhet*
4. *Organisationsutveckling*
5. *Delning och kommunikation*
6. *Jämställdhet och jämlikhet*

När projektet efter en tid fick tilläggsfinansiering kunde vi utvidga arbetspaketet *Organisationsutveckling* samt lägga till ytterligare ett;

7. *IoT-koncept SOLTAK*

Arbetet har synkats i s.k. sprint-reviews var tredje vecka, där utförda aktiviteter från respektive paket samt planering inför kommande sprint diskuterats. Projektets sprint-reviews har utgjort en arena där vi utöver problemlösning lärt känna varandra i projektgruppen och skapat en Vi-känsla, en förutsättning för samskapande.

Det pågår idag initiativ på flera håll, bla inom ramen för IoT-Sverige och vi har därför hållit oss ajour med utveckling och diskussioner inom projekt, program och initiativ som Smart City Lab (RISE, 2022), Task Force VA vilket är en del av Smart City Lab, samt forskningsprogrammet Mistra Inframaint (Mistra Inframaint, 2023).



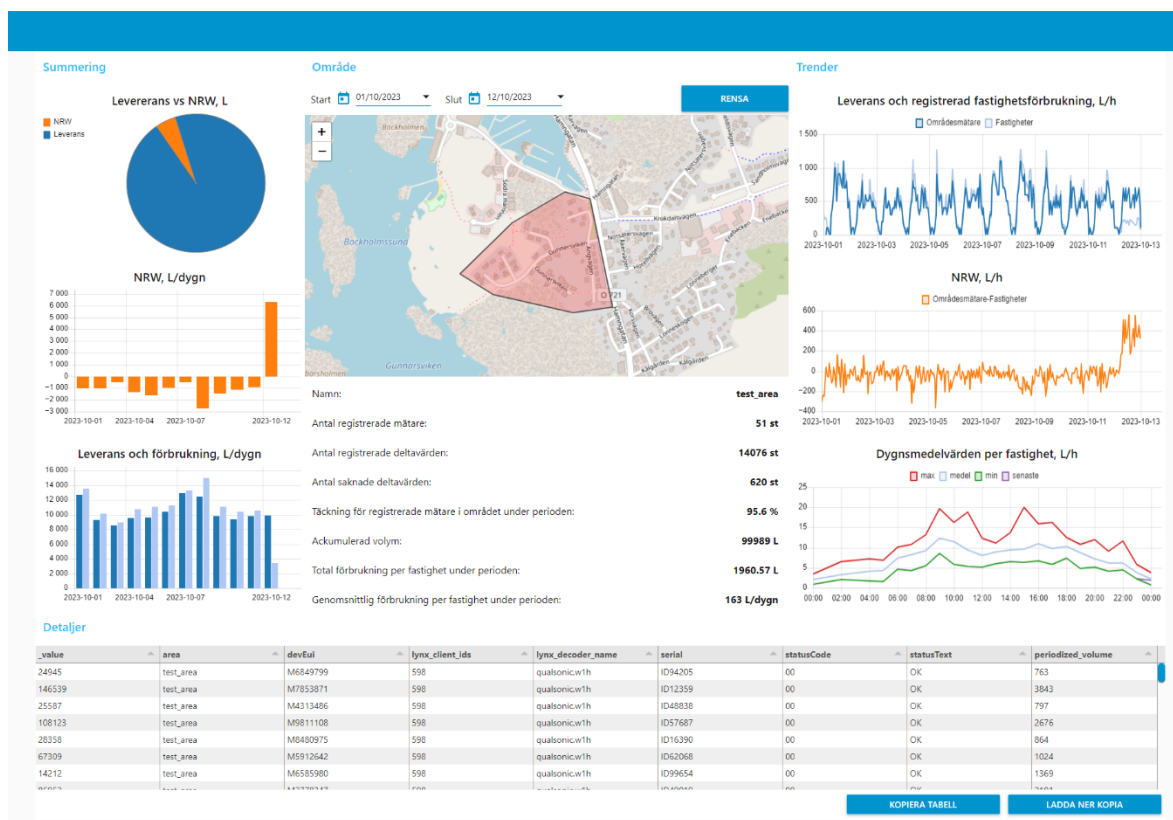
## 8.1 Dataanalys och IoT-plattform (proof of concept)

Vi har haft som målsättning att kvantifiera läckaget i ett delområde i Tjörns kommuns dricksvattennät, vidare benämnt som testbädden. Genom att bygga en prototypplattform med full transparens för den interna projektgruppen har vi undersökt möjligheterna att analysera data från uppkopplade vattenmätare. Utöver de mjuka, organisatoriska delarna har vårt fokus legat på säkerhet, nyckelkomponenter för hantering av data, samt möjligheter till framtida uppskalning. Vårt förhållningssätt har varit "100 % lärande" istället för "100 % rätt", med syftet att projektresultaten ska mynna ut i ett material som andra kommuner kan lära och inspireras av.

De största utmaningarna har legat i att identifiera och kombinera IoT-systemets nyckelkomponenter, något som man i en kommersiell plattform redan beaktat. Vi har haft några tekniska trösklar kopplat till avkodning av fastighetsmätare och inhämtning av data från områdesmätare.

När vi summerar projektet har vi rent tekniskt kunnat kombinera nödvändiga nyckelkomponenter och beräknat en absolut och relativ förlust av distribuerad volym i testbädden. Vi har byggt en prototypplattform med ett användargränssnitt, se Figur 2, där vi visualiserar nyckeltal och statistik för Tjörns kommuns VA-förvaltning. Detta ger insikter och uppslag för fortsatt utveckling och uppskalning.

Läs mer om hur i Bilaga 1: Dataanalys och IoT-plattform.



Figur 2. Prototypplattformens användargränssnitt

## 8.2 Utrullning av infrastruktur

Delprojektets målsättning var att bygga de infrastrukturella förutsättningarna för projektet och möjliggöra skalning till hela kommunens dricksvattennät samt övriga verksamheter i Tjörns kommun. Fokus har legat på att öka LoraWAN-nätets täckningsgrad till cirka 80 % av

kommunens yta samt att ersätta en stor mängd analoga vattenmätare. Under projektperioden om 18 månader har 1 500 smarta vattenmätare, av totalt 5 200, installerats hos vattenabbonenter.

Den största utmaningen för delprojektet var pandemin. Komponentbristen ledde till leveransproblem för smarta vattenmätare vilket i sin tur orsakade utmaningar att följa den av SWEDAC reglerade vattenmätarbytarplanen. Pandemin krävde också nya arbetssätt för att kunna utföra säker hantering av vattenmätarbyten hemma hos privatpersoner.

Initialt prioriterade VA-organisationen omsorgsfullt byten av vattenmätare till ett delområde i Tjörns kommuns dricksvattennät så att projektet kunde få tillgång till en testbädd för datainsamling och utveckling av prototypen.

Läs mer om detta arbete i Bilaga 2: Utrullning av infrastruktur.

### **8.3 Cybersäkerhet**

Eftersom detta projekt berör kritisk infrastruktur, mer specifikt dricksvattennät, har cybersäkerhet varit en viktig faktor att beakta under projektets genomförande. Attacker mot vattensystem kan ha allvarliga konsekvenser för samhälle, miljö och ekonomi. Det är kritiskt att undvika säkerhetsincidenter i system för att övervaka vattentillförsel som kan leda till driftstopp eller andra negativa effekter. Målsättningen har därför varit att använda välbeprövade säkerhetslösningar och protokoll.

Under projektet har arbetet med cybersäkerhet gjorts från ett antal aspekter. Dels har vi granskat de kommunikationsprotokoll som används i relevanta nätverk och system. Utöver det har nätverkstopologin undersökts och dokumenterats. Vidare har vi arbetat med eventuella konsekvenser av attacker och sätt att förbättra nuvarande system. Vi är medvetna om att expanderings av systemet kan medföra nya säkerhetsutmaningar och har därför tagit med oss denna vetskap i vår analys. En riskanalys har utförts med syfte att dokumentera och bättre förstå eventuella risker och identifiera relevanta åtgärder.

Läs mer om arbetet med cybersäkerhet i Bilaga 3: Cybersäkerhet.

### **8.4 Delning och kommunikation**

Under projektets gång har det bedrivits ett systematiskt och omfattande arbete med samverkan, kunskapsdelning, förankring och spridning av information i interna och externa kanaler.

Läs mer i Bilaga 5: Delning och kommunikation.

### **8.5 Jämställdhet och jämlikhet**

I samband med ansökan om finansiering till projektet, konstaterade vi att jämställdhet och jämlikhet var utforskade frågor där vi var osäkra och inte besatt så mycket kunskap. Redan på första projektmötet startade läranderesan genom att avsätta tid för att börja djupdyka i ämnet. Då ställde vi oss frågan - Vad har jämlikhet med vattenläckor att göra? Nu när projektet har avslutats kommer projektmedlemmarna att svara - Vattenläckor har allt med jämlikhet att göra!

Läs mer om hur vattenläckor och jämlikhet hänger ihop och hur projektet tog sig an dessa grundpelare för social hållbarhet i vårt samhälle i Bilaga 6: Jämställdhet och jämlikhet.



## 8.6 Organisationsutveckling

En generell utmaning för små kommuner är personberoenden och svårighet att rekrytera och behålla kompetens. Samtidigt behövs en ökad förmåga att kunna lösa komplexa problem i samverkan. För att lösa problemen vill Tjörn bland annat åstadkomma en bred systemförändring där alla medarbetare ges förutsättningar att bidra med sin kompetens, i så väl samverkan och som samskapande inom och utom den egna organisationen.

I projektets lärandeprocess har det tydliggjorts att kompetens ute på fältet i kombination med IOT-system kan bli ett verkansfullt stöd för att lokalisera vattenläckor. Den lilla kommunens stora personberoenden och sårbarhet när medarbetare slutar samt mognad kring förnyelsearbete identifierades som hinder. Därför accelererade vi arbetet med hjälp av tilläggsansökan "Kraftsamling för systeminnovation" med två initiativ:

1. Fördjupa systemsynen på innovationsarbetet i organisationsutvecklingen.
2. Utöka projektet med en ny projektpart, det kommunägda bolaget Soltak AB.

Du kan läsa mer om drivkrafterna bakom och om hur vi arbetade med organisationsutvecklingen i Bilaga 6: Organisationsutveckling.

## 8.7 IoT koncept SOLTAK

Svårigheter att rekrytera och behålla spetskompetens inom IT och digitalisering är väl så utmanande som kompetensförsörjningen i stort. Som en del i lösningen har Tjörn utökat projektet med en ny projektpart, Soltak AB, som genom sitt uppdrag och kommunövergripande verksamhet har förutsättningar att utveckla varumärket för att attrahera specialister samt att utöka verksamheten till att omfatta stöd för digitalisering och innovation.

Med stöd av tilläggsprojektet har Soltak omstrukturerat sin IT-organisation. Man testar nu med inspiration från prototypprojektet en lösning med en kommersiell IoT-plattform som bas för fortsatt utveckling. Soltak bygger infrastruktur för att matcha verksamhetens behov och man stämmer av systemets funktionalitet mot RISEs prototypplattform. Tanken är att Soltak utvecklar nödvändig kompetens för att förvalta en gemensam IoT-plattform för ägarkommunerna. Man fokuserar initialt på Tjörns VA-förvaltning men breddar sig parallellt mot fastighetsförvaltningen, kultur och fritid, renhållning etc. Nyckeln till framgång stavas SAMSKAPANDE.

Läs mer om Soltaks arbetet i Bilaga 7: IoT koncept SOLTAK.

## 9 Diskussion och slutsatser

### 9.1 Ekonomiska förutsättningar

En insikt vi fått under resan är att de kommersiellt inriktade plattformslieferantörerna eventuellt bör se över sina licensmodeller. Flertalet baserar licenskostnaden på antalet uppkopplade IoT-enheter, eller mängden data som skickas under en viss tidsperiod. Man nyttjar ibland kostnadsintervall där det är ganska billigt att testa plattformen med ett mindre antal sensorer medan priset plötsligt höjs kraftigt när antalet mätare stiger. Det kan exempelvis bli flerfaldigt dyrare att ha 1 001 sensorer uppkopplade än 999, vilket hämmar skalbarheten och nyttoeffekterna. Även om Tjörn är en välmående kommun kan man inte ensam bära kostanden för förvaltning av den här typen av system. Hur kostnaden ska fördelas mellan förvaltningar blir också starkt beroende av prismodellerna. Jämför exempelvis en kommun med ett fåtal sensorer kopplade till livbojar eller papperskorgar jämfört med en kommun som helhjärtat digitaliserar sitt dricksvattennät med 5 200 vattenmätare. Ett råd från projektgruppen till leverantörerna blir därför att se över prismodeller och sträva efter en mer dynamisk prissättning.

Omvänt kommer uppkopplade vattenmätare ge förutsättningar för ändrade prismodeller gentemot slutkonsument. Här finns potential för nya prismodeller, styrmedel, som indirekt kan påverka VA-förvaltarens ekonomi, resursanvändning och miljöpåverkan.

### 9.2 Datakvalitet

Kopplat till datakvalitet har ett fåtal brister uppdragats. Såväl internt hos kommunen som externt hos leverantörer. Internt gäller det främst hantering av k-faktorer i SCADA-systemet, men i viss mån förekommer också motstridiga uppgifter om ledningsnätets konfiguration. I grunden handlar detta förmodligen om de tidigare organisatoriska förutsättningarna och kvalitetsarbetet. Organisationen är inne i en förändringsprocess vilket delvis accelererats av detta projekt. Man kommer framöver ha bättre förutsättningar att följa upp avvikelser och kvalitetssäkra rutiner och dataflöden. Vidare i kommunikationskedjan tänker vi framför allt också på kvaliteten i den trådlösa täckningen. Avsaknad av data från sensorer påverkar analyserna.

### 9.3 Att äga sitt data

Ett perspektiv som tydliggjorts under projektets gång är vikten av ägande. Att VA-lieferantören har äganderätt eller åtminstone full nyttjanderätt och tillgång till rådata. Kommuner och andra offentliga aktörer vill ha kontroll över sin data utan beroende av tredje part (RISE, 2023). Det räcker inte längre med att det tekniskt går att hämta in data som behandlats eller modifierats av tredje part. Man undviker på så sätt inlåsnings effekter. En IoT-plattform med öppna gränssnitt såväl mot sensor-/nätverksleverantör som mot senare kundapplikationer ger flexibilitet och möjlighet till uppskalning vilket leder till en effektiv/agil förvaltning.

Inom detta ämne finns även aspekten av nya EU-direktiv om att den offentliga sektorn bör tillgängliggöra data (Regeringskansliet, 2022). Härmed ökar vikten för kommuner och övriga offentliga aktörer att anpassa sina system för att kunna följa direktiven. Detta arbete stöds bland annat av initiativ som Nationella Dataverkstaden (Om Dataverkstad, 2023) och systerprojektet Smart City Lab som har hög relevans för vårt projekt.

## 9.4 Utmaning i arbetsgång

Det agila arbetssättet med återkommande sprintar har visat sig vara en bra metodik. Den tekniska utvecklingen har dock tidvis stannat av. Utmaningen i längre innovationsprojekt tycks vara att bibehålla nödvändiga incitament för genomförande hos samtliga parter. Man hamnar lätt i en beroendesituation där en part blir beroende av en annan för ett fortsatt genomförande. Om den andra parten dessutom är tvingad att prioritera andra uppdrag kan förseningar uppstå vilket påverkar måluppfyllelsen. Det är egentligen viktigt redan i inledningen, i ansökningsfasen, att diskutera leverabler, förväntningar och incitament så att parterna är eniga om en gemensam målbild när projektet väl drar igång. Det är även fördel om man initialt kan komma överens om ett antal vägledande samverkansprinciper som man kan gå tillbaka till om/när problem uppstår.

## 9.5 Risk och säkerhet

Säkerhet har varit huvudfokus i flera projektmöten. Det går att bygga säkra system. Ett systematiskt arbetssätt underlättar. Vi gjorde initialt en säkerhetsklassning med hjälp av SKRs klassningsverktyg KLASSA (SKR, 2023). Med utgångspunkt i detta resultat konfigurerade vi ett system med identifierade säkerhetsrutiner på plats. I slutändan vill vi dock poängtera att oavsett ett fulländat säkerhetsarbete kan den mänskliga faktorn ändå vara det som lämnar luckor i en till synes tät fasad.

## 9.6 Kompetens

Vi är alla domänexperter. Utmaningen blir att dela tillräckligt mycket av vår kompetens mellan oss så att vi förstår varandra och det problem vi gemensamt ställs inför. Här är dialogen viktig. Vi menar att alla projektdeltagare lärt sig mycket, men störst har nog kompetensresan varit hos Tjörns VA-organisation eftersom projektet innebär att verksamheten digitaliseras. Här har man delvis med stöd av projektet sett över sin organisation, kvalitetssäkrat sina system, påbörjat en kompetensutvecklingsresa, lärt sig vad IoT är och vilka möjligheter det ger. Tidigare kompetenser behövs fortfarande. Den nya tekniken löser inte allt, men den kommer att bidra till ett säkrare och mer uppdaterat beslutsunderlag för VA-organisationen i det operativa arbetet. Det är tydligt att kommunen och SOLTAK behöver tillsätta personer med kompetens inom digitalisering och IoT för att förstå området. Har man den grundläggande kompetensen på plats blir det enklare att navigera bland erbjudanden, och kravställa i upphandlingar. Det sista vi vill slå ett slag för är kompetensspridning. Vi undviker gärna inlåsningseffekter på ett tekniskt plan men vi bör även göra vad vi kan för att undvika ett personberoende. Kompetensen får inte gå förlorad om eller när en person byter uppdrag.

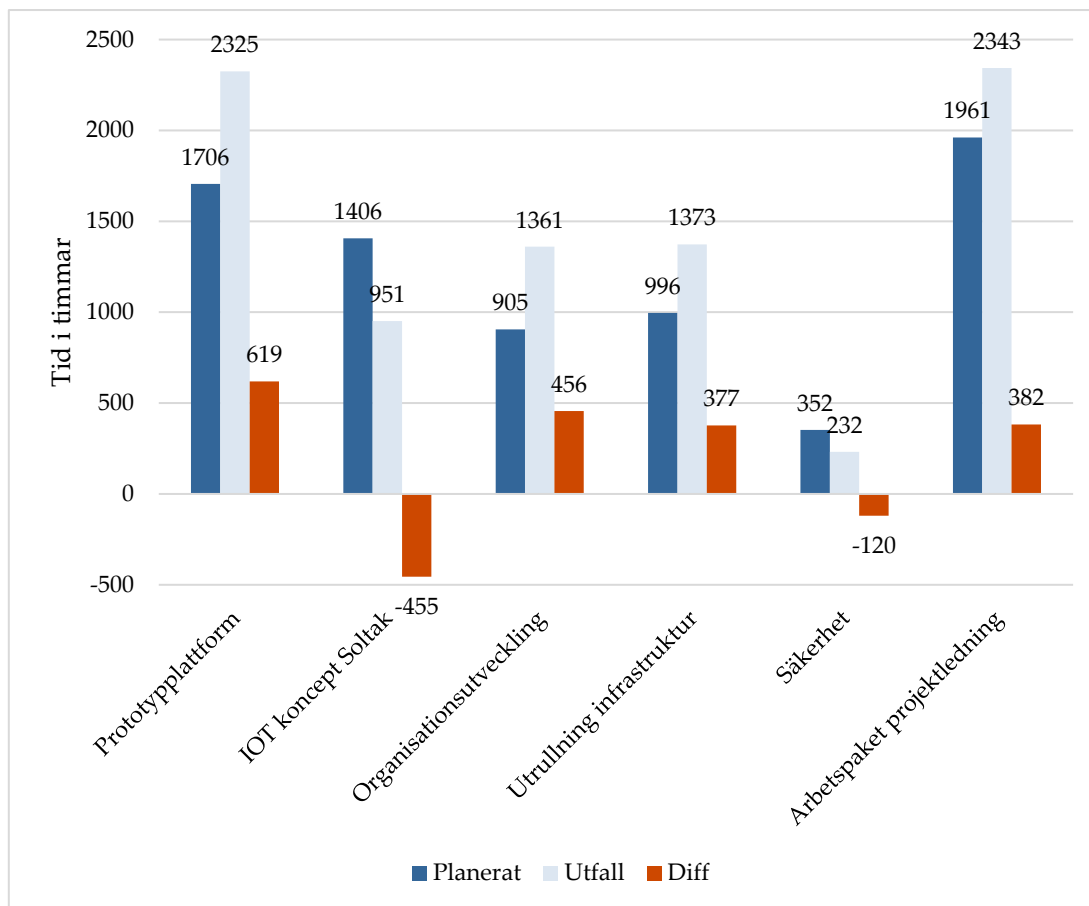
## 9.7 Utforskande arbetssätt

Det blir tydligt att det inte bara är tekniska aspekter som säkerhet och interoperabilitet som står i fokus utan även mjuka frågor som användbarhet, mobilitet och organisationens förutsättningar och behov av förändring och innovationsförmåga. Man behöver också utforska hur nya tekniker och metoder påverkar kunder och samhället i stort.

Med detta projekt visar vi andra aktörer och beslutsfattare att det inte alla gånger behövs utredningar och ett top-down-perspektiv för att åstadkomma disruptiv förändring utan att det ibland går att ta sig an komplexa frågeställningar med ett agilt och utforskande arbetssätt.

## 9.8 Resursfördelning i utforskande projekt

Planerat vs verkligt utfall av nedlagd tid synliggör vilka anpassningar det utforskande arbetssättet resulterat i under projektperioden (18 månader). Nedan resonerar vi kortfattat kring några av de större skillnaderna i utfall jämfört med antaganden som gjordes i det initiala planeringsarbetet. Bilagorna i denna rapport fördjupar insikter och erfarenheter från projektets olika arbetspaket.



Figur 3. Anpassning av resursfördelning under projektperioden.

- Utvecklingen av prototypen visade sig vara mer komplex och omfattande än bedömningarna i planeringsarbetet. Det ändrade omvärldsläget belyste vikten av ett grundligt säkerhetsarbete. Vi utvärderade en kommersiell plattformslösning, men valde efter en tid att gå för en egen lösning för full kontroll och transparens. Det innebar utveckling av lågnivåalgoritmer för avkodning av mätare, samt upprättande av databaser. Det mest tidsödande arbetet var dock implementeringen av en säker överföring av data från SCADA-systemet till prototypplattformen.
- Arbetet med design och beslut gällande Soltaks IOT koncept gick betydligt smidigare och snabbare än förväntat. Resurser kunde omfördelas till inköp och produktionssättning av en IoT-plattform, rekrytera en IoT-utvecklare, integrera SCADA-systemet och att genomföra överlämning från RISE till Soltak.

- Projektet valde att satsa betydligt mer på organisationsutveckling än planerat från början. Det är i organisationen, med en ökad mognad kopplat till förnyelsearbete och datadrivna arbetssätt, grunden läggs för att skala upp och få ut värdet av den nya IoT-plattformen. Satsningen ger också en långsiktig framtidssäkring av verksamheten.
- Utrullning av infrastruktur med smarta vattenmätare, områdesmätare och LoRaWAN, har trots utmaningar kopplat till pandemin genomförts i en högre takt än planerat. Istället för 1200 mätare har 1500 rullats ut till hushållen.
- Cybersäkerheten har varit en röd tråd i projektet. Det goda samarbetet inom projektet och spetskompetensen som projektet haft tillgång till har bidragit till ökad kunskapsnivå generellt i Tjörns organisation och synliggjort var åtgärder skall sättas in. Det har också skapat en större trygghet i digitaliseringsarbetet och trösklarna för att "våga" digitalisera har minskat avsevärt. Effektivt kompetensutnyttjande har medfört att viss tid omfördelats till andra områden.
- I arbetspaketet projektledning har projektet satsat rejält på jämställdhets- och jämlikhetsarbetet, intern och extern kommunikation samt kunskapsdelning i ett kommunnätverk. Projektet har också prioriterat god representation i IoT Sveriges konferenser.

## 10 Vad tar vi med oss framåt?

Det tvärssektoriella arbetssättet har resulterat i ett flertal insikter. Det har berikat oss på ett individuellt plan och flera av dessa insikter färgar vårt fortsatta arbete. Arbetet har även resulterat i flera uppslag för kommande konkreta aktiviteter.

### 10.1 VA-enhetens perspektiv

Vi vill gärna dela ett citat som exempel på insikter från projektdeltagare från VA-organisationen:

*”Tänk vad jag lärt mig av en liten pryl, en så kallad smart vattenmätare. Jag har fått insikter om vad som krävs för att den ska kunna kommunicera med omvärlden, om säkerhetsaspekter och risker när vi jobbar med den, vilka nya kunskaper vi kan få med hjälp av den data den samlar in och hur utmanande det kan vara att få alla delarna på plats, både fysiskt och organisatoriskt. Och vi som bara skulle byta vattenmätare ...”.*

### 10.2 Insikter

#### 10.2.1 Det agila arbetssättet

Det agila arbetssättet i den kompetensmässigt breda aktörskonstellationen har varit en framgångsfaktor. Mixen av kompetenser kräver ett öppet och tillitsfullt förhållningsätt för att mötas med olika terminologier och perspektiv. Den utforskande miljön förutsätter en förståelse över att utvecklingen inte följer en linjär process. Aktörskonstellationens kärna har bibehållits men ytterligare kompetenser har temporärt knutits till projektet vid behov. Processen har mognat och vi ser framöver möjligheter att bjuda in externa intressenter för samspel och dialog under liknande former.

#### 10.2.2 Fokus på horisonten

Förändring är obekvämt ibland. Utmanas tidigare förhållningssätt, tekniker och organisationer kan det skava. Det blir därför viktigt att lyfta blicken från de kortsiktiga resultaten och fokusera på visionen och effektmålen. Nya arbetssätt kan utmana tidigare normer, värderingar och affärsmodeller. Komplexa frågeställningar löser man inte på egen hand så samverkan blir en förutsättning för att lyckas. Det blir därför viktigt att involvera ALLA aktörer i processen och säkerställa att målbilden matchar parternas incitament för medverkan. Systemperspektivet kräver lite mer arbete men ger väldigt mycket tillbaka. Allt fler efterfrågar system med hög grad av öppenhet och interoperabilitet, vilket kommer ställa krav på standardisering, något som underlättar framtida uppskalning.

#### 10.2.3 Ägandet

Med ägande avser vi dels den mjuka aspekten i vem som äger IoT-frågan. En naturlig del i marknadsföring är att säga sig ha koll på läget. Mer än en leverantör har någon gång sträckt på sig och sagt att de har den bästa lösningen. Leverantörer besitter i många fall en hög teknisk kompetens och levererar fantastiska produkter. I de kommunala förvaltningarna är man dock domänexperter och den kompetensen är ovärderlig för att bli en kompetent beställare. För att lösa komplexa frågor krävs samarbete mellan kunder och leverantörer. Som kommun och domänexpert kan och bör vi väga in och premiera leverantörers framtidsorientering och involvering av kunderna i utvecklingsprocessen i våra upphandlingar.

Det är också givet att kommunerna ska ha teknisk tillgång till och juridiskt äga den data som genereras för verksamheten. Ska vi kunna lösa komplexa frågeställningar som exempelvis global energioptimering blir det inte effektivt att data placeras i silos hos enskilda leverantörer. Då ges endast möjlighet till optimering av enskilda delsystem. En sömlös integration mellan leverantörer och beställare faciliterar utveckling i komplexa frågor. Vissa leverantörer lyfter redan detta (Kensby, 2023).

#### **10.2.4 Komplexitet**

I arbetet med prototypen har vi bara lyft på locket till framtida analys- och utvecklingsmöjligheter. De analyser som tidigare skett manuellt går nu att automatisera och den strukturerade inhämtningen av förbrukningsdata, går att nyttja proaktivt för klustring, kvalitetsgranskning och prognostisering mm. Detta kommer sannolikt utvecklas i positiv riktning när ytterligare datakällor kan knytas till plattformen. En kommungemensam IoT-lösning möjliggör aggregering av intern- såväl som extern data, som på sikt kan användas för automatiserade analyser av enskilda förvaltningars bidrag till hållbarhetslöfte, etc.

#### **10.2.5 Enkelhet**

Även om plattformen på sikt kan ge svar på komplexa frågeställningar är det initialt viktigt att ha något enkelt och värdeskapande att visa upp. Ett verkligt och brett problem med faktiskt påverkan på människors existens, som vattenförlust, blir enkelt att ta till sig vilket har visat sig vara en framgångsfaktor när man delar och sprider kunskande till andra.

#### **10.2.6 Involvera politiken**

I det fortsatta arbetet har vi även med oss värdet av att jobba aktivt med att involvera politiker i frågor som rör innovation och utforskande initiativ. Det nya affärsområdet i Soltak skapades efter att styrelsen, bestående av politiker från medlemskommunerna, uppmuntrat satsningen. Detta har ett signalvärde som ger legitimitet åt innovationsarbete i alla medlemskommuner.

### **10.3 Konkreta aktiviteter i fortsatt arbete**

En av tankarna med projektet var att bli en katalysator för "den smarta ön" med integrerad datainsamling och att använda vattenläckageproblematiken för att visa på de konkreta möjligheterna med IoT. Det finns flera aktiviteter som bör prioriteras i närtid.

#### **10.3.1 Digitala områdesmätare ger värdefulla data**

Uppkopplade fastighetsmätare är en tillgång som reducerar bruset i läckageanalyser, ger möjlighet till detaljerad prognostisering etc. Eftersom läckaget är en prioriterad fråga, bör man dock initialt fokusera på fortsatt sektionering av vattennätet och automatiserad analys av nattförbrukning via data från områdesmätare i dessa sektioner.

#### **10.3.2 Säkra datakvalitet i alla delar av IoT systemet**

Fokuserar vi på fastighetsmätare och områdesmätare från prototypprojektet krävs en kvalitetssäkring av alla delar i IoT-systemet. En genomlysning av områdesmätarnas konfiguration är prioriterad. Mätarnas k-faktorer (proportionalitetskonstanter) för mA-utgång bör kontrolleras. Pulsutgångar bör konfigureras till så hög upplösning som möjligt utifrån tekniska begränsningar (batteri, överföringshastighet, lagring etc). SCADA-systemets omvandlingsfaktorer och enheter bör ses över. Säkerställa att den digitala informationen



bevaras med ursprunglig upplösning vid överföring till IoT-plattform. Kontrollera att avkodare av fastighetsmätare motsvarar payloadspecifikationen. Verifiera beräkningar och automationer, samt tidsstämpling i IoT-plattformen och senare applikationer mot slutanvändare. Man bör avslutningsvis också beakta mätarnas osäkerhet vid tolkning av analysresultaten och vara medveten om att mätosäkerheten påverkar beräknade differenser.

### **10.3.3 100% täckningsgrad LoRaWAN**

I prototypplattformen har vi sett att LoRaWAN-täckningen tydligt påverkar analyserna. Det blir därför vid fortsatt utrullning av fastighetsmätare nödvändigt att komplettera med LoRaWAN-gateways i områden med bristfällig täckning. Det blir sannolikt svårt att åstadkomma 100 % täckningsgrad över hela ön med LoRaWAN. Man kan redan nu planera för alternativa kommunikationslösningar. Det finns exempelvis tekniker som möjliggör drive-by-avläsning.

### **10.3.4 Fortsätta rulla smarta vattenmätare till hushållen**

Utrullning av smarta vattenmätare regleras av SWEDAC's vattenmätarbytarplan och sker kontinuerligt över en 10 års period. Att genomföra bytet snabbare skulle vara regulatoriskt möjligt men innebär samtidigt en större investering i närtid och samtidigt i grunden förändra hur arbetet med vattenmätarbyten organiseras i framtiden. Här krävs en avvägning av nytta mot kostnad.

### **10.3.5 Fler verksamheter utforskar IoT med hjälp av Soltak**

Soltaks målsättning är att skala plattformen mot fler förvaltningar och kommuner. Uppskalningens hastighet är avgörande för dess fortlevnad. Det krävs en tillräcklig kritisk massa för att IoT-plattformen ska bära sig ekonomiskt. Det blir därför viktigt att knyta fler aktörer till plattformen, något som Soltak redan arbetar aktivt med.

### **10.3.6 Kommunövergripande arbeten tar vid**

Under projektets gång har ett arbete med en social hållbarhetsstrategi startats i kommunen med jämlikhet och jämställdhet som grundpelare. Kommunens strategier har följt projektet och arbetar nu brett med frågorna i kommunen.

Kommunens ledning har nyligen fått en ny struktur och agenda med tydliga kommundemensamma fokusområden för mandatperioden. Med erfarenheterna från projektet som grund diskuteras ett ledar- och medarbetarskapsprogram där innovationsledningsprinciperna (ISO56000) kan bli vägledande i utvecklingen av det kommunövergripande programmet.

Vi ser därmed att organisationsutvecklingen och jämställdhet- och jämlikhetsfrågorna får en naturlig fortsättning i kommunens utvecklingsarbete.

## 11 Bilaga 1: Dataanalys och IoT-plattform

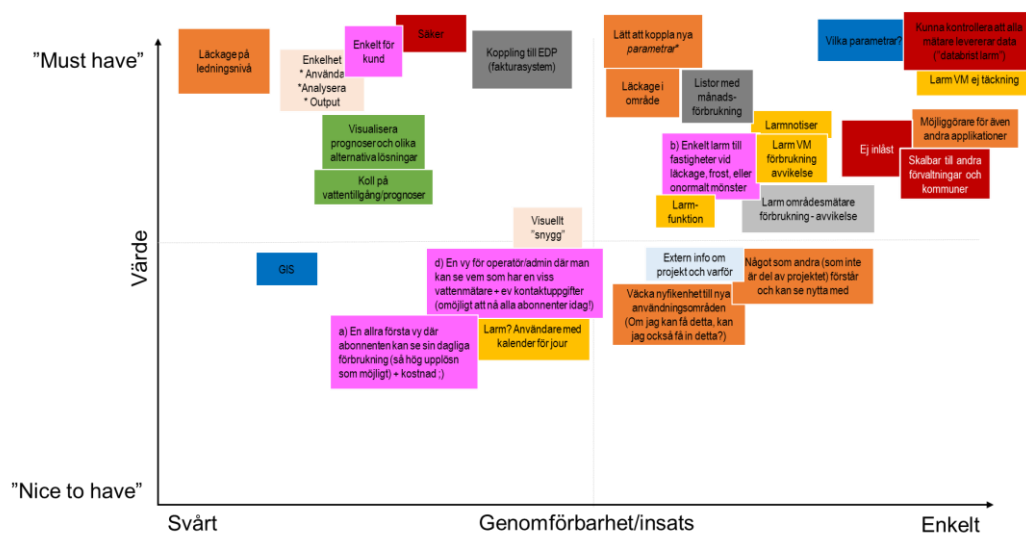
Målet har varit att bygga en prototyp för en IoT-plattform eller egentligen en IoT-infrastruktur som är förvaltningsbar med den lilla kommunens förutsättningar. Fokus för prototypen har legat på VA-organisationen då det där funnits ett uttalat behov av att komma till rätta med vattenläckaget. Visionen är att vårt arbete ska kunna ligga till grund för en senare uppskalning till andra förvaltningar och kommuner.

Vi har haft ett agilt förhållningssätt, vilket gjort att vi på kort tid kunnat ställa om och utforska alternativa lösningsmetoder när yttre faktorer påverkats projektets framdrift. En kontinuerlig dialog och öppen atmosfär inom projektgruppen har varit nycklar för att bygga tillit och kompetens. Det har varit viktigt att involvera behovsägarna, i detta fall primärt Tjörns VA-förvaltning i utvecklingen för att tillgodose behoven. För att fånga mjuka och hårda krav och förväntningar anordnades därför exempelvis en designworkshop, dedikerad specifikt för utformningen av prototypplattformen.



Figur 4. Bilder från arbetet under designworkshopen

Deltagarna rangordnade sina önskemål efter värde och genomförbarhet vilket resulterat i en prioriteringskarta där vi som utvecklare lagt fokus på funktioner med höga värden på båda axlar.



Figur 5. Resultat från designworkshop

Den kontinuerliga dialogen inom projektgruppen rörande digital strategi, VA-förvaltning, dataskydd, IT, systeminnovation, processledning, innovationsledning, cybersäkerhet, systemutveckling, mätteknik, SCADA-system, kommunikation och hållbarhet har också färgat utvecklingen.



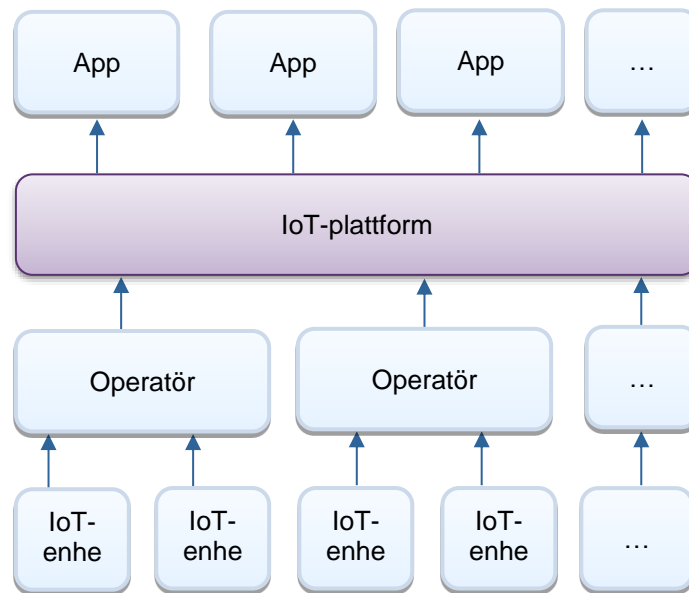
Figur 6. RISEs systemutvecklare summerar designkraven inför arbetet med prototypplattformen

Projektets samlade insiktsbank blir framförallt viktig för kommunen att ta med sig nu, efter projektet, när vi förväntar oss att förvaltnings- och uppskalningsarbetet tar fart.

## 11.1 Koncepten IoT-plattform och IoT-arkitektur

Organisationen "IoT Sverige" definierar begreppet IoT (eng. Internet of Things) som ett samlingsnamn för de tekniker som gör att saker med inbyggd elektronik och internetuppkoppling, kan styras eller utbyta data över ett nätverk. Exempel på sådana tekniska föremål kan vara hushållsapparater, kläder, maskiner, fordon och byggnader. IoT syftar alltså både på de bakomliggande tekniker som används samt själva föremålen som ansluts till internet.

En IoT-plattform definierar vi som en central plattform för att konvertera, lagra, kategorisera och administrera data från de uppkopplade föremål och tekniker som IoT innefattar. Till viss mån erbjuder en del plattformar enklare analyser samt visualiseringar i form av grafer och appar.



Figur 7. Principskiss för IoT-arkitektur

Figur 7 illustrerar en principarkitektur för IoT-enheter, nätverksoperatörer, själva IoT-plattformen och de applikationer som slutligen utgör gränssnitt mot användare eller integration mot andra system.

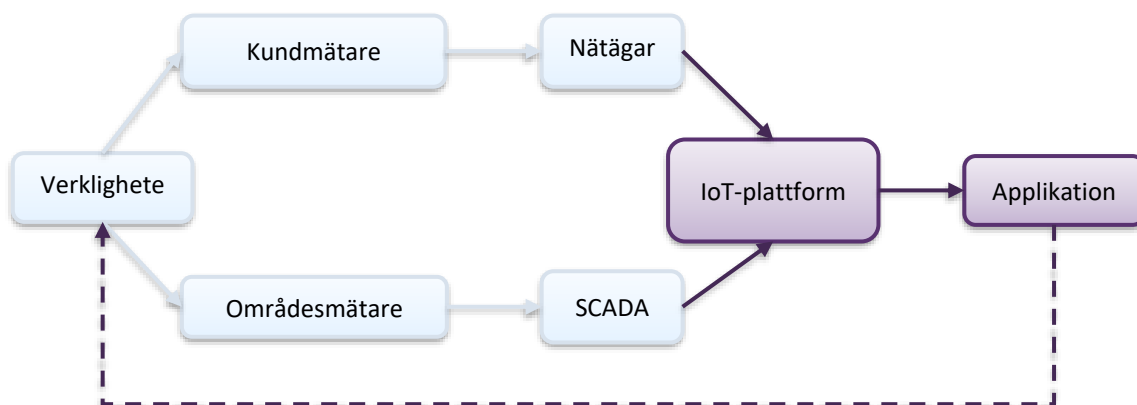
### 11.1.1 Syftet med en prototypplattform

VA-avdelningen är vår primära målgrupp i projektet. Ambitionen med projektets prototypplattform är i första hand att kvantifiera förlusterna i den del av ledningsnätet som kallas testbädd. Målet med kartläggningen och utvecklingen av en IoT-plattform för kommunen är att säkra tillgången på rent dricksvatten till kommunens invånare. Det är inte bara läckage, eller icke debiterbart vatten som påverkar tillgången. Med ökad datatillgång finns också möjlighet att följa användares beteenden och i förlängningen påverka kommunens invånare till en mer effektiv vattenkonsumtion. Tillgången på data från VA kan möjliggöra tilläggstjänster kopplat till andra förvaltningar eller externa aktörer. Vi har testat och jämfört ett par kommersiella plattformsalternativ inom projektet men slutligen valt att bygga en fristående lösning i egen regi. Vi har i detta projekt betraktat gränsen mellan prototypplattform och slutlig kundapplikation som något flytande. Detta för att erhålla full inblick och kontroll av infrastrukturens nyckelkomponenter. Det kan verka underligt att RISE utvecklat en egen prototypplattform i stället för att nyttja något av de kommersiella alternativ som finns. Syftet har dock inte varit att kommersialisera en ny plattform. Vi har i stället velat använda denna prototyp som en plattform för lärande. Ett sätt för kommunen att identifiera/utveckla och förstå vilka tekniker och funktioner som är nödvändiga i ett IoT-system och vilka som bara är "nice-to-have". Sveriges kommuner strävar efter enkla, effektiva, skalbara och billiga lösningar utan inlåsnings effekter. Det blir många komponenter i en sådan ekvation.

## 11.2 Prototypprojektets arkitektur

Verkligheten blir utgångspunkten i vår IoT-arkitektur. Det är där kommunens invånare bor och verkar, där vattnet levereras, förbrukas eller läcker ut. Vi väljer att inkludera verkligheten i detta för att belysa att den är vår referens, vårt facit. Det är verkligheten vi försöker skapa oss en bild av med hjälp av mätningar. Den data som flödesmätarna genererar översänds i vårt fall till en nätverksoperatör eller ett SCADA-system. IoT-plattformens uppgift blir att

aggregera data och metadata kopplat till sensorer och andra enheter, att hantera organisationer, användare och behörigheter mm. När data lagrats i en IoT-plattform kan vi sedan välja att utföra analyser på dessa aggregerade datamängder direkt i plattformen. Det går också att överföra data för analys i mer kundnära applikationer om man bedömer att det finns en vinst med detta.



Figur 8. IoT-infrastruktur för prototypprojektet. Fokus har legat på plattform och applikation.

Genom att studera data från områdesmätare nattetid får man en indikation om läckage. Kombinerar man områdesmätare med fastighetsmätare blir indikationerna säkrare. Framför allt blir det möjligt att bedöma läckaget under hela dygnet. Att kvantifiera läckaget i sitt ledningsnät med hjälp av sektionering ger ett databaserat beslutsunderlag för underhållsinsatser. Fördelen med att sektionera ledningsnätet är att läckage kan kvantifieras med bättre spatial upplösning. Man kan då prioritera vissa delområden i nätet i sitt underhållsarbete. Man kan exempelvis bestycka fler fastigheter med mätare i ett område där man förväntar sig större läckage, exempelvis på grund av ett äldre ledningsnät. Följande avsnitt beskriver de ingående delarna i projektets IoT-arkitektur.

### 11.3 Kundmätare

Kundmätare är de mätare som sitter ute hos kund och ligger till grund för debitering. Till skillnad från elmätare som per definition har tillgång till elnätet så finns inte denna garanti för vattenmätare. I stället är vanligtvis dessa vattenmätare batteridrivna. För att undvika batteribyte innan man uppnått den av SWEDAC reglerade utesittningstiden på 10 år krävs att mätaren är relativt energisnål. Det begränsar vilka tekniker mätaren kan använda för kommunikation samt hur ofta kommunikationen sker. Ett antal kommunikationstekniker existerar på LPWAN-marknaden (Low Power Wide Area Network). En av de mer populära teknikerna är LoRaWAN, vilken är den teknik Tjörns kommun valt för sina kundmätare via nätverksoperatören Netmore. Utöver LoRaWAN har mätaren även stöd för två konkurrerande protokoll NB-IoT, samt wM-Bus. Drive-by-teknik baserat på wM-Bus kan potentiellt bli nödvändig att använda i områden där det inte är möjligt att bygga ut LoRaWAN-infrastrukturen. LoRaWAN ger en relativt bra täckning över ön och man har då även haft möjlighet att utnyttja befintliga gateways (antennor) i grannkommuner för att få täckning i svårtillgängliga områden. Mätarna tillverkas av Litauiska Axioma och är av typen Ambiductor Qalqosonic W1. Det existerar fyra olika varianter av W1. När IoT-enheten väl är uppkopplad skickas data till nätverksoperatörens server i det man kallar för en "payload". Denna payload är oftast paketerad och kodad på ett sätt som gör att den behöver avkodas när den väl kommer till plattformen. I projektet har vi fokuserat på w1h, en modell vars

payload innehåller information om ackumulerad volym vid kommunikationstillfället samt historisk förbrukning föregående dygn. Meddelanden skickas från mätarna med 4 timmars mellanrum, då den historiska förbrukningen endast uppdateras en gång per dygn erfordras inte 100 % täckning för att återskapa förbrukningen per timme. Det är därför möjligt att missa några meddelanden per dygn utan att för den skull erhålla luckor i historiken. Den senast ackumulerade volymen uppdateras lokalt i mätaren och detta värde kan därför även erhållas efter avbrott i kommunikationen som överskridit 24 h.

Det kan nämnas att det med digitaliseringens intåg dykt upp ett antal nya mätarleverantörer på marknaden. Utvecklingen går snabbt. Typprovning av nya mätare enligt MID-direktiv utförs av ackrediterade laboratorier, men trots detta har vissa produktserier uppvisat "barnsjukdomar". Vi gör inga generella uttalanden om Axiomas tillförlitlighet eller kvalitet här, men kan konstatera att av de 1 500 st mätare Tjörn installerat har vi detekterat 4 st som uppvisat någon form av fabriktions- eller kommunikationsfel.

## 11.4 Områdesmätare

Områdesmätare är de mätare som sitter ute i ledningsnätet, ofta i vattentorn, huvudledningar eller avgreningar. Dessa ger en viktig blick in i hur det ser ut i ledningsnätet. Dessa mätare har andra förutsättningar än kundmätare. Områdesmätarna är kostsamma i inköp och att installera samt att detta även medför avbrott. Till skillnad från kundmätare kommunicerar inte områdesmätarna via LoRaWAN. I Tjörns kommun används olika kommunikationsgränssnitt beroende på modell av områdesmätare. I vissa fall är mätarna strömförsörjda, men det förekommer också att man använder batteridrivna loggrar för att överföra information om ackumulerad volym. Detta gör att områdesmätare har fler möjligheter till hur och hur ofta de rapporterar sin data. I den aktuella testbädden levererar mätaren en puls per 100 L vilket översätts till en ackumulerad volym av SCADA-systemet.

## 11.5 Nätleverantör

Likt hur en mobiltelefon ansluter till en telefonoperatörs mobilnät har det vuxit fram en marknad för nätoperatörer för trådlösa mätare. Med andra ord kan man låta sin trådlösa mätare ansluta till ett befintligt kommersiellt nätverk byggt för IoT-enheter i stället för att bygga sitt eget. Dessa operatörer ser sedan till att ta emot de trådlösa datapaketerna via mottagarmaster (gateways), lagra och sedan tillgängliggöra för sina kunder. På så vis kan en kund köpa en trådlös mätare och låta nätoperatören hantera kommunikationen. Till skillnad från traditionella mobilnät finns dock delar av ansvaret för täckning hos kunden dock. Om täckningen med befintliga mottagarmaster inom nätverket är otillräcklig kan kunden själv komplettera med nya master för att förbättra täckningen.

De mest populära kommunikationsprotokollen för trådlösa mätare i dessa sammanhang är LoRaWAN, NB-IoT, LTE-m med fler. Inom projektet har LoRaWAN som tidigare nämnts använts för att lösa den trådlösa uppkopplingen. Driften av LoRaWAN nätet har outsourcats till en extern nätverksoperatör, men i praktiken är det också möjligt att administrera en egen open-source LoRaWAN-server.

Tjörn har höjdskillnader vilket skapar radioskuggor. Fastighetsmätare är dessutom ofta placerade nere i källare försämrar signalkvaliteten ytterligare. För att erhålla fullgod täckning över ön har Tjörns kommun i dagsläget placerat ut fem LoRaWAN-gateways. I svårtillgängliga områden nyttjar man även grannkommuners gateways. Man når idag en täckningsgrad av 80% vid gynnsamma förhållanden. Förbrukning i icke uppkopplade



fastigheter eller fastigheter som saknar täckning intermittent leder till en ökad osäkerhet i analyserna. Det är därför sannolikt så att analys av nattleverans i områdesmätarna blir det man får arbeta med tills nätet är fullt utbyggt.

## 11.6 SCADA-leverantör

VA-avdelningen nyttjar idag GUARD Automation AS, vilka deltagit som projektpartner, för leverans och skötsel av sitt SCADA-system. GUARD har därför det yttersta ansvaret för konfiguration och integration av områdesmätarna i systemet. Här tillkommer utöver den mättekniska osäkerheten ytterligare komponenter kopplat till datakvalitet. Områdesmätarna konfigureras internt med en k-faktor för att leverera ett önskat antal pulser per volymenhet. Dessa pulser konverteras sedan återigen i SCADA-systemet till en ackumulerad volym. För att erhålla korrekt volym blir det därför mycket viktigt att SCADA-systemets konfiguration överensstämmer med områdesmätarna. En flödesmätare bör ur ett analysmässigt perspektiv också konfigureras så att den ger en god upplösning, förslagsvis 1 puls/L i vårt fall, så den matchar upplösningen hos fastighetsmätarna. Här kan drifttiden påverkas i det fall man har batteridrivna loggrar, vilket behöver beaktas. Utöver överensstämmande k-faktorer är också tidsstämplingen essentiell. Man behöver i efterhand kunna synkronisera förbrukningsprofiler på timnivå om beskrivna analyser ska gå att genomföra.

SCADA-systemet är hjärtat i en infrastruktur som lyder under säkerhetsskyddslagstiftning. Det är därför nödvändigt att iaktta försiktighetsåtgärder när data från ett sådant system ska analyseras. De åtgärder som vidtagits här är att vi begränsar oss till envägskommunikation, att enbart öppna en kommunikationsväg till ett externt system, samt att nyttja tekniker för säker kommunikation. En explicit beskrivning av dessa steg återges inte här men vi ger oss på en översiktlig sammanfattning.

Områdesmätarnas kommunikation har vållade oss initialt en del huvudbry. Här har Guard bidragit med värdefull kompetens som förvaltare av SCADA-systemet. Tanken var ursprungligen att skapa en koppling mellan SCADA-systemet och prototypplattformen via Guards molnlösning Guard Cloud. Guard Cloud bygger i grunden på Microsoft Azure vilket efter Shrems II-domen från EU-domstolen skulle kunna innebära att användandet av Azure riskerar att bedömas utgöra en överföring av personuppgifter till tredjeland i strid med dataskyddsregleringarna. Guard tog därför fram en mer lokal molnlösning, frikopplad från Microsoft Azure, men av tekniska orsaker kom man aldrig i mål med det alternativet. Som ett tredje spår försökte vi upprätta en anslutning med hjälp av OPC-DA mellan SCADA-server och prototypplattform. OPC-DA nyttjar Microsofts DCOM för porttilldelning vilket ledde till säkerhets- och implementeringsproblem i två organisationers brandväggar när vi försökte sammankoppla SCADA och prototypplattform på detta sätt. Den slutliga lösningen blev att konfigurera en intern OPC-DA lösning mellan VA-organisationens SCADA-server och den IoT-plattform Soltak börjat bygga baserat på erfarenheter från RISE prototypplattform. För att sluta kedjan och tillgängliggöra data från områdesmätare i RISEs prototypplattform har vi sedan upprättat en anslutning till Soltaks plattform. Fördelen med denna lösning är att Soltak har erhållit en koppling mellan SCADA-systemet och sin egen IoT-plattform redan nu.

## 11.7 IoT-plattformen

En IoT-plattform har som tidigare nämnts till uppgift att hantera data från sensorer eller andra typer av dataströmmar. För att lättare förstå vad en IoT-plattform faktiskt gör har dess funktionalitet beskrivits i generella termer, med viss koppling till vår implementation nedan.



### 11.7.1 Kommunikation

Det första en IoT-plattform förväntas bistå med är att lösa uppkopplingen av de IoT-enheter som kunden har. Det finns ingen formell standard för vilka kommunikationsprotokoll som finns inom ramen av IoT, men det finns vissa protokoll som är mer populära. En IoT-plattform förväntas ha ett brett stöd och supportera de allra flesta protokoll som finns inom branschen.

Erfarenheter visar att kommersiella IoT-plattformar skiljer sig åt här. Interaktionen med exempelvis nätägare ser olika ut bland plattformslieferantöerna. En plattformslieferantör läser exempelvis all data, inklusive metadata, från nätverksleverantören. En annan utelämnar taggar som knutits till sensorer i nätverksleverantörens portal. Detta kan påverka applikationsutveckling senare om exempelvis filtrering bygger på taggning via nätverksleverantör och är något man därför bör ha med sig i kravställning och upphandling.

I prototypplattformen har vi haft full rådhighet över gränssnittet mot nätverksoperatören. Vi har därför valt att lagra ett urval av nätverksoperatörens information. På så sätt har vi kunnat utelämna parametrar som drastiskt påverkar behov av utökat säkerhetsskydd.

### 11.7.2 Avkodning

Paketeringen och kodningen kan göras i två steg. Det är vanligt att paketera payloaden som en hexadecimal sträng för att underlätta överföring. Hur kundmätarnas payload är paketerad i vårt fall återfinns i en specifikation (Axioma Metering UAB, 2019). Baserat på denna specifikation kan man skapa en decoder som avkodar payloaden och översätter dess innehåll till läsbar information. Det existerar i många fall färdiga decoders för IoT-enheter. I Axiomamätarnas finns exempelvis en publicerad på GitHub (Alapetite, 2023) men dess funktionalitet är inte bekräftad.

Det går även att kryptera payloaden i ytterligare ett lager, vilket gör den oläslig utan tillgång till krypteringsnyckel. På så sätt kan man exempelvis undvika att exponera innehållet för nätverksoperatören. Detta kallas end-to-end-kryptering och behandlas ytterligare i Bilaga 3: Cybersäkerhet.

### 11.7.3 Bearbetning & regler

När data är avkodad finns det i de flesta IoT-plattformar möjligheten att bearbeta och förädla informationen innan den lagras. Detta kan vara allt från att göra enklare justeringar, medelvärdesbildning eller mer avancerade analyser.

Efter justering finns också ofta stöd för att applicera ett regelverk på data. Man använder sig av det som kallas regelmotor för att bygga enklare automationer. Detta kan till exempel vara att skicka ett larm om det kommer värden utanför ett intervall, spara till logg-fil eller styra ett relä. Vissa plattformar har även stöd för att köra AI-modeller.

### 11.7.4 Lagring

Sensordata kan ses som en tidsserie då det rör sig om mätningar över tid. IoT-plattformar nyttjar ofta en tidsseriedatabas som är en typ av databas som är optimerad för att lagra den typen av data. Projektet har löst detta genom att sätta upp en Influx-databas för sin prototypplattform. (InfluxDB Times Series Data Platform | InfluxData). Det finns även fler alternativ (Time series database - Wikipedia). I samband med lagring bör man se över sitt metadata så det är tillräckligt utförligt för tilltänkta applikationer.

### 11.7.5 Säkerhet

Vi har sett en förändring av säkerhetsläget internationellt, men den senaste tiden har fokus även riktats mot Sverige, inte minst i anslutning till NATO-processen. Vi har därför haft stort fokus på säkerhetsaspekter under utvecklingsfasen. Generellt brukar IoT-plattformar ha ett stort fokus på säkerhet. Detta inkluderar både att hantera data på ett säkert sätt men även att se till att rätt personer har tillgång till rätt information. Vi har valt att utelämnat känslig information när data lagras i projektets prototypplattform. På så sätt undviker vi konflikter med GDPR-lagstiftning, NIS-direktiv och säkerhetsskyddslagen. Mer om detta finns att läsa i Bilaga 3: Cybersäkerhet.

### 11.7.6 Gränssnitt & hantering

En central del av IoT-plattformar är det gränssnitt som kunden har tillgång till. Detta gränssnitt kan skilja sig lite men övergripande brukar denna möjliggöra främst två saker. Det första är att ge en överblick över kundens sensorer samt ge möjlighet att hantera dessa. Detta kan vara allt från att visa mätarnas senaste momentanvärden, historiska värden till att lägga till nya mätare.

Det andra är att hantera allt som berör organisation och användare. IoT-plattformar har i regel system för att kunden ska kunna sätta upp sina användare i en organisatorisk struktur på ett sådant sätt att olika användare har olika rättigheter. Dessa rättigheter kan reflektera allt från möjligheten att lägga till nya sensorer till att kunna ta del av viss information på plattformen.

I projektet har vi undersökt användarhantering i kommersiella plattformsalternativ. I vår prototypplattform har vi givit läsbehörighet till ett urval personer för möjlighet till interaktiv utvärdering av plattformen. Fokus har inte legat på användarhanteringen, behörigheter och policys då plan för fortsatt förvaltning av en plattform bygger på upphandling av ett kommersiellt alternativ för kommunen där dessa delar bör existera.

### 11.7.7 Presentation & användning

En sak som är gemensamt för de flesta IoT-plattformar är att de erbjuder enkla gränssnitt för kunden att själv koppla vidare data till den applikation som kunden önskar. Så om plattformen själv inte erbjuder tillräckligt med visualiseringar eller analyser så finns det alltid goda möjligheter för att kunden själv ska kunna göra detta i en annan tjänst. Ofta erbjuds mer än ett sorts API för att kunna hämta ut data e.g. REST och MQTT som är vanligast. Det är inte heller ovanligt med specialbyggda integrationer mot specifika applikationer, t.ex. Grafana eller Node-Red. Denna typ av integrationer underlättar applikationsutveckling.

Ingen API-utveckling har skett i vår prototypplattform av tidigare nämnda skäl. Kommunen bör ha möjlighet att kravställa detta i framtida upphandling av kommersiellt alternativt. Däremot har vi fokuserat på datahantering, analys och visualisering i Node-RED för att visa hur en användarnära applikation kan byggas med standardkomponenter.

### 11.7.8 Aktörer

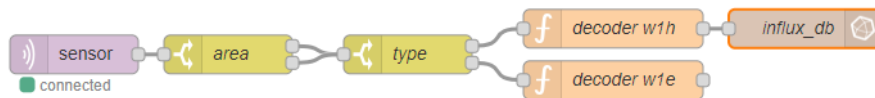
En av de datamodeller som erbjuds av vissa leverantörer som även sticker ut lite är NGSI-LD som är en relativt ny öppen standard för integration av IoT-system (källa). NGSI-LD har standardiserats av ETSI (källa). Modellen beskriver både hur data bör struktureras. FIWARE har utvecklat ett API för att kunna dela denna data. FIWAREs open-source-produkter är populära inom IoT och dyker ofta upp inom kontexten för smarta städer, men är inget vi

utforskat närmare inom ramen för detta projekt. Vissa plattformslieferantörer har valt att ta hänsyn till NGSi-LD i sin utveckling. Några svenska kommersiella aktörer har granskats i olika omfattning. Nedan finns en icke-uttömmande lista:

- **Sensitive**  
Sensitive erbjuder en IoT-plattform (Yggio) med stöd för ett flertal kommunikationsprotokoll och IoT-enheter, bland annat de kundmätare vi nyttjat här. De stödjer FIWARE och NGSi-LD. De bedriver ett aktivt utvecklingsarbete vilket gjort att plattformen utvecklats kontinuerligt. Man har gjort flera större uppdateringar av sin plattform under projektiden. RISE har viss inblick i deras lösning sedan tidigare projekt och stundtals en aktiv dialog med Sensitive utvecklare. De har, delvis som en följd av vårt projekt, tagit fram avkodare för ytterligare modeller av Ambiductors Axioma-mätare.
- **Mazarin Consulting**  
Sundsvallbaserat företag som i nära samarbete med behovsägare, bland annat Sundsvalls kommun, tar fram en open-source-baserad IoT-plattform, (DWISE), "en gemensam plattform för den smarta staden". Källkoden distribueras via GitHub (diwise - GitHub) och nyttjar standardiserade data och informationsmodeller (FIWARE, NGSi-LD).
- **Th1ng**  
Th1ng är en internetleveratör med fokus på IoT och erbjuder i form av detta en IoT-plattform kallad IoT Open Lynx Platform. De har liksom Sensitive börjat bygga avkodare för de kundmätare vi använt i projektet. Man har ännu inte valt att anpassa sig till FIWARE eller NGSi-LD likt Sensitive och Mazarin Consulting.
- **Ambiductor**  
Ambiductor är återförsäljare av flödesmätare inom vatten och energiområdet. De saluför även en IoT-plattform (Ambisolution) i vilken de erbjuder tilläggstjänster kopplat till deras IoT-sensorer. Vid projektets genomförande låg fokus på visualisering av data, larmhantering och rapportgenerering. De visar sig liksom övriga plattformslieferantörer intresserade av fortsatt utveckling av tjänster i nära samarbete med sina behovsägare.
- **Telia**  
Hos Telia driver "Division X" utvecklingen av bolagets IoT-plattform. En proprietärlösning med många konfigurationsmöjligheter. Tröskeln för att komma igång med denna upplevdes möjligen som något hög för "den lilla kommunen". Känslan är att Telias primära målgrupp är större koncerner/bolag. Telias lösning bygger också den i grunden på Microsoft Azure vilket medför juridiska komplikationer.

## 11.8 Prototypapplikationens komponenter

Prototypplattformen är utvecklad i Node-RED, en flödesbaserad visuell programmeringsmiljö som lämpar sig väl just för prototypande. För skalbarhet och att bygga lösningar där flera användare nyttjar samma resurser bör man dock leta efter andra alternativ. Rent tekniskt hämtar vår plattform data från kundmätare direkt från nätverksoperatören. När en mätare skickar ett meddelande till nätverksservern vidarebefordras det tillsammans med operatörens metadata till deras MQTT-broker. Därifrån prenumererar vår prototypplattform på data för valda sensorer. Anslutningen mot nätverksoperatören krypteras med TLS.

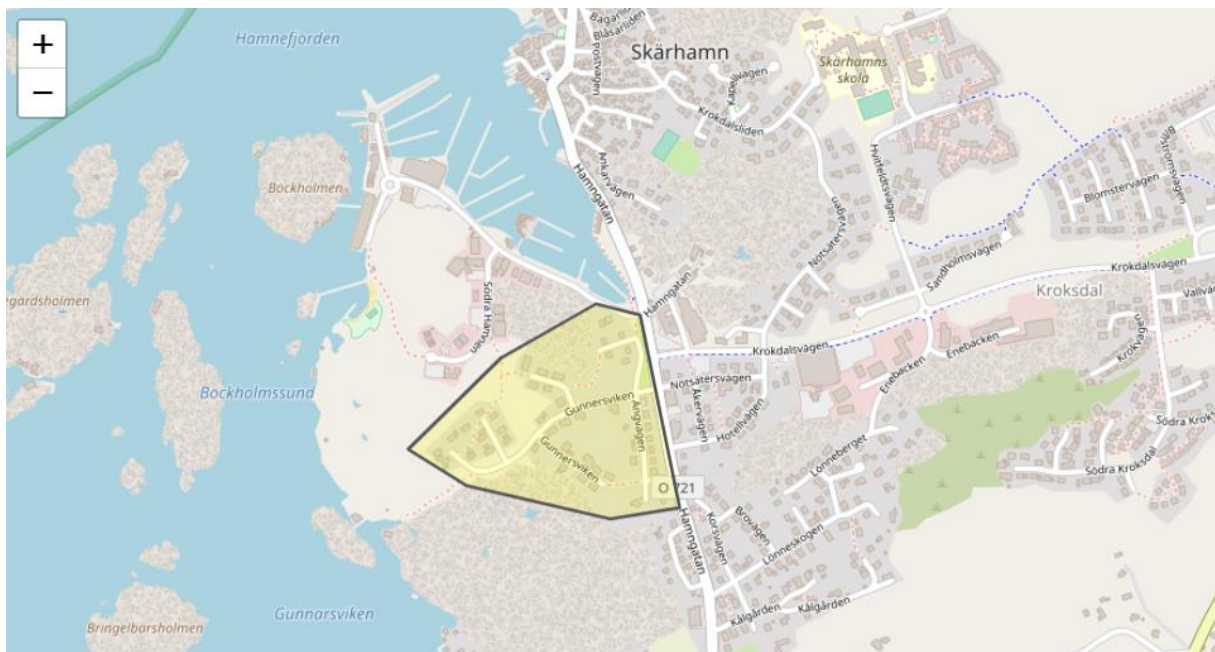


Figur 9. Hantering av ett meddelande från Netmores MQTT-broker i prototypplattformen.

När data lästs in från nätverksoperatören enligt Figur 8 filtrerar vi meddelandet två gånger. Innehåller metadata information som gör att vi kan koppla det till ett av de två testområden Tjörn definierat, så skickas informationen vidare till nästa filter. Här undersöker vi om mätaren är av typ w1e eller w1h. Om den är av typ w1e görs inget i prototypplattformen. Om den är av typ w1h avkodas meddelandets payload och lagras sedan i Influxdatabasen. Decodern för w1h har RISE utvecklat och det är typiskt en tjänst som kommersiella IoT-leverantörer bidrar med. Det kan exempelvis nämnas att både Sensative och Th1ng utvecklat decoders till sina plattformar för Ambiductors w1h-mätare efter dialog med oss under detta projekt.

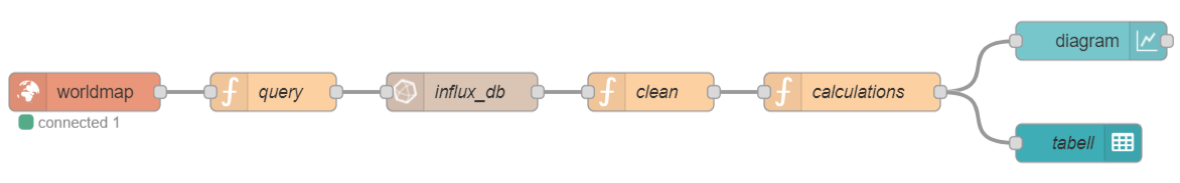
Som vi tidigare nämnt har direktexport från SCADA-systemet till prototypplattformen av områdesmätarnas data varit lite svårare att lösa, då kommunikationen från SCADA-systemet bygger på äldre gränssnitt. Detta beskriver vi närmare i Bilaga 3: Cybersäkerhet. Tjörn har parallellt med utvecklingen av prototypplattformen valt att testa en kommersiell plattformslieferantör. Man har via deras plattform lyckats vidarebefordra rådata till RISE för analys i prototypplattformen. Fördelen med detta är att det nu finns en anslutning för områdesmätarna som kan fortleva när projektet avslutas. På så sätt har RISE haft möjlighet att fokusera på applikationsutvecklingen.

Den applikation som utvecklats i projektet har primärt haft VA-organisationen som målgrupp. Vi har visat hur mätdata med hjälp av metadata kan associeras till testbädden som utgör en delområde i Tjörns vattennät, Figur 10. Genom att välja ett tidsintervall och ett delområde i en karta erhåller man summerad statistik som återspeglar testbäddens status med avseende på levererat och konsumerat vatten, samt ytterligare några nyckeltal.



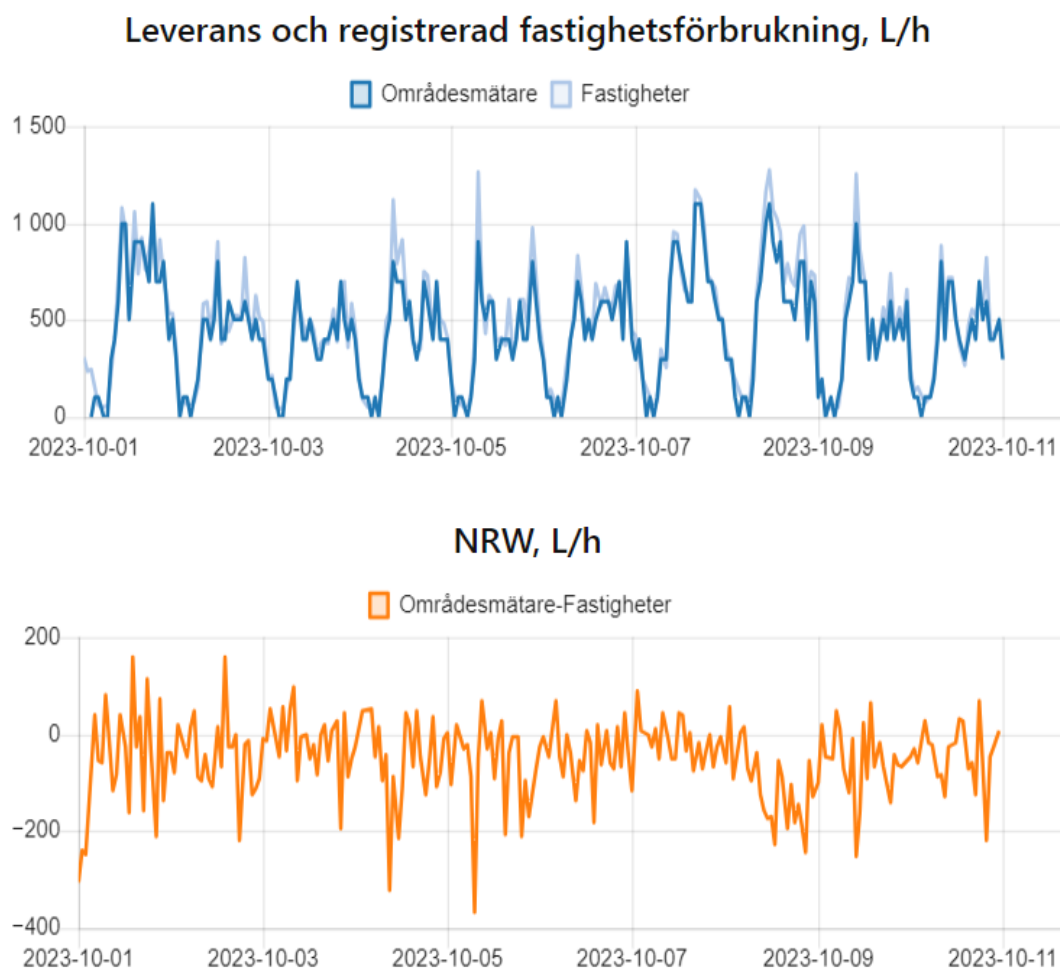
Figur 10. Testbädd som analyserats i prototypplattformen

När användaren valt ett datumintervall och klickat på önskat delområde i kartan exekveras ett anrop till Influxdatabasen. Detta anrop är parametriserat, dvs innehållet i anropet ändras beroende på det urval som användaren gjort. Anropet sker med hjälp av Flux, en syntax anpassad just för InfluxDB. Förenklat ser flödet ut så här.



Figur 11. Anrop till InfluxDB exekverat när användaren väljer ett delområde i kartan.

När resultatet av anropet returneras rensas det först på överflödigt information, beräkningar utförs och presenteras sedan för användaren. Nedan ser vi förbrukningen från testbäddens fastigheter samt områdesmätarens förbrukning (leverans) under 10 dygn. Kurvorna tycks överensstämma ganska väl, vi har en förväntad dygnsvariation. Vi ser dock att förbrukningen överstiger leveransen i testbädden. Vår hypotes är att detta kan förklaras av områdesmätarens upplösning samt den relativt höga mätosäkerheten i det låga registret.

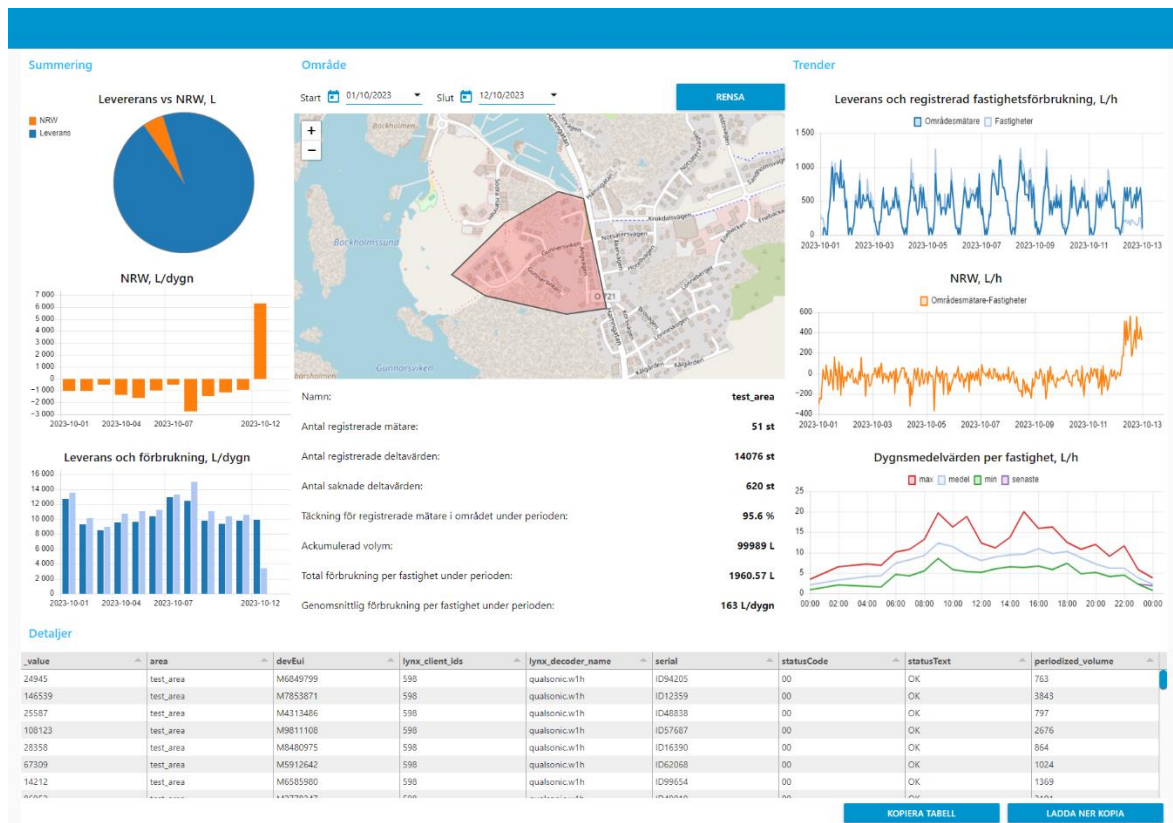


Figur 12. Leverans, förbrukning och differens (NRW) i testområdet

Prototypapplikationen visualiserar också några andra nyckeltal samt ger möjlighet att exportera timförbrukningen för alla kundmätare för fortsatt analys i valfri miljö. Exporten sker i



csv-format och blir därför relativt plattformsoberoende. Utöver information om flöde rapporterar mätarna också larm, dessa återges i tabellformat i användargränssnittet.



Figur 13. Prototypapplikationens användargränssnitt

## 11.9 Forskningen

Sett till de mättekniska aspekterna har vi i projektet fokuserat på uppkopplade debiteringsmätare, områdesmätare och sektionering av ledningsnätet. Vi analyserar timupplöst ackumulerad förbrukning som aggregeras i en IoT-plattform. Det innebär alltså att informationen behandlas efter att den samlats in, vilket inte ska betraktas som realtidsövervakning. Vi bör vara realistiska och betrakta icke debiterbart vatten, (eng. non-revenue water) NRW som ett komplext problem som man sannolikt bemöter bäst med en kombination av tekniker.

För snabbare reaktionsförmåga, dvs att reagera tidigare på anomalier, krävs en mer direkt koppling mot SCADA-systemet. De nationer som arbetar aktivt med tryckkontroll nyttjar sannolikt den typen av infrastruktur, med anomalidetektering på signaler från trycksensorer etc. För anomalidetektering i en trycksignal kan man exempelvis nyttja autoencoders och på så sätt identifiera mönster som särskiljer sig från det förväntade.

Vill vi studera avvikande konsumtionsmönster i fastigheter kan vi göra det på timupplöst data. Vi kan använda klustering vilket vi till viss del undersökt inom ramen för detta projekt men potentialen för fortsatt utveckling inom det området är stort. Klustering möjliggör gruppering av konsumenter utifrån deras konsumtionsmönster. Det kan ge VA-organisationen möjlighet till mer detaljerad prognostisering av vattenbehov. Man kan potentiellt ge riktad feedback till konsumenter eller premiera vattenanvändning under vissa tidsperioder, vilket kan innebära en minskad belastning både för vattenverk, dricksvatten-

/avloppsnät och reningsverk. En högre grad av interaktion mellan producent och konsument leder potentiellt till ett effektivare utnyttjande av befintliga system.

Tillräckligt stora datamängder är en generell förutsättning för att träna tillförlitliga maskininlärningsmodeller. Fastighetsmätare med timupplösning levererar data som över tid ackumuleras, men upplösningen i sig kan för vissa frågeställningar bli en begränsning, vilket vi upplevt vid vår klustring. De ackumulerade dataseten med förbrukning behöver sannolikt kompletteras med fler faktorer (features) om man vill spetsa sina klustringsmodeller.

Ser man till potentialen av aggregerat data blir det intressant att spekulera i vad som sker när vi i framtiden kopplar samman data från olika sektorer/förvaltningar och kommuner i en skalbar IoT-plattform. Kombinerar man data från dricksvattenkonsumtion och avloppsverk kan man exempelvis kvantifiera mängden spädvatten. Genom att göra denna parameter mätbar går den också att reducera genom modifieringar av avloppsinfrastrukturen. Mätbara insatser som direkt kan översättas till vinst i form av minskad energiförbrukning och miljöpåverkan.

## 11.10 Utökad dataanalys

Aggregerad förbrukningsdata blir en grogrund för kompletterande analyser och tilläggstjänster. Tjörn siktar på att tillgängliggöra anonymiserat data för tredje part. Det ger möjlighet för det samlade forskarkollegiet att applicera den senaste metodiken på verkligt driftdata. Vi ser exempelvis möjlighet till att utvärdera metoder för kundklassificering vilket öppnar upp för personlig feedback (nudging). Det blir förmodligen en av flera komponenter för effektiv vattenhushållning i framtiden. Vi har utforskat lämpliga klustringstekniker för detta, men redovisar inga numeriska resultat från den studien. Däremot delar vi med oss av följande iakttagelser;

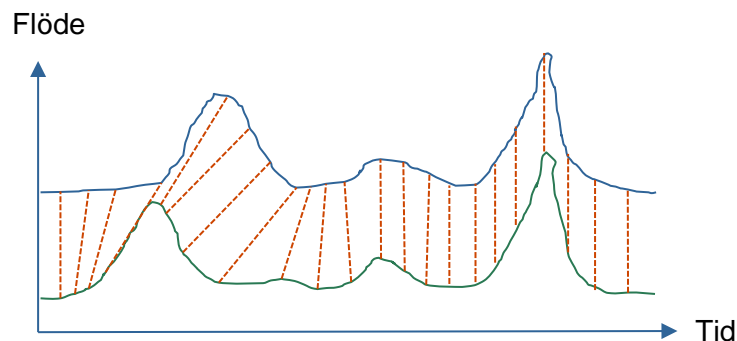
### 11.10.1 Klustring

Som en del i projektet undersöktes om mönster kunde extraheras ur tidsserierna med mätdata. Arbetet inleddes med en litteratursökning, för att sedan mynna ut i praktiska försök. Målet var att se om det går att särskilja konsumenter eller grupper av konsumenter med hjälp av maskininläring. Detta för att förstå och prediktera konsumenters förbrukningsmönster historiskt och i framtiden.

För att göra detta fokuserades på konceptet klustring inom dataanalys och maskininläring. Den vanligaste algoritmen för denna typ av problem är K-means klustring. Då beskriver man en serie, i vårt fall förbrukningshistorik, med olika nyckeltal (exempelvis medelvärde, derivata, periodicitet m.fl.). Sedan låtar man varje serie representeras av en punkt i en flerdimensionell rymd (beroende på antal nyckeltal). Man ansätter sedan ett godtyckligt antal punkter i rymden som får representera klustercentra. Den kvadrerade avstånden till punkterna mäts och varje punkt associeras till närmaste klustercentra. Nya centra beräknas som ett genomsnitt av klustrets punkter. Punkter kan på så sätt efter några iterationer byta klustertillhörighet. Denna process konvergerar på sikt till en stabil lösning vilket leder till en indelning av tidsserierna baserat på deras beskrivande nyckeltal. Metoden kan behöva replikeras med nya ansatser för initiala klustercentra. Det blir också nödvändigt att ansätta olika antal kluster, då antalet kluster i många fall är okänt från början.

En annan förekommande algoritm i litteraturen är specifikt designad för tidsserier. Den kallas *Dynamic Time Warping* (DTW) vilket gör att algoritmen kan identifiera likheter mellan två konsumenter även om det förekommer en tidförskjutning. Exempelvis om två personer är morgonduschare men den ena går upp en timme tidigare än den andra så kan det fortfarande vara relevant att säga att dessa är lika.





Figur 14. Visualisering av DTW

Figur 14 visar hur DTW mäter distans. I stället för att mäta mellan kurvorna vid samma tidpunkt (vertikala streck) så mäter avståndet till det ställe i närheten som bäst matchar vilket ibland resulterar i en tidsförskjutet jämförelse (diagonala streck).

Försök med k-means genomfördes med begränsad framgång, troligtvis på grund av för få beskrivande faktorer. Tidsseriekustering med DTW fungerar bättre. Resultaten med DTW förbättrades ytterligare när vi lade till information om periodicitet i termer av veckodag. Vi redovisar inga siffror, då dataunderlaget var relativt begränsat och de relativt blygsamma resultaten kan övertolkas.

Vi ser svårigheter att skapa en algoritm som kan identifiera alla typer av konsumenter samtidigt. Algoritmen behöver sannolikt anpassas beroende på vilken typ av fråga och svar som eftersöks. I litteraturen har det i större utsträckning gjorts studier på elmätare, men vi har funnit några intressanta källor som vi hänvisar den intresserade läsaren till.

Wikipedia beskriver DTW på ett överskådligt sätt samt hänvisar till flera open-source-implementationer av algoritmen (Dynamic Time Warping, 2023)

I ett konferenspaper av Laspidou et al. redogör man för klustering av vattenkonsumenter i Grekland. De inkluderar ett flertal olika konsumenttyper i sin studie och använder en metod som kallas Self Organizing Maps, SOM. (Laspidou, o.a., 2015)

Laspidou har också bidragit till en annan publikation på samma ämne. Där undersöker man SOM i kombination med fler metoder. (Ioannou, Creaco, & Laspidou, 2021)

Ett australienskt forskarteam har gjort en relativt stor studie på 306 hushåll över en tiomånadersperiod. Man använder sig av k-means och rekommenderar framtida studier att inkludera socio-demografiska data och andra nyckelfaktorer för bättre resultat. (Rahim, o.a., 2021)

Leitão et al. presenterar ett arbete med klustering av konsumtionsmönster baserat på tidsserier (Leitão, o.a., 2019).

Cheifetz et al presenterar en relativt komplex metod för klustering. De har gjort ett ganska grundläggande förarbete och motiverar sin approach baserat på tidigare försök av andra forskargrupper (Cheifetz, o.a., 2017).

Slutligen lyfter vi också fram Steffelbauer et al. som använt just DTW för att identifiera socioekonomiska karakteristika i data från uppkopplade vattenmätare (Steffelbauer, Blokker, Buchberger, Knobbe, & Abraham, 2021).

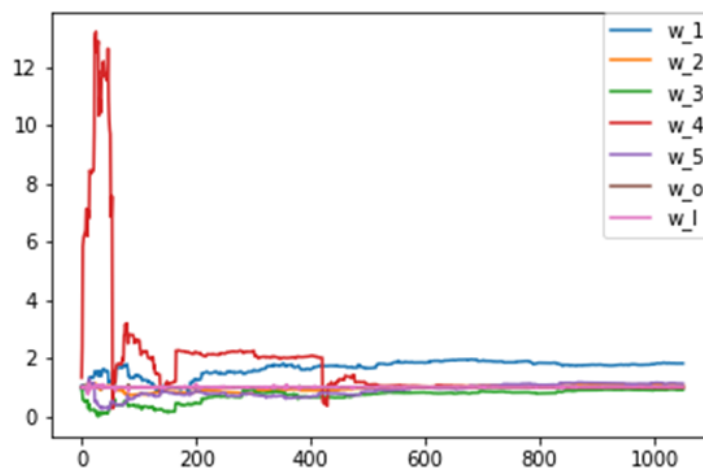
### 11.10.2 Kvalitetskontroll på distans

En annan tanke som ännu så länge enbart testats i liten skala är "Kvalitetskontroll på distans" (eng. Remote Verification). Kan detta åstadkommas i större skala blir det på sikt aktuellt att ifrågasätta regleringen om 10 års utesittningstid för fastighetsmätare. Det kräver först utveckling av spårbara metoder. Därefter att institut och kontrollorgan anammar nya tankesätt och att lagstiftning uppdateras.

En algoritm som undersökts för detta i nuvarande projekt är Recursive Least Squares (RLS). Antag att områdesmätarens flöde,  $Q_{\text{område}}$ , likställs med den totala förbrukningen i området får vi följande uttryck:

$$Q_{\text{område}} = \sum_1^n (w_i Q_i) + w_o Q_{\text{okända}} + w_l Q_{\text{läckage}}$$

Där  $Q_i$  representerar flödet i en kundmätare,  $Q_{\text{okända}}$  summan av flödet genom okända mätare, samt  $Q_{\text{läckage}}$  det relativt kontinuerliga okända läckaget. De okända parametrarna behöver modelleras för att RLS ska vara applicerbart. Vi ansätter därför en dynamisk modell för  $Q_{\text{okända}}$  samt en statisk för  $Q_{\text{läckage}}$ . Resultatet från vår RLS-approach blir att eftersökta vikter,  $w_i$ , konvergerar till vad vi kan likställa med kalibreringskonstanter. Vi får på så sätt en skalfaktor för varje uppkopplad kundmätare som kan användas för att bestämma dess felvisning. För ett litet testområde med fem uppkopplade mätare och fem mätare av äldre modell konvergerar våra vikter efter ca 20 dygn. Vi har medvetet manipulerat flödet i en av de uppkopplade mätarna,  $Q_1$ , för att generera en avvikelse i  $w_1$  gentemot de övriga.



Figur 15. Kalibreringsfaktorer konvergerar med hjälp av Recursive Least Squares (RLS)

Den sökta avvikelserna detekteras med vår metod, men osäkerheten är i nuläget för hög för att detta ska kunna användas för kontroll och verifiering på distans. Det finns ju inte heller något regelverk som tillåter detta. Det är däremot kul att visa upp en potentiell framtida tillämpning. För att metoden i praktiken ska fungera bör man ha ett par saker i åtanke. Osäkerheten påverkas negativt av överdimensionerade områdesmätare samt fastigheter utan uppkopplade mätare. Det blir också uppenbart att det krävs ett antal iterationer för att vikterna ska konvergera, i detta fall 20 dygn. Ju större nät man har desto mer intressant blir det att lyfta frågan kring uppdateringsfrekvens hos mätarna. Möjligen skulle konvergensen förbättras med tillgång till momentanvärden hos mätarna. I elnätet, där täckningen är bättre

och uppdateringsfrekvensen högre, har man förmodligen bäst förutsättningar att använda sig av den här tekniken. Vinsten med en sån här approach skulle förstås vara att man kan frångå den stipulerade utesittningstiden på 10 år och endast byta mätare vid behov. Man skulle i praktiken kunna kompensera för felvisningen hos kundmätare i en IoT-plattform, men då behöver exempelvis mätinstrumentdirektiv och andra relevanta standarder anpassas efter detta.

### 11.10.3 Hur påverkar mätosäkerheten våra analyser?

I vår tillämpning nyttjas kundmätare och områdesmätare. Nettoförlusten i området, läckaget, ges av differensen mellan områdesmätaren och den summerade förbrukningen hos kundmätarna. För kundmätare godkända enligt Boverket ställs krav på mätfel och osäkerheter enligt SWEDACs föreskrifter om vattenmätare (SWEDAC, 2022). Det innebär att kundmätarnas maximala mätfel får uppgå till 5 % för låga flöden samt 2 % inom deras nominella flödesområde under utesittningstiden (10 år). För områdesmätare existerar inte samma krav, så det blir därför upp till nätägaren att ha bra koll på sina områdesmätare om man har för avsikt att använda dem för att kvantifiera läckage. En modern områdesmätare av lämplig mätprincip kan förväntas ha relativt låg osäkerhet inom det nominella flödesområdet, men det skadar inte att göra egenkontroller eller att kalibrera mätaren innan den tas i drift. Mätosäkerheten får ställas i relation till de läckage vi försöker kvantifiera. Om det existerar mätfel på 5 % kommer vi i praktiken kunna missa eller överskatta läckage i den storleksordningen. Många mätarmodeller presterar vanligtvis sämre vid låga flöden, vilket också blir viktigt att ha med sig när vi resonerar kring sektionering av ledningsnät och balansräkning i delområden av nätet. Områdesmätare dimensioneras för att säkerställa fullgod kapacitet (lågt tryckfall) vid brand. Räddningstjänsten behöver ha möjlighet att plocka ut tillräckligt mycket vatten ur brandpost utan att flödet begränsas av en klen dimensionerad områdesmätare. Ur ett mättekniskt perspektiv är detta olyckligt då det faktiska flödet genom en överdimensionerad områdesmätare blir lägre än önskvärt, i flera fall lägre än minsta flöde mätaren är typgodkänd för. I typgodkännandet för den aktuella områdesmätaren i vårt testområde finner vi ett tillåtet fel av 5 % ner till 630 L/h, under detta sätts inga krav på felvisning. Såväl i områdesmätare som kundmätare kan den interna signalhanteringen också påverka mätosäkerheten. Vissa mätare kan exempelvis använda sig av lågpasfiltrering vilket påverkar responstiden och därmed också mätosäkerheten vid transienta förlopp (Büker, o.a., 2021).

När vi använder flera kundmätare och en områdesmätare för att beräkna nettoförluster i ett område finns det trots allt en angenäm bieffekt som är kul att ta upp. Det vi inom projektet i det enklaste fallet vill göra är att beräkna en differens mellan områdesmätaren och fastigheternas summerade förbrukning i ett delområde. Det angenäma är att den relativa osäkerheten i den summerade förbrukningen sjunker ju fler aktiva mätare (högre flöde) vi har i testområdet. Det beror på att vi vid addition eller subtraktion beräknas den totala osäkerheten som

$$u_{tot} = \sqrt{u_a^2 + u_b^2 + u_c^2 + \dots}$$

där  $u_a$ ,  $u_b$ ,  $u_c$  etc. representerar osäkerheten från respektive mätning  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ... Det gör att den relativa osäkerheten håller sig inom rimliga gränser och att vi därför kan förvänta oss en pålitlig uppskattning av förbrukningen för en nätsektion. Kombinationen av områdesmätare, antalet kundmätare och läckagets storlek avgör slutligen hur noggrant nettoförlusten i ett delområde kan beräknas.

#### 11.10.4 Nyckeltal

För att jämföra ledningsnätets kvalitet i olika sektioner krävs ett lämpligt nyckeltal. Historiskt har det varit vanligt förekommande att jämföra sektioner med avseende på den relativa förlusten, dvs förlorad andel av levererad volym. Det har också brutits ned på förlorad volym per fastighet eller förlorad mängd per meter ledning. Sannolikheten att läckage uppstår i ett område ökar med antalet anslutningar och längden ledning, så det är rimligt att ta hänsyn till detta. Trycket har dock en stor inverkan. Eftersom trycket inte är konstant i ledningsnätet utan varierar beroende på driftsförhållanden, nivåskillnader och dimensionering blir det relevant att inkludera detta i jämförelsen.

International Water Association tillsatte därför en arbetsgrupp under ledning av Allan Lambert. De presenterade 1999 ett Infrastructure Leakage Index (Lambert, Brown, Takizawa, & Weimer, 1999) som blivit internationellt accepterat. I enlighet med det nya dricksvattendirektivet (EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS DIREKTIV (EU) 2020/2184 av den 16 december 2020 om kvaliteten på dricksvatten, 2020) ”ska medlemsstaterna säkerställa att en bedömning av vattenläckagenivåer på deras territorium och av potentialen för minskat vattenläckage görs med hjälp av infrastrukturläckageindexets (ILI) värderingsmetod eller någon annan lämplig metod”. Lambert menar dock att ILI bör användas med varsamhet för mindre nät där osäkerheterna i vissa antaganden ökar (Lambert A. , 2020). Vi menar därför att val av lämpligt nyckeltal kräver eftertanke.

#### 11.10.5 Överlämning Soltak

Med stöd av tilläggsprojektet har Soltak AB, som samägs av kommunerna Kungälv, Lilla Edet, Stenungsund och Tjörn omstrukturerat sin IT-organisation. Man har nu tillsatt personal och resurser för satsning på innovation kopplat till IoT. Genom detta har man skapat handlingsutrymme och man testar nu med inspiration från projektet en lösning med en kommersiell IoT-plattform som bas för fortsatt utveckling. Soltak bygger infrastruktur för att matcha verksamhetens behov och man stämmer av systemets funktionalitet mot RISEs prototypplattform. Man fokuserar på hanteringen av VA-organisationens data för att säkerställa fortsatt utveckling där. Man tar också fram enklare demonstratorer för övriga ägarkommuner där man visar hur enkelt det är att komma igång med enklare monitorering. Målsättningen är att bygga ett tillräckligt tjänsteutbud för ägarkommunerna för att förvaltningen av den nya IoT-plattformen ska bära sig ekonomiskt.

## 12 Bilaga 2: Utrullning av infrastruktur

### 12.1 Utrullning av LoRaWAN

Målet i projektet var att öka LoRaWAN nätets täckningsgrad från ett litet testområde i huvudorten Skärhamn till att täcka 80 - 90% av kommunens yta. Med totalt fem LoRaWAN-gateways har kommunen fått en täckning om ca 80% av kommunens yta. Valda platser är högt belägna och med fri sikt. Miljön är säker från obehörig åtkomst samt att det finns tillgång till pålitliga strömkällor och kommunikation. Det återstår några få områden i kommunen som saknar täckning och arbetet med att hitta lösningar är initierad.

### 12.2 Utrullning av vattenmätare i tidsbegränsat fönster

Målet i projektet var ersätta 1200 analoga vattenmätare till smarta vattenmätare hos privatpersoner, i enlighet med den ordinarie vattenmätarbytarplanen (regleras av SWEDAC). Under projektperioden om 18 månader installerades 1500, av totalt 5200, smarta vattenmätare hos vattenabonnenter. Kommunen har delat in dricksvattennätet i 25 områden och områdesmätare har kopplats upp i tre geografiskt prioriterade områden.

Vattenmätarbyten hos hushållen innehåller normalt tekniska, administrativa och logistiska utmaningar som måste hanteras noggrant för att säkerställa en smidig process och korrekt vattenmätning. Några exempel på utmaningar är att det kan vara svårt att nå abonnenter, exempelvis ägare av sommarbostäder, eller att få tillgång till vattenmätaren om den är belägen i en trång eller otillgänglig plats. I äldre hus saknas det ofta en vägghängd konsol för vattenmätaren och en rörläggare behöver anlitas för installation, om kunden inte är händig själv. Det betyder att byte av vattenmätare i vissa fall också är förenade med arbete och kostnader för abonnenten.

I tillägg startade projektet under den pågående covid-pandemin. Komponentbristen under pandemin ledde till leveransproblem för smarta vattenmätare, vilket i sin tur orsakade utmaningar att följa den av SWEDAC reglerade vattenmätarbytarplanen. Pandemin krävde också nya arbetssätt för att kunna utföra en säker hantering av vattenmätarbyten hemma hos privatpersoner.

Initialt prioriterade VA-organisationen omsorgsfullt byten av vattenmätare till *ett* delområde i Tjörns kommuns dricksvattennät så att projektet kunde få tillgång till en testbädd för data-insamling och utveckling av prototypen.

Därefter startade ett metodiskt arbete med att hitta nya arbetssätt för att genomföra en stor mängd vattenmätarbyten, under en begränsad tidsperiod och mitt i en pågående pandemi.

Historiskt har VA-organisationen inte haft några rutiner för nå ut till alla vattenabonnenter eller varit tydliga med regler och förutsättningar för vattenleveransen; Exempelvis gällande regelbundenhet i avläsning av mätare, regler för det lagstadgade vattenmätarbytet vart tionde år eller att kunden måste tillhandahålla en tillgänglig och säker placering i fastigheten.

Idag har VA-organisationen nya rutiner på plats. En ny kundkommunikationsprocess kompletterar nu VA-teknikers arbetsorder för vattenmätarbyten. Processen har byggts upp enligt följande:

1. VA skickar ut ett brev i god tid före en planerad installation. Om kunden inte är hemma när vi kommer eller om det inte finns en konsol monterad får kunden ett nytt brev. Brevet innehåller ett sista datum för när abonnenten skall återkoppla till VA.
2. Om ingen återkoppling kommer efter angivet sista datum, skickas påminnelse två ut med ett nytt sista datum.
3. Om ingen återkoppling kommer efter angivet sista datum, skickas påminnelse tre ut med ett nytt sista datum. och information om att vattnet kommer strypas om abonnenten inte hör av sig. (Vattnet kan inte stängas av, men flödet kan minskas vilket ger tillgång till vatten men orsakar problem, exempelvis att diskmaskinen inte fungerar.)
4. Om ingen återkoppling görs efter påminnelse tre, stryps vattnet hos abonnenten.

Sammanfattningsvis har VA-organisationen i sina nya arbetssätt blivit tydligare med reglerna för vattenleveransen och också lite "tuffare" i dialogen. VA-organisationen följer numera upp rutinen på ett helt annat sätt. Samtidigt tillhandahåller VA-organisationen stöd och råd i hur abonnenten kan hantera sina åtaganden. På lite sikt, när abonnenterna kan erbjudas automatiska avläsningar av vattenmätaren och följa sin förbrukning i realtid, ser vi fram emot ett minskat missnöje och ifrågasättande av vattenräkningar. Tillsammans med kunderna kan VA-organisationen i stället fokusera på en hållbar utveckling av den viktiga vattenresursen.



## 13 Bilaga 3: Cybersäkerhet

Cybersäkerhet består av processer och tekniska lösningar för att skydda system, nätverk och program från digitala angrepp. Målet med cybersäkerhet är att försvåra eller förhindra obehörig åtkomst, läckage, eller förstörelse av information. Utöver detta inkluderar cybersäkerhet metoder för att se till att enskilda komponenter, eller alla komponenter sammansatta som ett system, inte kan störas eller slås ut av attackerare.

Cybersäkerhet kan innefatta olika hot, inklusive virus, malware, ransomware och phishing. Alla dessa typer av hot kan störa normal drift, exponera känslig information och potentiellt leda till ekonomiska förluster. Till skydd mot dessa risker finns ett antal säkerhetslösningar, varav ett urval är brandväggar, antivirusprogram, kryptering och autentisering. Dessa tekniker måste kombineras för att säkerställa hela systemets säkerhet.

Medvetenhet om cybersäkerhet är en kritisk aspekt, eftersom mänskliga misstag ofta är vad som leder till framgångsrika attacker. Utbildning och medvetenhet är därför centralt för att förstärka en organisation eller ett systems säkerhet. Som del av denna medvetenhet kan även planer och riskanalyser tas fram för att ytterligare stärka säkerheten och ge personalen stöd i sina beslut.

Omvärldshändelserna under våren 2022 färgade påtagligt projektarbetet. Medvetandegraden kring säkerhet har höjts, vilket också gjort att kommunen växlat upp för att nå systematik i informationssäkerhetsarbetet när vi tryggar fortsatt utveckling och digitalisering i kommunen.

### 13.1 Roll för cybersäkerhet i projektet

Vatten- och eltilförsel och liknande system som är kritiska för att ett samhälle skall fungera betecknas ofta som "kritisk infrastruktur". Eftersom detta projekt gäller just dricksvattennät har cybersäkerhet varit en faktor som beaktas i hög grad under genomförandet av detta projekt. Attacker mot vattensystem kan ha allvarliga och omfattande konsekvenser för allmänhet, miljö och ekonomi. Dessa system kan vara frestande mål för attacker, inklusive för ransomware eller av utländska aktörer som vill störa Sverige som land.

När ett system och dess komponenter kopplas upp online så kommer en lång rad positiva effekter som enklare övervakning och fjärrstyrning. Baksidan är dock att dessa system nu kan ligga exponerade för en större mängd potentiella attacker och därför kan utgöra en större måltavla. Det är kritiskt att undvika att säkerhetsincidenter i system för att övervaka vattentillförsel kan leda till driftstopp eller andra negativa effekter.

Genom att använda välbeprövade säkerhetslösningar och protokoll kan risken för potentiella attacker sänkas, och eventuella följder minimeras. Relevanta lösningar för detta projekt har bland annat inkluderat kryptering och autentisering. Utöver rent sabotage är det även av största vikt att säkerställa integriteten av data i systemet för att i så stor grad som möjligt undvika att denna manipuleras. Här kan lösningar som innefattar säkra kommunikationsprotokoll användas, vilka även integritetsskyddar data vid överföring. Vidare är medvetenhet om cybersäkerhet bland de anställda som hanterar systemen också av stor betydelse. De anställda måste vara medvetna om riskerna och veta hur man agerar för att förhindra incidenter.

## 13.2 Nuvarande lösning - teknologier

I stort utgår lösningen detta projekt kommit fram till från välkända och beprövade tekniker vilka inkluderar TLS, MQTT, VPN och LoRaWAN.

**Transport Layer Security (TLS)** (Rescorla, 2018) är ett protokoll för att säkerställa konfidentiell kommunikation över IP-nätverk. Detta möjliggörs genom att data överförs mellan system krypterad och integritetsskyddad. Detta hjälper för att skydda mot manipulering och avlyssning under överföring. TLS är välanvänt och viktigt för att skydda känslig information, upprätthålla integritet och konfidentialitet inom projektet. Inom detta projekt används TLS som säkerhetsprotokoll ovanpå MQTT eller HTTP.

**Long Range Wide Area Network (LoRaWAN)** (LoRa Alliance, 2017) är ett protokoll för trådlösa enheter inom ett stort område. Det är utformat för Internet of Things (IoT)-system och möjliggör kommunikation över långa distanser mellan enheter och nätverk där ett designkriterium är låg energiförbrukning. Inom detta projekt används LoRaWAN överföring av data från flödessensorer utplacerade i fastigheter till LoRaWAN-operatörens nätverksserver.

**OLE for Process Control - Data Access (OPC-DA)** (OPC Foundation, 2012) är ett kommunikationsprotokoll som används för kommunikation mellan olika applikationer som kontrollerar processer. Det används ofta i industriella miljöer, exempelvis för att tillhandahålla data från SCADA-system. I grunden är det baserat på Microsofts COM-teknologi.

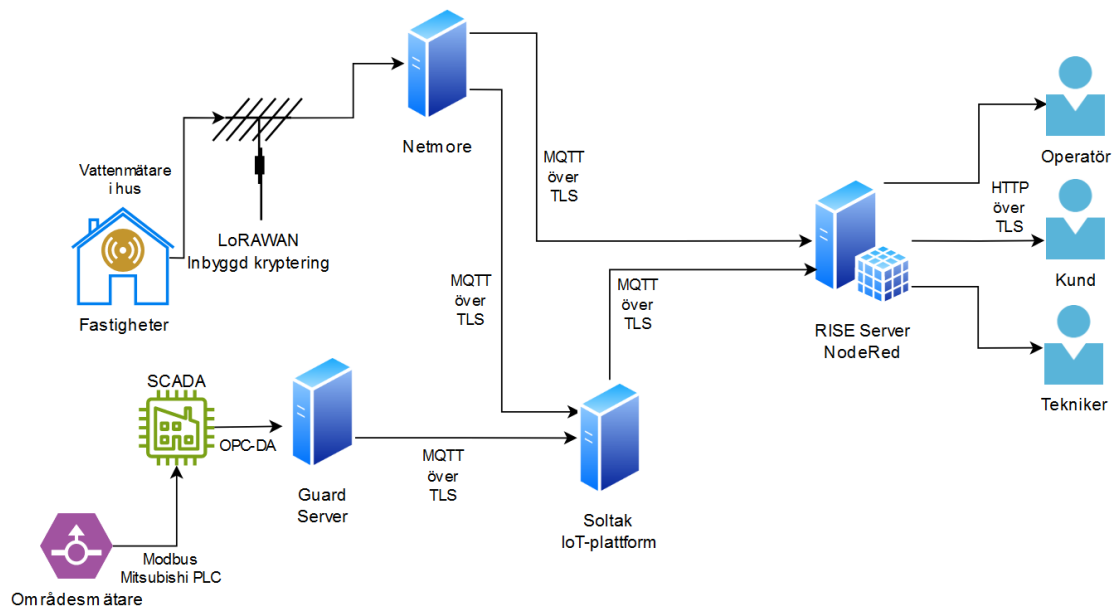
**Message Queuing Telemetry Transport (MQTT)** (OASIS, 2019) är ett protokoll anpassat för att ha relativt små meddelanden, specifikt designat med små sensorer och mobila enheter i åtanke. Detta möjliggör användning i system med låg bandbredd eller hög fördröjning. MQTT möjliggör effektiv och pålitlig kommunikation mellan enheter och servers. I detta projekt används MQTT för överföring av data från LoRaWAN-operatörens nätverksserver till RISEs prototypplattform. MQTT används även för att föra över information om vattenflöde, uppmätt av områdesmätare, från GUARDs SCADA-system till Soltaks egna IoT-plattform, samt vidare därifrån för analys i RISEs prototypplattform.

**Virtual Private Network (VPN)** (Cisco, 2023) är en teknologi för säker och privat kommunikation över internet. Det fungerar som en säker tunnel mellan två enheter. VPN skyddar datatrafik mot avlyssning och intrång genom att kryptera informationen som överförs. Inom detta projekt används VPN för att skapa en säker tunnel som enbart autentiserade användare kan använda till RISEs prototypplattform.

Som synes har vi i detta projekt valt att fokusera på användning av välbeprövade och existerande lösningar för kommunikation och säkring av denna. Skälet till att vi gjort detta är för det första att dessa teknologier redan har genomgått en omfattande designprocess, tester, och användning. Detta hjälper att säkerställa deras tillförlitlighet. Det har inte heller funnits specifika behov av specialgjorda lösningar, varken för kommunikation eller säkring av denna, utan vi har kunnat förlita oss på existerande lösningar. Den lösning vi behövt skapa själva är själva logiken för datainhämtning, visualisering och analys på RISEs prototypplattform.

För det andra är det en mer effektiv användning av resurser att använda existerande lösningar. Detta underlättar hastigheten som våra lösningar har kunnat utvecklas, och därmed sparat både tid och pengar. För det tredje är säkerhet en mycket viktig del av detta projekt. Etablerade teknologier har redan testats och används i riktiga applikationer och system. Detta gör ökat förtroende för att vårt system är skyddat mot potentiella hot och sårbarheter.

### 13.3 Nuvarande lösning – beskrivning



Figur 16. Systemskiss ur ett IT-säkerhetsperspektiv

En övergripande beskrivning av nätverksflödena i vårt system är att det finns 3 vägar data flödar. Den första är mellan flödesmätare installerade i fastigheterna och RISEs prototypplattform. Den andra är mellan områdesmätarna och RISEs prototypplattform. Och till sist är den tredje mellan RISEs prototypplattform och användare som loggar in i systemet.

När det gäller dataflödet mellan flödesmätare installerade i fastigheterna och RISEs prototypplattform så sker detta som följer. I detta flöde börjar kommunikationen från flödesmätarna som regelbundet skickar ut information om vattenförbrukning och annat. Flödesmätarna använder LoRaWAN för att kunna skicka denna data över långa avstånd som tas upp av radiomaster vilka i sin tur vidareförmedlar data till nätverksoperatören Netmore. Vårt att notera är att LoRAWAN har inbyggd kryptering som säkerställer konfidentialitet och integritet i detta steg. Efter detta sänds data med MQTT över TLS till RISEs prototypplattform där den kan processas och lagras. TLS säkerställer konfidentialitet och integritet för data i detta steg.

Flöde från områdesmätarna börjar i en VA-server GUARD ansvarar för som ligger inom Tjörns nätverk. Denna server lagrar data som kommer från områdesmätarna och som indikerar vattenflöde i det område som mätaren är installerad i. Servern skickar normalt sett ut sin information enligt standarden OPC DA. GUARD använder OPC DA intern för

överföring av mätardata. Då den är komplex att använda för trafik mellan nätverk behövde vi för RISEs prototypplattform bygga en kommunikationslösning baserad på MQTT. Eftersom detta löstes relativt sent i projektet hade vi möjlighet att nyttja IoT-plattform som Soltak parallellt initierat ett arbete med. Efter översättning av data lokalt på VA-servern, skickas den med MQTT över TLS till Soltaks egna IoT-plattform. Från denna plattform skickas data sedan vidare återigen med MQTT över TLS till RISEs prototypplattform där analysmetoder utvärderats.

Dataflödet mellan RISEs prototypplattform och användare använder HTTP över TLS. För att en användare ska vara autentiserad och godkänd att nå systemet måste den ha ett användarkonto som autentiseras av Microsoft Azure vilket fungerar som länk mellan användare och vår server. Själva trafiken sker sen genom att användaren autentiserar sig med sitt Outlook-konto, följt av HTTP över TLS-trafik från användarens webbläsare till servern.

Alla dessa dataflöden använder kommunikationsprotokoll som garanterar konfidentialitet och integritet hos utbytt data. Detta är en viktig aspekt, då vi vill förhindra manipulering eller avlyssning utförd av obehöriga parter, när datan skickas in till IoT-plattformen. Användning av krypterad och integritetsskyddad trafik mellan användarna och RISEs prototypplattform ger säkerhet då korrekta kontouppgifter måste anges för att kunna skapa en anslutning.

Den mjukvara som används för att implementera RISEs prototypplattform är NodeRED. Även detta är en välanvänd komponent som utöver det är släppt som open source. Som del av projektet har vi granskat de säkerhetslösningar som NodeRED använder sig av. Även dessa är vältestade lösningar som exempelvis TLS för säker kommunikation.

När det gäller dataflödena så är dessa säkrade när det kommer till integritet och konfidentialitet. För utökad säkerhet utnyttjar man också end-to-end-kryptering. Detta koncept innebär att data är krypterad hela vägen från mätaren som genererar data till enheten eller applikationen som lagrar eller utvärderar data, vilket innebär att data är oläslig för eventuella mellanhänder.

### **13.4 Punkter för vidare analys och förbättring**

Detta avsnitt återfinns i sekretessbelagd intern rapport.

### **13.5 Konsekvens av attacker**

Detta avsnitt återfinns i sekretessbelagd intern rapport.

### **13.6 Best practices**

Det finns ett antal rapporter och rekommendationer när det gäller best practices för cybersäkerhet, med fokus på IoT eller VA-system. I denna sektion ges en kort beskrivning av några av dessa. Notera att det även finns material om best practices för cybersäkerhet på engelska från bland andra NIST och ENISA.

*Digitalisering av den svenska VA-branschen (Arnell, Ahlström, Wärrff, Miltell, & Vahidi, 2021)*

Denna rapport ger en utförlig beskrivning av utmaningar och lösningar för digitalisering inom vatten. Den har en dedikerad sektion som tar upp cybersäkerhet inom ramen för kritisk infrastruktur, med fokus på VA. Rapporten tar upp ett antal punkter som processer för cybersäkerhet, regelverk och vikten av systemisolering.

*Handbok för framtagning cybersäkra IoT-produkter (Smartare Elektroniksystem, 2023)*

Rapporten går igenom viktiga punkter för framtagning av produkter inom IoT. Även fast fokus mer är på själva skapandet av en produkt sammanställer rapporten ett antal punkter relevant för cybersäkerhet och IoT-system i allmänhet.

*Cybersäkerhet i Sverige (Nationellt Cybersäkerhetscenter, 2023)*

Denna rapport kommer i tre delar. Första delen fokuserar på hotaktörer, metoder för åtkomst, och säkerhetsbrister. Andra delen expanderar på detta och sammanställer rekommendationer för säkerhetsåtgärder, inklusive systemhärdning, segmentering av nätverk och åtgärder vid bekräftade attacker. Tredje delen presenterar myndigheternas bild av hotaktörers agerande under pandemin.

### **13.7 Utmaningar med expanderings av systemet**

När ett system utökas och nya funktioner integreras, ökar ofta även risken för cybersäkerhetsproblem. Dessa ändringar introducerar ny funktionalitet, vilket kan vara önskvärt, fast det är viktigt att samtidigt vara vaksam på nya sårbarheter som därmed kan introduceras. Ändringar för att expandera ett systems kapacitet kan vara bland annat via integration av nya mjukvarukomponenter eller användning av nya kommunikationsprotokoll. Varje ändring kräver noggrann granskning för att säkerställa att nya risker hanteras. För att möjliggöra detta är det viktigt att jobba mot en säkerhetspolicy och ha klar ansvarsfördelning i utvecklingen av systemet.

Att hantera utökning av funktionalitet kan vara en av de viktigaste utmaningarna mot framtiden och vidareutveckling av nuvarande system. Om funktionaliteten ändras eller expanderas, exempelvis mot en mer generell IoT-plattform eller med möjliggörande av styrning, inte bara övervakning, av vattensystemet är det kritiskt att en ny grundlig säkerhetsanalys görs. Bland frågor som måste ställas ingår vilka nya risker som kan introduceras och vilka nya aktörer som kan få upp ögonen för det.

Med tanke på den stora framväxt av IoT och lösningar baserade på IoT som förutspås, kan det finnas en lockelse i att vilja expandera systemet snabbt för att erbjuda ny service till medborgarna. Arbetet som sker med att göra systemet säkert bör ställas i proportion till arbetet med att utöka systemets funktionalitet. Om så inte görs riskerar säkerheten att bli eftersatt och systemet osäkert.

### **13.8 Riskanalys**

Riskanalyser har genomförts inom ramen för projektet men samtidigt knutit an till kommunens befintliga system för informationssäkerhetsarbete. Huvudprocessen som analyserats benämns som vattenmätaravläsning från fastigheter och områdesmätare. Informationen har klassificerats utifrån konfidentialitet, riktighet och tillgänglig och risker har analyserats genom att de identifierats, konsekvenser beskrivits, värderats utifrån sannolikhet

och konsekvens vilket ger ett riskvärde, och ansvar för respektive risk tilldelats. Målet är att i ett kontinuerligt och systematiskt riskarbete sänka riskvärdet. Metoden var workshops vid två tillfällen med berörda parter och kompetenser.

I syfte att säkerställa kvaliteten i analysen och klassningen är det viktigt att definiera och avgränsa analysobjektet, i detta fall med fokus på exakt vilken information/data som behandlas och flödar, vilket skydd och säkerhet som finns i varje steg i processen. Fokus hamnade således på den data som genereras i varje vattenmätare och hur den transporteras och bearbetas vidare för slutlig analys av helhet eller delområden. Även eventuell framtida vidareutveckling för att kunna leverera kunds egen avläsning av vattenmätare berördes.

En generell slutsats av riskerna som identifierades är att även om varje enskild datapunkt i de olika kategorierna i sig inte nödvändigtvis är känsliga kan de vid sammanställning blottlägga mönster både hos enskilda konsumenter som områden som vid ett röjande kan få skadliga konsekvenser. Den totala bilden med alla parametrar skulle också teoretiskt kunna vara av nytta för diverse hotaktörer. Ytterligare en generell slutsats är att det finns gränsdragningsproblematik avseende att definiera när det ska anses vara en personuppgiftsbehandling och att dataregelverket (GDPR m.m.) ska tillämpas. Exempelvis kan data från en enskild fastighet omfattas men inte från en områdesmätare. En generös tolkning är troligtvis att föredra för att säkerställa skyddet. Åtgärder som behövde vidtas handlade även i flera fall om att säkerställa interna rutiner och dokumentation.

### **13.9 Cybersäkerhetskompetens**

Cybersäkerhet är en central aspekt i utveckling och drift av den IoT-plattform och det system som tagit form under projektets gång. Det är kritiskt att den personal som jobbar med och implementerar systemet har tillräcklig kunskap rörande cybersäkerhet. Detta innebär att ha korrekt kompetens om bland annat säkerhetsprotokoll, nätverk, och systemarkitektur. Dessutom inkluderar det förmågan att både upptäcka och hantera säkerhetshot, att utvärdera och implementera säkerhetslösningar, samt att utforma säkerhetspolicys. Med faktumet att cybersäkerhetshot kontinuerligt utvecklas i åtanke, så är det viktigt att arbetet med kompetens rörande cybersäkerhet är en kontinuerlig process. För att anställda ska förbli uppdaterade är vidareutbildning en nyckel och därför bör sådan ske regelbundet.

Externa konsulter kan användas både för att erbjuda utbildning till lokalt anställd personal, samt för utformning och utveckling av lösningar. Det är viktigt att samarbete med leverantörer där det finns en ömsesidig tillit. I de fall där en del av utvecklingen sköts av externa parter är det viktigt att den lokala personal som kommer sköta systemen är välintegrerade i utvecklingsprocessen.

### **13.10 Slutsats**

Denna sektion har beskrivit cybersäkerhetsaspekterna generellt samt hos den lösning som skapats under projektets gång. Den baseras i hög grad på användning av välbeprövade och existerande lösningar för (säker) kommunikation. I dagsläget hanterar IoT-plattformen enbart data för visualisering och tillgängliggörande, vilket begränsar skadan eventuella attacker kan orsaka. Dock är det viktigt att all eventuell expanderings av systemets funktionalitet beaktar eventuella nya cybersäkerhetsproblem som kan uppkomma. Det finns mycket material om best practices för cybersäkerhet, även med fokus på IoT- och VA-system, vilken är



användbar för detta system och dess vidareutveckling. Rätt kompetens är kritiskt, vilket kan vara extra utmanande för mindre kommuner, men vidareutbildning och användning av externa partners kan vara sätt att nå rätt kompetens hos personalen.

## 14 Bilaga 4: Jämställdhet & jämlikhet

Kommunen har sedan länge den högsta vattentaxan bland Sveriges samtliga kommuner vilket även har påverkan på invånarna utifrån ett jämställdhets- och jämlikhetsperspektiv. Inom ramen för projektet såg vi att det finns många aspekter kopplat till detta område att beakta och fördjupa sig kring.

Tjörn har en stark ambition att skapa en bättre jämlikhet gällande vattenförsörjningen och dess prissättning. Målet är att få kontroll över vattenförlusterna och därigenom förhindra att vatten blir en lyxvara. Det skall föreligga en fullt ut jämlik tillgång till vattenförsörjning i kommunen oavsett i vilket geografiskt område man bor. Ambitionen är också att genom sänkt avgift kunna säkerställa tillgången till vatten oavsett vilket ekonomisk status du har, samt skapa förutsättning för tillgång till kommande generationer.

Jämlikhetsfrågan har framför allt kopplats till projektets bidrag på en samhällsnivå, medan jämställdhetsfrågan har arbetats med på en intern nivå för att medvetandegöra attityder, normer, värderingar och ideal inom projektgruppen.

Vi har haft stor medvetenhet om jämställdhetsaspekterna i projektteamet. Det operativa teamet inom ramen för projektet har bestått av 7 män och 5 kvinnor och styrgruppen har bestått av 1 man och 4 kvinnor.

Projektets arbetsprocess bestående av månatliga sprintar har möjliggjort en jämlik delning av kunskap och information. Silotänket har brutits genom att alla projektmedlemmar har tagit del av varandras arbeten samtidigt som vi diskuterat centrala frågor och hur olika frågor påverkar och interagerar med olika delprojekt. Detta har lett till en mycket uppskattad jämlik och jämställd arbetsprocess.

### 14.1 Lärande i projektgruppen

Jämställdhets- och jämlikhetsarbetet inleddes med ett antal arbetsmöten där VA-teamet fick arbeta med olika övningar kopplat till jämställdhets- och jämlikhetsarbetet, vilket belyste frågorna på ett tydligt och engagerande sätt.

Projektgruppen erhöll en genomgång av Agenda 2030:s jämlikhets- och jämställdhetsmål, Sveriges jämställdhetspolitiska mål och delmål och olika perspektiv på jämställdhetsarbete (kvantitativt, kvalitativt och intersektionellt). Projektgruppen fick även börja resonera kring begreppet makt; Vad behöver var och en för att ha makt att forma samhället och sitt liv, vad händer när en person har mycket makt och liknande frågeställningar.

Med fakta och statistik synliggjordes ojämställdhet. Projektgruppen fick med hjälp av quiz ta ställning till fakta kring de sex jämställdhetspolitiska delmålen.

Arbetsgrupper är ofta väldigt homogena i sin sammansättning. Det får konsekvenser för hur projekt och verksamheter utformas, vad som ses som problem, hur deltagare bemöts osv. Genom metoden Homogenitetsstick fick projektgruppen synliggöra och problematisera normer som skapar homogenitet.

Projektgruppen fick i mindre grupper även kartlägga och analysera projektet utifrån ett jämställdhetsperspektiv. Dels genom att inventera och identifiera fällor och könsmonster, dels genom att ge förslag till åtgärder för förbättringar.

## 14.2 Påverkan på vattenabbonenterna (fördjupning)

Projektet tog hjälp av Länsstyrelsen i Västra Götaland i det fördjupade arbetet med jämställdhet och jämlikhet som bestod i olika övningar, kartläggning och analys av VA-processerna inom projektet. Syftet har varit att synliggöra olika förutsättningar hos grupper i samhället och hur en vattenavstängning påverkar individer beroende på livssituation.

Metoden som användes var s.k. personas, fiktiva personer som ges en bakgrundshistoria och en trovärdig beskrivning som går att använda som referens genom hela projektet. Varje personas kundresa kartlades och analyserades utifrån utmaningar som finns kopplat till jämlikhet. Ett verksamhetsperspektiv antogs också, där en skola analyserades.

Nedan presenteras några av lärdomarna i sammanfattning:

- En vattenavstängning har olika stor inverkan på människors liv beroende på situation. Kedjan av konsekvenser blir således också längre beroende på vem som drabbas. Detta är ett viktigt perspektiv att ha med i VA-enhetens arbete för ett jämlikt och professionellt bemötande.
- En viktig lärdom är att VA-enheten och övriga involverade fått en större förståelse för helheten. Exempelvis hur en vattenavstängning i en verksamhet, t.ex. en skola, kan få stora och långtgående konsekvenser för många inblandande. Här det ofta finns en risk för ojämställdhet i ekonomi. Enligt statistik kommer fler kvinnor att gå hem från sina arbeten för att ta hand om barnen. Bemanningen på kvinnodominerade yrken, t.ex. i vården, kommer därmed att drabbas hårdare.
- Det finns utmaningar i jämlik service, särskilt gällande kommunikation. Under de tre workshops framkom att risken att missa information kopplat till vattenavstängning är betydligt högre bland de som inte behärskar svenska språket samt för de som inte har tillgång till en smart telefon och/eller internet. Äldre, personer med intellektuell funktionshinder och nyanlända är sårbara grupper.
- Arbetet har också gett lärdomar om att vi kan bli bättre på intern kommunikation och ta hjälp av våra interna verksamheter för att få ut information till sårbara grupper.
- Det finns behov av intern utbildning och kunskap. VA är en traditionellt mansdominerad och teknisk förvaltning som inte är vana att arbeta med de "mjuka" frågorna.
- Genom att säkerställa jämlik kommunikation och service kommer kommuninvånarna känna en starkare tillit till kommunen.
- Generellt - genom att säkra vattenförsörjningen och som kommun ta ansvar för att inte vatten går till spillo - är sannolikheten hög att tilliten ökar. Ekonomisk hushållning och respekt för skattepengar.
- Tillit är en förutsättning för att skapa och upprätthålla ett socialt hållbart samhälle.
- Att arbeta med personas och kundresor som metod har varit lärorikt och är något att ta med i det pågående arbetet med social hållbarhet i kommunen som helhet.
- Det var intressant att synliggöra hela kedjan, från kommunens vision till VA-verksamhetens dagliga verksamhet, hur jämställdhet och jämlikhet kan läggas som ett raster och integreras i VA-verksamheten för att bidra till kommunens övergripande mål.

Sammanfattningsvis vill vi gärna lyfta fram hur Länsstyrelsens och SKR:s arbete med jämställdhetsintegrering har varit till stor hjälp. Vi har som exempel använt och inspirerats av filmer som den om jämställd snöröjning i Karlskoga (SKR, 2023). Det har gjort det betydligt lättare att synliggöra hur samhällsbyggnadsförvaltningens traditionellt "hårda" frågor har stor betydelse i arbetet med att nå social hållbarhet, internt i organisationen så väl som kopplat till service och kommunikation med dem vi är till för.

## 15 Bilaga 5: Delning & kommunikation

Den interna och externa kommunikationen och informationsspridningen har gått som en röd tråd genom hela projektet. Den interna förankringen har syftat till visa vad som kan skapas med innovation och utforskande arbetssätt samt vilka värden IoT möjliggör.

En mängd olika kommunikativa och nätverksorienterade aktiviteter har genomförts för att såväl bygga relationer som att dela insikter, erfarenheter, utmaningar och resultat.

### 15.1 Intern förankring kring projektet

Här redovisar vi några av de aktiviteter som syftat till intern kunskapsdelning och förankring:

- Regelbunden dialog i projektets styrgrupp.
- Information i samhällsbyggnadsnämnd och kommunstyrelse.
- Dialog i kommunens utvecklingsnätverk och kommunledningsgrupp.
- Dialog med kommunens ekonomiavdelning.

### 15.2 Externt nätverksbyggande

Inom ramen för projektet har ett ingående nätverkande genomförts. Vi har träffat mängder av personer och aktörer kopplat till cybersäkerhetsfrågorna, plattformsförfrågorna, VA- och vattenläckagefrågorna, jämställdhets- och jämlikhetsfrågorna etc. Våra kontaktytor inom RISE har varit till stor hjälp i de kring vårt projekt. Även personer som inte varit direkt involverade i det dagliga arbetet med projektets utveckling har hjälpt till med olika former av kontaktytor och spridit information om projektet i olika nätverk och sammanhang. Detta har lett till att vi erhållit många nya kontaktytor samtidigt som information om den lilla kommunens arbete med vattenförsörjningsfrågan har spridits brett.

Nedan några exempel på sammanhang där projektet har medverkat och/eller presenterats:

- Digitaliseringsnätverket (NDU) i Göteborgsregionens kommunalförbund, bestående av 13 medlemskommuner.
- Västra Götalandsregionens projekt *Smart region Västra Götaland blir verklighet*.
- Smart City Lab.
- IoT Sverige konferenser.
- Vatten 2023

### 15.3 Externt kommunnätverk

Medverkande kommuner har varit Härryda, Lilla Edet, Kungsbacka, Stenungsund och Öckerö. Vi har genomfört en serie träffar där vi delat insikter, utmaningar, möjligheter och lärdomar från projektet. Träffarna har även resulterat i diskussioner om närmare samverkan utifrån de mindre kommunernas förutsättningar när det kommer till vattenförsörjning och IoT. Detta har varit en uppskattad satsning med god representation där involverade parter uttalat stort värde i att få inspiration men också att kunna diskutera praktiska frågeställningar inom VA-områdets digitalisering. När vi ställde frågan om någon av deltagande kommunrepresentanter deltog i andra nätverk kopplat till vattenförsörjning och digitalisering så svarade samtliga att de inte deltog i några andra nätverk.

Värdet av denna typ av nätverk skall inte underskattas. Bland annat uttryckte en av deltagarna: "Vi önskar bara att vi hade haft tillgång till detta nätverk för ett par år sedan. Innan vi gick in och låste in oss med en specifik leverantör".

Avslutningsvis finns det ytterligare en aspekt kopplat till kommunnätverket. Två av de deltagande kommunerna, Lilla Edet och Stenungssund, är tillsammans med Tjörn och Kungälv, delägare i Soltak som genom projektet nu kan erbjuda en IoT tjänst för sina ägarkommuner. När rapporten skrivs har samtliga Soltak kommuner antingen startat upp eller aviserat att de önskar starta IoT initiativ i sina verksamheter. Kommunöverskridande samskapande är en helt avgörande faktor för att även små och medelstora kommuner ska ges möjlighet att utveckla data- och insiktsdrivna arbetssätt med hjälp av IoT.

## 15.4 Intern kommunikation och publicitet

Utöver förankringsprocessen som beskrivits ovan så har projektet löpande kommunicerat sina resultat:

- På projektets informationsplats på Tjörns hemsida (Tjörns Kommun, 2023).
- Via nyhetsbrev som gått ut till de omkring 1 200 anställda och 100 förtroendevalda.
- Genom Tjörn kommuns LinkedIn (Catarina Cani, 2023)
- I Tjörns tidning "Vi på Tjörn".
- På en informationstavla i Tjörns kundcenter i kommunhuset i Skärhamn.



## 15.5 Mässan Vatten 2023 i Göteborg

I samarbete med branschorganisationen Vattenindustrin arrangerade Svenska Mässan Vatten 2023 vilket är Sveriges största mötesplats inom vatten och avlopp och en viktig arena för att gemensamt kunna möta både dagens och morgondagens utmaningar. Mässan gick av stapeln den 24-26:e oktober 2023 med utställning, konferens, öppna scenprogram och aktivitetsområden. Det var ca 230 utställare på plats som på olika sätt tar sig an Sveriges framtida vattenförsörjning. Tjörns kommun presenterade tillsammans med RISE och Soltak projektet på innovationsscenen den 26/10. Rubriken lydde "Vi skulle ju bara byta vattenmätare...".



Figur 17. En mycket trevlig avslutning där projektresultaten presenterades på Vatten 2023.

## **15.6 Nationella programmet Digital Mognad**

Adda Kompetens, ett företag inom SKR, driver det nationella programmet Digital Mognad (Adda, 2023) med över 100 medlemmar (regioner, kommuner och hel- eller delägda bolag) i programmet. I de regelbundna pulsmötena delas kunskap på olika sätt. Under oktober presenterade Tjörn IoT projektet och hänvisade till kunskapsdelningen i den publika slutrapporten.

## **15.7 Den publika slutrapporten**

Slutligen utgör även denna publika slutrapport en källa för kommunikation och skapande av spridningseffekter. Ambitionen är att rapporten kan tjäna som inspiration men även ge insikter kring hur ett utforskande innovationsprojekt kan initieras och genomföras av den lilla kommunen.



## 16 Bilaga 6: Organisation

I verksamheter som vill bli mer datadrivna och utvecklas med stöd av digitala lösningar är organisatoriska förmågor centrala. I detta projekt har vi därför, parallellt med de mer tekniska och säkerhetsrelaterade aspekterna vid införande av IoT, jobbat med roller, arbetssätt och kompetens ur ett organisatoriskt perspektiv.

Fokus har legat på organisationens behov av förflyttning och förmåga till förnyelse för ett förstärkt framtidsfokuserat ledarskap. Detta har vi gjort i ett arbetspaket som syftat till att skapa en ökad förståelse för systematisk innovationsledning och en generell ökning av kunskapsnivån kring agila arbetsmetoder samt ett data- och insiktsdrivet arbetssätt.

Vi har i detta arbete utgått från roller, arbetssätt och kompetens inom Tjörns VA-organisation, men även andra funktioner i kommunen har involverats. Målsättningen har varit att öka förmåga till *samskapande* och *innovation* genom att öka insikterna om vilka organisatoriska förmågor som behöver utvecklas på kort och lång sikt.

### 16.1 Mycket gemensamt med andra IoT-satsningar

Tjörns kommun tar den lilla kommunens unika vinkel på digitalisering, men är inte ensamma om att driva projekt med dessa syften. Runt om i landet (och världen i stort) pågår en mängd IoT-satsningar med målet att använda digitaliseringens möjligheter för hållbar utveckling och innovation. Klimatförändringens effekter och utvecklingsbehov kopplade till dessa är ett exempel på drivkrafter och utgångspunkt för flera IoT-satsningar. Andra behov och drivkrafter i pågående initiativ som även är relevanta för andra kommuner är att:

- Kunna använda historiska data som beslutsunderlag för framtidsinriktad planering och beslutsfattande.
- Ta sig från reaktiv till proaktiv verksamhetsstyrning genom ett data- och insiktsdrivet arbetssätt, där data används för att fatta faktabaserade och proaktiva beslut.
- Utveckla kulturen i organisationer, så att man skapar ett datadrivet förhållningssätt som genomsyrar hela verksamheten.
- Utforma processer som gör att insikter kan omsättas i nya, smarta och hållbara lösningar.
- Utforma IT-arkitektur som är optimerad för en datadriven organisation, exempelvis för att kunna lagra och dela data på ett strukturerat sätt.
- Kunna tillgängliggöra data för kommersiella företag att utveckla smarta lösningar.
- Förstå nuvarande och framtida affärsnytta i sin data.

### 16.2 Bakomliggande drivkrafter till systemansats

I detta projekt har det funnits en uttalad ambition att förflytta organisationen mot mer datadrivna beslut, där data från uppkopplade sensorer används för att skapa insikter som ger underlag för såväl taktisk som strategisk planering och beslutsfattande, sedan start. Avsikten har varit att utveckla förmågan att jobba mer data- och insiktsdrivet på ett sätt som genomsyrar hela verksamheten.

En av drivkrafterna har varit att minska personberoendet och möjliggöra att fler personer i organisationen får förståelse för hur data används för planering och prioritering. Med detta vill man utveckla verksamheten, så att begränsade resurser kan nyttjas mer effektivt.

En annan drivkraft har varit att öka förmågan till förnyelse i organisationen, så att datadrivna insikter också kan omsättas i helt nya och rent av innovativa angreppssätt och lösningar. Något som är centralt när lilla kommunen ska anpassa sig till en alltmer komplex och oförutsägbar omvärld bland annat till följd av klimatförändringarna och dess effekter.

Redan från projektstarten fanns insikten om att kulturen kring digitalisering i organisationen är en viktig faktor för att nå den faktiska potentialen i införandet av IoT. Detta, i kombination med den uttalade ambitionen om att utveckla organisationens förmåga att jobba data- och insiktsdrivet – för att prioritera, optimera och effektivisera samtidigt som man jobbar med utvecklad förnyelse- och innovationsförmåga – adresserades med en uttalad systemansats för innovations- och förnyelsearbete.

En bra utgångspunkt för en sådan systemansats finns i den vägledande internationella standarden för innovationsledning ISO 56000. I denna finns åtta vägledande principer för innovationsledning (se figur 1).



Figur 18: Åtta vägledande principer för innovationsledning, fritt översatt från ISO 56000:2020 Innovation Management Fundamentals and vocabulary. Den horisontella pilen ska visa att alla aspekter behöver omhändertas och att ingen är mer eller mindre viktig än någon annan utan att det krävs parallellt arbete med samtliga.

## 16.3 Kartläggning – från nuläge till önskat läge

Inom projektet har vi också tagit fasta på forskningsresultat (se faktaruta 1 nedan) kring vad som krävs för att bygga innovation i offentliga verksamheter, där dessa resultat förstärker behovsbilden av att arbeta med innovations- och förnyelsearbete med en systemansats. Dessa har presenterats för och diskuterats i projektets arbetsgrupp.

### Innovation i teori och praktik

För att bygga innovation i en verksamhet visar forskning att det behövs:

**1. Ett fokus och en uttalad ambition, dvs en innovationsstrategi från ledningen.**

Detta behövs för att tydliggöra för de som arbetar i verksamheten var/inom vilka områden mer innovativa lösningar krävs och varför, för att nå målen i verksamheten.

**2. En organisering av individer som är dedikerade till innovationsarbete.**

Individer behöver både kunna agera agilt i verksamheten när det uppstår nya innovationsmöjligheter samt arbeta strategiskt och långsiktigt för att kunna identifiera och realisera innovation.

**3. Arbetsprocesser och metoder som stödjer koordinering och samverkan.**

Detta behövs för att grupper med individer med hög grad av olikheter både inom och mellan organisationer ska kunna samverka med syftet att identifiera, värdera och välja ut, genomföra/implementera och skapa nytta av nya möjligheter.

**4. Utveckling av innovationsfrämjande värderingar och normer i verksamheten.**

Detta behövs för att uppmuntra experimenterande, risktagande, kreativitet, uthållighet och ett kontinuerligt lärande, inte minst från innovationsaktiviteter och projekt som inte går som planerat.

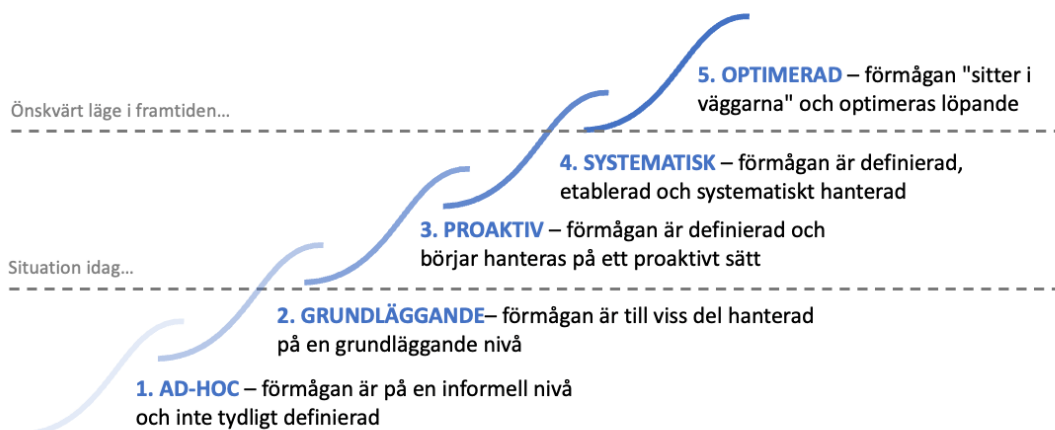
Faktaruta 1: Innovation i teori och praktik av Lundegård et al (2017) visar vad som behövs för att bygga innovation inom en verksamhet. Listan är hämtad från studien \*)"Innovation och förnyelse inom 112 svenska myndigheter – vad utmärker dem som lyckas och vilka är framgångsfaktorerna?"

Med förhållningssättet "100 % lärande" i stället för "100 % rätt" och en agil arbetsprocess genom hela projektet har de vägledande principerna för innovationsledning, tillsammans med erfarenheter från andra forskningsprojekt inom ledning och organisering av innovation, utgjort stommen för arbetspaketet som inriktats på de organisatoriska förmågorna.

Processen har faciliterats av två experter inom systematisk innovationsledning från RISE. De har, tillsammans med delprojektledaren och arbetsgruppen, utformat aktiviteter med målet att skapa ett förstärkt framtidsfokuserat ledarskap genom ökad förståelse för systematisk innovationsledning. Progressen av resultat och erfarenheter från detta arbetspaket har, liksom för övriga arbetspaket, rapporterats löpande i samband med månadsvisa så kallade "sprint reviews".









En bärande aktivitet i projektet var att fånga upp organisationens behov av och förmåga till innovation. Detta gjordes genom intervjuer och gruppdialoger med nyckelpersoner i organisationen. Intervjuerna kretsade kring frågeställningar kopplade till de åtta vägledande principerna. En skala för skattning av innovationsförmåga användes också som underlag (se figur 2).

## Skattning av innovationsförmåga



Figur 19. Som underlag till skattning av innovationsförmåga vid intervjuer och dialoger användes denna mall för skattning. Denna är inspirerad av "Gartner's Innovation Management Maturity Model" och "IMCA 2019 Innovation management capabilities assessment".

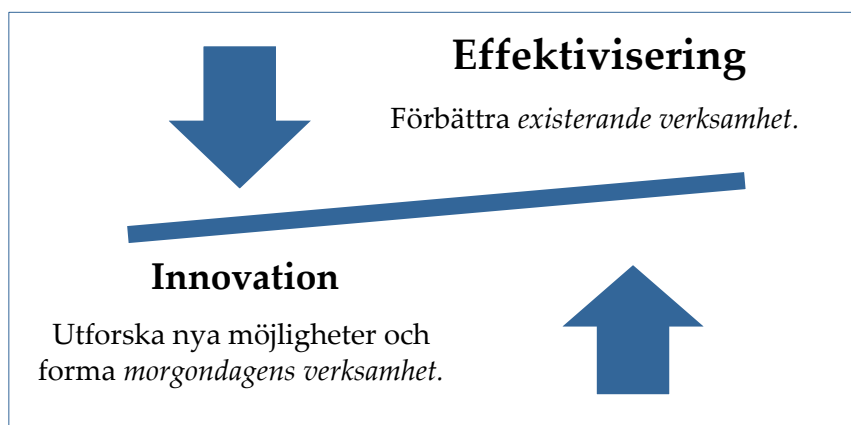
Kartläggning av behov och förmåga till innovation resulterade i insikter om organisationens nuläge. Detta visualiserades i en tabell (se exempelbild i figur 3) som sedan användes som underlag för att utforma mål och riktning, från nuläge till önskat läge, i en framtidsfokuserad workshop. Att genomföra gruppdialoger om innovationsledningsprinciperna ger inte bara resultat i form av en översikt utan ger värdefulla dialoger om olika perspektiv och uppfattningar om både nuläge om nåbara önskade lägen för den organisation det gäller.

		1. Informell hantering av förmåga	2. Grundläggande hantering av förmåga	3. Definierad och etablerad ledning och styrning	4. Systematisk ledning och styrning	5. Optimerad ledning och styrning
	Realisera värde	→			☑	→
	Nyttja insikter	→		☑	→	
	Hantera osäkerhet	→	☑	→		
	Hitta strategisk riktning	→			☑	→
	Skapa rätt kultur	→		☑	→	
	Framtidsfokuserat ledarskap	→		☑	→	
	Anpassningsförmåga	→		☑	→	→
	Systematiskt förhållningssätt	→	☑	→		

Figur 20. Exempelbild över resultat av en kartläggning av nuläge och önskat läge med utgångspunkt från de vägledande principerna för innovationsledning i ISO 56002.

## 16.4 Effektivisering kontra innovation

Även DiMiOS (Digital Förvaltning, 2023), ett verktyg som hjälper organisationer att mäta och följa upp digital mognad används för att ringa in nuläge, behov och önskemål om förflyttning av organisationens förmåga. I samband med dialogen kring DiMiOS har frågor om effektivitet och löpande förbättringar kontra innovation (se figur 4 nedan) diskuterats flitigt, vilket sedan varit en del av arbetet i projektet. Att skapa samsyn kring skillnaden mellan effektivisering och innovation har varit viktigt för att kunna hitta balansen i hur organisationen jobbar med att förbättra den existerande verksamheten och hur mycket man jobbar med utforskande av nya möjligheter för morgondagens verksamhet.



Figur 21. Skiss som underlag för diskussion om balansen mellan åtgärder och insatser med fokus på förbättring av existerande verksamhet genom effektivisering och utforskande av nya möjligheter genom innovation.

## 16.5 Fokusområden och målbildsarbete

För att göra arbetet med de åtta vägledande principerna för innovationsledningen mer greppbara enades arbetsgruppen om att samla dessa i fyra fokusområden:

1. Riktning och ledning
2. Stödstrukturer
3. Organisering
4. Insikter och kultur

I ett nästa steg diskuterades vilka områden och aktiviteter som känns mest angelägna för det fortsatta arbetet med förnyelse och innovation. En bredd av frågeställningar och fokusområden identifierades och arbetsgruppen från Tjörns VA-organisation fick därefter i uppgift att rangordna vilka av dessa som man ser skulle ge mest värde i processen. Rangordningen resulterade i att följande områden prioriterades för det fortsatta arbetet:

1. Jobba fram vision och målbild
2. Våga prova idéer och jobba tillsammans med andra för att analysera och dela lärdomar
3. Jobba över gränserna inom VA-organisationen, kommunen och med externa parter

### 16.5.1 Målbildsarbete

Inom ramen för målbildsarbetet, som genomfördes i en serie arbetsmöten, jobbade vi med:


- a) Kommunens omvärldsanalys och de trender som kommer ha störst påverkan på VA verksamheten framåt
- b) Fokusområden i den nya strategiska VA-planen
- c) Kommunens vision och målsättningar
- d) Att formulera VA-verksamhetens grunduppdrag
- e) Att diskutera gap och "skav" mellan VA:s grunduppdrag och kommunens vision
- f) Frågeställningar som också genomlystes var:
  - Vilka förmågor behöver vi? Varför?
  - Vilka kompetenser behövs framåt?
  - Hur kan organisationens sårbarhet minska?
  - Vad kan bäst göras av andra?

Några av slutsatserna i målbildsarbetet blev:


- VA är trygg i och väl rustad för grunduppdraget
- VA upplevde viss osäkerhet i hur de skulle ta sig an kommunens ambitionsnivå då kommunens ambitionsnivå är större än VA-uppdraget med exempelvis:
  - Tillväxt i befolkning och företagsamhet
  - Hur skapar vi förutsättningar för utveckling med Sveriges högsta VA taxa?
  - Det är olika "plånböcker" och behöver tydliggöras. Vad krävs för att leverera mot kommunens ambitionsnivå? Hur kan VA medverka till att visionen nås?

### 16.5.2 Involvera alla medarbetare

Som en del i arbetet genomförde VA-enheten två konferenser där samtliga medarbetare involverades i att börja bygget av en gemensam målbild och att definiera vad som behöver göras för att möta framtiden. Dessa underlag har arbetats in i VA målbilden och utgjort grunden för en organisationsförändring inom VA.



## Kom och VA på Möjligheternas ö..!



Vårt grunduppdrag är att ge..

.. alla abonnenter i Tjörns kommun en trygg och långsiktigt hållbar vatten- och avloppsförsörjning.

Vårt utvecklingsmål / målbild!

Vi är (nästan) bäst i Sverige på förnyelse och jobbar med digitalisering i framkant.

Tillsammans arbetar vi för att även bli bäst på service och kommunikation samtidigt som vi aktivt möjliggör för fler att kunna leva och arbeta på *Möjligheternas ö*.

I vårt utvecklingsarbete jobbar vi med att..

- ✓ ..minska vår klimatpåverkan såväl som vår energiförbrukning, genom att i stort som smått t.ex. jobba med samåkning, planera inköp och bygga solenergilösningar på smarta platser
- ✓ ..förstå möjligheterna med digitalisering och kunna omsätta dem till nya lösningar och datadrivna arbetssätt i verksamheten
- ✓ ..tillse att VA har egen kompetens att driva förändring
- ✓ ..förse kommunen med specialistkompetens inom VA-området för proaktivt arbete i planerings- och utvecklingsarbete
- ✓ ..utveckla och upprätthålla våra samarbetsnätverk
- ✓ ..fortsätta söka och delta i forsknings- och innovationsprojekt
- ✓ ..skapa möjligheter att kunna jobba från annan plats (än kontoret)

Figur 22. Ny målbild för VA-verksamheten april 2023

Inom ramen för projektet genomfördes också satsning som syftade till generell höjning av den digitala mognaden. Inom ramen för utbildningen, som involverade alla VA-medarbetare, fokuserades medarbetarnas önskemål om att hitta enhetliga sätt att arbeta med kommunikation och informationsdelning.

### 16.5.3 Förutsättningar för förflyttning

Sammanfattningsvis finns det goda förutsättningar för en stegvis förflyttning och utveckling av VA-verksamheten i riktning mot den önskade målbilden. Ledningen för VA-enheten uttalar tydligt en vilja och ser innovation och digitalisering som nödvändiga för att framtidssäkra verksamheten och finner stöd för arbetet i kommunens inriktningsmål. Några av de förmågor som VA-ledningen, och kommunen som helhet, jobbar uthålligt och aktivt med är att kunna lösa komplexa problem i samverkan och att framtidssäkra verksamheten genom ökad systematik i utvecklingsarbetet.

## 16.6 Innovationsarbetets utmaningar

I det fortsatta arbetet med målbilden för Tjörns VA-organisationens förnyelsearbete uppstod behov av att fånga upp några organisatoriska utmaningar.

En utmaning bottnade i **behov av gemensam terminologi, för att säkerställa att man förstår varandra och pratar om samma saker**. I samarbetet mellan experter inom innovationsledning och representanterna från Tjörns VA-organisation visade det sig att begrepp som "förnyelse" och "innovation" kan ha olika innebörd för de medverkande. Något som kan ge upphov till förvirring och ineffektivt utbyte av kompetens och erfarenheter. Systematiken i ledningssystem för innovation har varit ett viktigt stöd i att bena ut denna utmaning. Systematiken, i kombination med den iterativa arbetsprocessen, har bidragit till att utmaningen har tydliggjorts och metoder för att hantera den har kunnat tillämpas.



En annan utmaning handlar om förutsättningar att jobba med systeminnovation på strategisk nivå. **Att hitta tiden till strategiskt arbete är ofta utmanande för en verksamhet som till stora delar utgår från ett tydligt operativt grunduppdrag.** Den dagliga driften och reaktiva operativa insatser och incidenthantering kräver mycket fokus. Att jobba systematiskt kräver att man har en process som fångar upp alla aspekter och ger utrymme för dessa. Något som både kan kännas ovant och utmanande för den lilla kommunen, där de personer som behöver engageras i regel har ansvar för en stor bredd av operativa uppgifter. Samtidigt finns såväl medvetenhet om betydelsen av systematik kring förnyelse och innovationsförmåga som viljan att skapa utrymme för detta i organisationen. Därför har det varit angeläget att nyttja det stöd till ledning- och organisering av innovation som detta projekt möjliggjort.

Förväntningar om en progressivt framtidsfokuserad verksamhet kontra det faktiska och upplevda handlingsutrymmet för att jobba med förnyelse är ytterligare en aspekt som utmanar innovationsarbetet. VA-organisationen har i sitt uppdrag ett antal lagar, regler och bestämmelser att förhålla sig till. Att säkerställa att organisationen och kommunen förhåller sig till dessa är en central del i VA-organisationens uppdrag. **Att balansera mellan ett förvaltande ansvar och ett utvecklingsinriktat innovationsarbete är utmanande** och här har systemansatsen kring verksamhetens innovations- och förnyelsearbete varit ett värdefullt stöd. I projektet bidrog exempelvis diskussioner om vad som anges i övergripande visioner och strategidokument i relation till det faktiska handlingsutrymmet med värdefulla insikter. En av uppgifterna var att identifiera om det finns motsägelser eller något som "skaver" mellan de olika visions- och strategidokumenterna. Att representanter för VA-organisationen och funktioner med ansvar för kommunövergripande strategisk planering tillsammans har diskuterat var man ser brister och utmaningar bidrar till samsyn. Det har också bidragit till att former för fortsatt organisationsövergripande samverkan kring kommunens förnyelsearbete kan utvecklas.

## 16.7 Sammanfattade reflektioner och rekommendationer

Projektets hypotes var att ett arbetspaket med fokus på organisationsutveckling, parallellt med den praktiska och tekniska implementeringen av IoT, skulle generera nya insikter om *hur* verksamheten kan bli mer data- och insiktsdriven. Med denna ansats har vi haft möjligheten att utforska vilka frågor som kommer upp kring förmåga till innovation och förnyelse när verksamheten blir mer datadriven. Vi har också haft möjlighet att reflektera över hur insikter kan omsättas i aktiviteter som bidrar till såväl utveckling och effektivisering som innovation. Arbetspaketet har genererat insikter, både i fråga om vad som utmanar den lilla kommunens förmåga att jobba med innovation och förnyelse och vad som fungerar som stöd för att stärka denna förmåga. Från arbetspaketet kan följande reflektioner och rekommendationer sammanfattas:

- **Att bygga förmåga till innovation och förnyelse parallellt med att implementera IoT skapar förutsättningar för att framtidssäkra verksamheten.** I en värld som kommer fortsätta att förändras, bland annat till följd av klimatförändringarnas effekter och genom framväxten av möjliggörande teknik såsom smarta uppkopplade vattenmätare och IoT-plattformar, behövs såväl förmåga att utvecklas som att tänka nytt och innovativt för att fortsätta leverera värde. Detta är ett faktum även för en liten kommun som Tjörn. Ett systematiskt angreppssätt kring organisationens innovationsförmåga blir ett viktigt stöd, dels för att anpassa verksamheten i en föränderlig värld, dels för att hitta helt nya sätt att möta utmaningar och fånga möjligheter.
- **Systemansatsen är ett viktigt stöd för såväl digitaliseringsarbetet som för att bygga innovationsförmåga.** Innovations- och förnyelsearbete påverkas av flera

faktorer, såväl strategiska som strukturella och kulturella. Systemansatsen ger inte bara stöd till innovation och förnyelse. Det fungerar också som ett stöd till digitaliseringsarbetet i stort, dels genom att alla förändringsdimensioner beaktas genom hela processen, dels genom att fokusera på realiserbar nytta i samband med implementering, skalning och spridning.

- **Användningen av etablerade ramverk med avseende på innovationsledning har varit ett värdefullt stöd för systemansatsen.** I projektet användes framför allt *ISO 56000 Innovation management – Fundamentals and vocabulary* samt *ISO 56002 Innovation management system – Guidance*. Dessa ramverk har fungerat som vägledning och skapat struktur till arbetet med att öka förmåga till samskapande och innovation. Det har bidragit till framdrift och fokus och har också underlättat för att skapa samförstånd. Att systemansatsen utgått från standarder för innovationsledning borgar också för stabilitet över tid, inte minst på grund av tvärsektoriell gångbarhet och legitimitet. En annan fördel med ett internationellt etablerat och standardiserat ramverk gör är att verksamheten inte blir beroende av enstaka experter eller konsulter för att driva arbetet framåt.
- **Projektets agila arbetsmetodik har förstärkt systemansatsen.** Den agila arbetsmetodiken, med löpande månadsvis rapportering av framdrift vid så kallade sprint reviews, har bidragit till att samtliga som medverkat i projektet har haft möjlighet att reflektera över resultat (eller orsaker till avsaknad av resultat) och dela sina insikter med övriga. Detta har i sin tur bidragit till att fånga upp viktiga frågeställningar och behov av fördjupningar inom arbetspaketet.

Sammantaget har den lilla kommunen Tjörn visat sig ha förutsättningar som är gynnsamma för att odla systematik i innovationsförmågor. Det finns en närhet till specialister och beslutfattare, till politiker och sist men inte minst närhet till kunderna. Med närheten till beslutfattare och specialister följer tillgänglighet, djup domänkunskap samt kvalitativa dialoger och snabba beslut. Projektet har visat att det är möjligt att ta tag i frågorna även om man är en liten kommun.

## 17 Bilaga 7: IoT koncept SOLTAK

Med hjälp av kommunens tilläggsansökan "Kraftsamling för systeminnovation" kunde Soltak AB, som samägs av kommunerna Kungälv, Lilla Edet, Stenungsund och Tjörn, införlivas i projektet. Syftet var öka möjligheterna till framtida skalning, spridning och nyttorealiserings av IoT.

Målet var att få fram beslutsunderlag för ett nytt affärsområde i Soltak med inriktning på utveckling och innovation samt en ny IoT tjänst för fler kommuner att ansluta till. Bakgrunden är att det är svårt för (små) kommuner att rekrytera och behålla den spetskompetens som behövs för att framgångsrikt driva digitalisering och innovation. Projektets arbete har resulterat i att en ny organisatorisk enhet *Projekt och Innovation* har etablerats hos Soltak samt att en ny *IoT-tjänst* är tillgänglig för ägarkommunernas samtliga verksamheter att använda.

### 17.1 Den nya organisatoriska enheten Projekt och Innovation

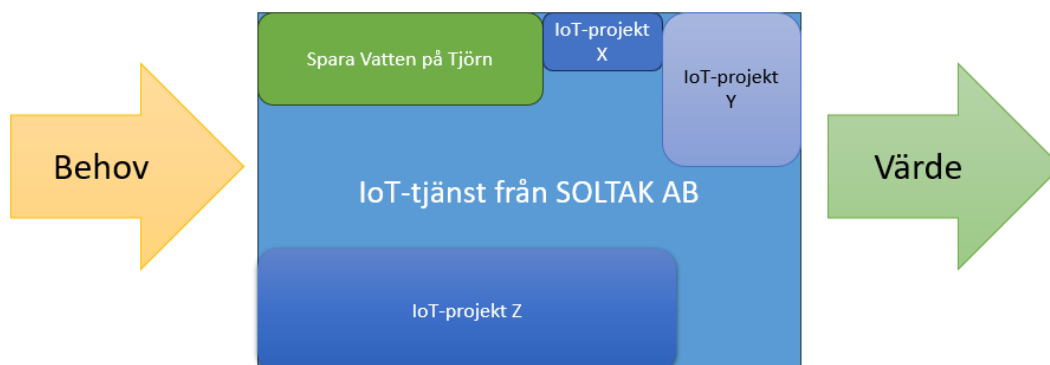
Soltak har som följd av tilläggsprojektet valt att etablera en ny organisatorisk enhet. Den nya enhetens uppdrag är att skapa förutsättningar för förnyelse och innovation vilket innebär att nya förmågor byggs upp; Exempelvis nya proaktiva samarbetsmodeller, agila arbetssätt och snabbare beslutsvägar.

Enhetens fokus är idag IoT men långsiktigt är planen att skapa förutsättningar för ägarkommunernas satsningar inom exempelvis AI, automation, integration eller andra områden som behövs för att framtidssäkra kommunernas verksamheter.

Tanken är att enheten skall samverka proaktivt med kommunernas verksamheter för att snabbt kunna utforska och omsätta idéer till värdeskapande lösningar. Ambitionen är också att enheten snabbt skall kunna ställa om roller och kompetenser efter verksamhetens behov och i takt med den tekniska utvecklingen.

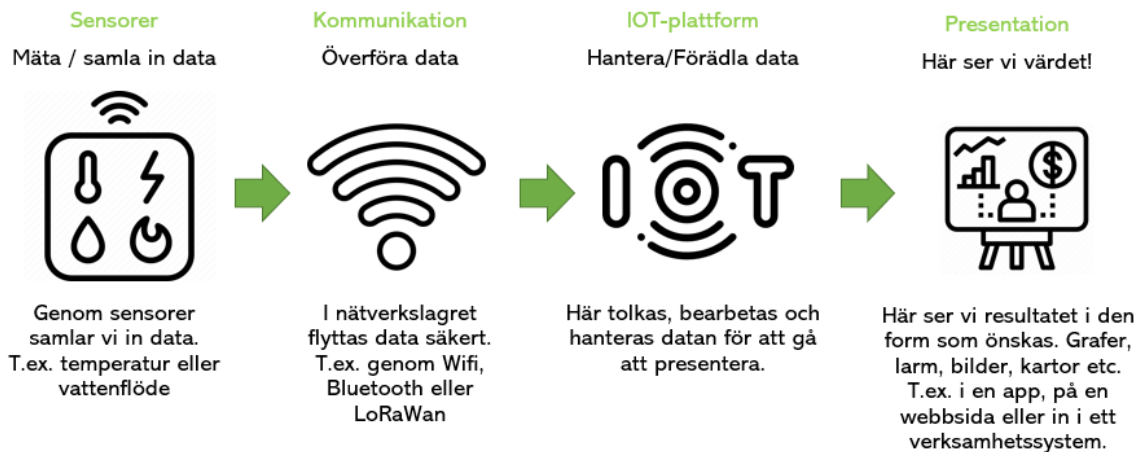
### 17.2 IoT som tjänst

Att bygga en skalbar och förvaltningsbar IoT-tjänst har varit delprojektets fokus. De tekniska delleveranserna har tagit avstamp i *behovsanalysen* som därför diskuterats ingående och utvecklats löpande under processen.



Figur 23. Det som skapats i projektet Ingen H2O-brist med IoT-list skall också kunna användas för kommande projekt.

För att erbjuda IoT som tjänst till samtliga verksamheter i Soltaks ägarkommuner, definierar vi fyra tekniska delleranser som bör ingå vid driftsättning av en ny tjänst. Figur 24 utgör ett diskussionsunderlag för Soltak och kommunernas verksamheter. Den skapar samsyn och förståelse för vad som behöver finnas på plats och vem som gör vad i processen. Den synliggör dock inte alla komponenter som behövs för att säkra kvalitet och kontinuerlig utveckling.



Figur 24. Förenklad process för att diskutera implementation av IoT i verksamheten.

För att säkerställa att lösningen skapar värde behöver en produktorganisation utformas i kommunens verksamhet. Produktägaren ansvarar för att stötta verksamheten i verksamhetsutvecklingen, breddutrustning, förändra arbetssätt, etc. Produktorganisationen ansvarar också för kvalitet, informationssäkerhet och samverkan med berörda leverantörer.

### 17.2.1 Delleransens sensorer

I alla fyra delleranser förutsätts att verksamheten och Soltak samverkar för att nå önskade resultat men i valet av sensorer blir det sannolikt extra viktigt. Rimligtvis kommer den mättekniska kvaliteten i framtida tillämpningar behöva vägas mot ekonomiska aspekter eller tekniska förutsättningar för kommunikation. God datakvalitet är en nyckel för tillförlitliga analyser.

I en kommungemensam IoT-plattform kan valet mellan två mättekniskt likvärdiga sensorer på sikt avgöras av tidigare tjänstutveckling mot grannkommuner. Finns redan en avkodare för en av sensortyperna implementerade i IoT-plattformen kommer valet påverkas av detta. Samägandet av den tekniska infrastrukturen bidrar på så sätt till en kommunöverskridande enhetlig utformning av framtida infrastruktur på förvaltningsnivå.

Inom ramen för tilläggsprojektet har Soltaks plattformslieferantör exempelvis utvecklat en decoder för den aktuella flödesmätarens payload. Väljer fler VA-förvaltningar inom Soltak att driftsätta uppkopplade mätare står sannolikt den aktuella mätaren högt i kurs. Soltak har också parallellt påbörjat projekt mot en fastighetsförvaltning och där faller valet naturligt på sensorer som redan är integrerade i leverantörens plattform.

### 17.2.2 Delleverans kommunikation

Exempel på förekommande trådlösa kommunikationsprotokoll inom IoT är linkIQ, wM-Bus, Sigfox, NB-IoT och LoRaWAN. En skalbar IoT-plattform bör erbjuda ett flertal kommunikationsgränssnitt och här kommer sannolikt standardisering kring interoperabilitet mot nätverksoperatörer underlätta i framtiden. Fördelen med ett brett urval av trådlösa kommunikationstekniker är att organisationen kan välja teknik utifrån sina lokala förutsättningar.

Så här långt har vi tre projekt som använder LoRaWAN för överföring av data. Vi har under projektiden även anslutit så kallade områdesmätare, som krävde äldre kommunikationsprotokoll, med gott resultat. Gränssnittet mot IoT-plattformen har i båda fall baserats på MQTT. Ambitionen är att kunna erbjuda framtida projekt det kommunikationssätt som bäst passar tillämpningen.

### 17.2.3 Delleverans IoT-plattform

Grunden i IoT-tjänsten är, förutom organisation och kompetens, en plattform för att kunna samla, spara, bearbeta, kombinera och dela data. Efter omfattande omvärldsanalys och dialoger med kommuner, regioner och kommunala bolag som kommit längre i resan sammanfattar vi några faktorer som varit extra viktiga i valet av plattform:

- Minimal inlåsnings-effekt
- Att äga och ha full kontroll över och tillgång till vår data
- Kunna dela data inom organisationen samt externt
- En lyhörd, samarbetsvillig och intresserad leverantör

Ytterligare krav i vårt projekt har varit att:

- Vi skall kunna hantera alla typer av sensorer, från olika tillverkare och för olika behovsområden.
- Vi skall kunna kombinera data från olika källor och presentera behandlade data på det sätt verksamheten vill ha den, oavsett om det är i ett verksamhetssystem, på ett intranät, som ett larm eller i en tillämpning för kunder.
- Utöver tillgången till data skall den lagras och behandlas på ett sätt som ägarkommunerna finner det lämpligt. Digital suveränitet och resiliens kan vara krav som är nödvändiga när samhällen blir alltmer uppkopplade och nyttjar data i sina affärsmodeller och i sin samhällsservice.
- Att kravställa upphandlingar på ett sätt som premierar framtidssäkrade leverantörer. Vår definition av en framtidssäker leverantör är en leverantör som:
  - Är innovativ och som driver utvecklingen framåt inom sin marknad
  - Har ett öppet sinne för interoperabilitet och tillgängliggörande av data
  - Följer utvecklingen av standardisering inom området, exempelvis på nationell nivå inom RefArk/RefArk2.0 (Arkitekturgemenskapen, 2022) och på EU-nivå tex med avseende på MIMs (OASC, 2023).
  - Har en utvecklingsprocess med kontinuerliga leveranser...

- ... och har ett långsiktigt sätt att involvera engagerade kunder i sin utvecklingsprocess, t.ex. en agil utvecklingsmetod.
- Är en partner under hela avtalstiden och som visar intresse för det vi gör, återkopplar våra idéer och förslag för förbättra sin produkt/tjänst och som slutligen bidrar till att utvecklingen kommer andra kunder till godo.

I omvärldsanalysen såg vi att leverantörer erbjuder bra lösningar men att de ofta medverkar till att skapa digitala "stuprör" istället för att bygga öppna lösningar, vilket kan göra det dyrt, komplext och i sämsta fall omöjliggöra för verksamheten att utveckla de lösningar som behövs framåt.

Under projektiden tecknade Soltak ett kortare avtal gällande IOT-plattform, då avsikten är att ansluta till VGR:s IoT-plattform, som drivs i projektet *Smart region Västra Götaland blir verklighet*, när det är möjligt.

#### **17.2.4 Delleverans presentation och datadelning**

I skrivande stund har tre olika IoT-lösningar sjösatts i plattformen och för varje lösning har vi nyttjat olika möjligheter i plattformen för att presentera resultat för verksamheterna. Vi delar redan statistiskt förbrukningsdata från prototypprojektets testbädd via Dataportal Väst (Dataportal Väst, 2023), den gemensamma portalen för öppna data i Västra Götaland. Det pågår också ett arbete för att på sikt kunna dela data med automatik och på så sätt erbjuda en digital testbädd med verklighetsförankring.

### **17.3 Ekonomi**

Det återstår en hel del arbete med att skapa en långsiktig finansiering och en affärsmodell som gör IoT-tjänsten skalbar för kommunernas verksamheter. En bidragande orsak till detta är det något komplexa förhållande avseende ekonomin som gäller för Soltak, i förhållande till sina ägarkommuner och deras verksamheter.

Några av de aktiviteter som skall bäras av en långsiktig affärsmodell för IoT-tjänsten är grundläggande kostnader för drift, underhåll, kontinuerlig utveckling av ramverk och utvecklingsprocesser samt aktiviteter för att minimera person- och leverantörsberoenden. Andra viktiga komponenter i en affärsmodell är att skapa minimala trösklar för att komma igång och utforska möjligheter, att ge incitament för att utveckla delningsbara lösningar och att samskapa i utveckling där två eller fler kommuner har liknande behov. Affärsmodellen skall också uppmuntra till uthållighet i breddinföranden, exempelvis till konsumenter, så att tänkta nyttor realiserar.

En förhoppning på sikt, är att hitta former och arbetssätt tillsammans med privata aktörer som finner intresse i den data vi producerar och delar, och som därmed kan utveckla och/eller finansiera nya tjänster.

### **17.4 Sammanfattning**

Projektet har resulterat i att Soltak nu kan erbjuda IoT som en del av sitt tjänsteutbud, vilket skapar en låg tröskel även för de andra medlemskommunerna att komma igång med och utforska införandet av enklare IoT lösningar. Ännu en effekt är att ytterligare verksamheter i Tjörns kommun, som står på kö och vill utforska IoT lösningar också kan göra det. Det



innebär också att de fyra kommunerna har tillgång till specialistkompetens. Dessa kompetenser har en enskild kommun svårt att rekrytera, utveckla och behålla.

I samtliga kommunernas verksamheter finns det idéer, drivkraft och vilja att arbeta med systeminnovation men också en frustration över att det är svårt att gå från tanke till tillämpning. Projektet har lett till en ny enhet inom Soltak som arbetar dedikerat med dessa utmaningar. Med infrastruktur, organisation och goda exempel att visa upp, arbetar vi nu tillsammans med kommunerna för att sprida de kunskaper vi har fått genom projektet.

Tjörns VA-lösning, Soltak organisationen och den nya IoT-tjänsten ser ut att kunna bli den hävstång som behövs för systeminnovation, att börja odla en innovationskultur och på sikt systematisera innovation, helt nödvändiga förmågor för att framtidssäkra verksamheterna och möta samhällsutmaningarna.

## 18 Litteraturförteckning

- Adda. (2023). *Digital mognad*. Hämtat från Adda: <https://www.adda.se/lorande-och-verksamhetsstod/digitalmognad/>
- Alapetite, A. (2023). Node-RED function to decode Axioma water meter payloads. · GitHub. Hämtat från <https://gist.github.com/Alkarex/4b5d1fef2ff84d483e2793ed009ef607>
- Arkitekturgemenskapen. (2022). Hämtat från <https://inera.atlassian.net/wiki/spaces/AR/pages/2835054600/Referensarkitektur+f+r+IoT>
- Arnell, M., Ahlström, M., Wärrf, C., Miltell, M., & Vahidi, A. (2021). Digitalisering av den svenska VA-branschen. Svenskt Vatten. Hämtat från <https://vattenbokhandeln.svensktvatten.se/wp-content/uploads/2022/03/svu-rapport-2021-21.pdf>
- Axioma Metering UAB. (2019). *WI/F1 LORA PAYLOAD EXTENDED*. Hämtat från [https://www.tanix.cz/documents/QalcosonicW1/1/Axioma\\_Lora\\_Payload\\_W1\\_F1\\_V2.0%20\(1\).pdf](https://www.tanix.cz/documents/QalcosonicW1/1/Axioma_Lora_Payload_W1_F1_V2.0%20(1).pdf)
- Büker, O., Stolt, K., Lindström, K., Wennergren, P., Penttinen, O., & Mattiasson, K. (2021). A unique test facility for calibration of domestic flow meters under dynamic flow conditions. *Flow Measurement and Instrumentation*, 79. doi:<https://doi.org/10.1016/j.flowmeasinst.2021.101934>
- Catarina Cani. (2023). *Tjörn på Vatten 2023*. Hämtat från LinkedIn: <https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:7123570861915201536/>
- Cheifetz, N., Noumir, Z., Samé, A., Sandraz, A.-C., Féliers, C., & Heim, V. (2017). Modeling and clustering water demand patterns from real-world smart meter data. *Drink. Water Engineering and Science*, 75-82. doi:10.5194/dwes-10-75-2017
- Cisco. (2023). What Is a Virtual Private Network (VPN)? Hämtat från <https://www.cisco.com/c/en/us/products/security/vpn-endpoint-security-clients/what-is-vpn.html>
- Dataportal Väst. (2023). *Vattenflöde*. Hämtat från Dataportal Väst: [https://www.vgregion.se/ov/dataportal-vast/resultatsida/#esc\\_entry=1053&esc\\_context=52](https://www.vgregion.se/ov/dataportal-vast/resultatsida/#esc_entry=1053&esc_context=52)
- Digital Förvaltning. (2023). *Modell*. Hämtat från Digital Förvaltning: <https://www.digitalforvaltning.se/modell/>
- Dynamic Time Warping*. (2023). Hämtat från Wikipedia: [https://en.wikipedia.org/wiki/Dynamic\\_time\\_warping](https://en.wikipedia.org/wiki/Dynamic_time_warping)
- EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS DIREKTIV (EU) 2020/2184 av den 16 december 2020 om kvaliteten på dricksvatten*. (2020). Hämtat från EUR-Lex: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:32020L2184>
- Ioannou, A., Creaco, E., & Laspidou, C. (2021). Exploring the Effectiveness of Clustering Algorithms for Capturing Water Consumption Behavior at Household Level. *Sustainability*, 13(5:2603). doi:<https://doi.org/10.3390/su13052603>
- Kensby, J. (2023). Framtidspaning: Digitalisering, machine learning och AI inom fjärrvärmesektorn. *Energiforsk Webinarium*.
- Klingberg, J. (2022). *Ingen H2O-brist med IoT-list, framtidssäkring av små kommuner*. Hämtat från RI.SE: <https://www.ri.se/sv/vad-vi-gor/projekt/ingen-h2o-brist-med-iot-list-framtidssakring-av-sma-kommuner>

- Lambert, A. (2020). Calculating a custom URL for a system, zone or DMA. *IWA Water Loss Specialist Webinar Series*. Hämtat från <https://www.youtube.com/watch?v=acM7FU4sVkl>
- Lambert, A. O., Brown, T. G., Takizawa, M., & Weimer, D. (1999). A review of performance indicators for real losses from water supply systems. *Journal of Water Supply: Research and Technology-Aqua*, 227–237. doi:10.2166/aqua.1999.0025
- Laspidou, C., Papageorgiou, E., Kokkinos, K., Sahu, S., Gupta, A., & Tassioulas, L. (2015). Exploring patterns in water consumption by clustering. *Procedia Engineering*, 119, ss. 1439-1446. Elsevier. doi:doi: 10.1016/j.proeng.2015.08.1004
- Leitão, J., Simões, N., Marques, J. A., Gil, P., Ribeiro, B., & Cardoso, A. (2019). Detecting urban water consumption patterns: a time-series clustering approach. *Water Supply*, 2323–2329. doi:<https://doi.org/10.2166/ws.2019.113>
- LoRa Alliance. (2017). LoRaWAN(TM) 1.1 Specification. Hämtat från <https://resources.lora-alliance.org/technical-specifications/lorawan-specification-v1-1>
- Mistra Inframaint. (2023). Hämtat från <https://mistrainframaint.se/om-oss/>
- Nationellt Cybersäkerhetscenter. (2023). Cybersäkerhet i Sverige. Hämtat från <https://www.ncsc.se/publikationer/>
- OASC. (2023). Minimal Interoperability Mechanisms – MIMs. Hämtat från <https://oascities.org/minimal-interoperability-mechanisms/>
- OASIS. (2019). MQTT Version 5.0. Hämtat från <https://docs.oasis-open.org/mqtt/mqtt/v5.0/mqtt-v5.0.pdf>
- Om Dataverkstad. (2023). Hämtat från Nationell Dataverkstad för regional och kommunal datadelning: <https://www.vgregion.se/ov/dataverkstad/om-dataverkstad/>
- OPC Foundation. (2012). Data Access. Hämtat från <https://opcfoundation.org/developer-tools/specifications-classic/data-access/>
- Rahim, M. S., Nguyen, K. A., Stewart, R. A., Ahmed, T., Giurc, D., & Blumenstein, M. (2021). A clustering solution for analyzing residential water consumption patterns. *Knowledge-Based Systems*, 233. doi:<https://doi.org/10.1016/j.knosys.2021.107522>
- Regeringskansliet. (2022). Öppna data-direktivet. Hämtat från Regeringskansliet: <https://www.regeringen.se/om-webbplatsen/psi-direktivet/>
- Rescorla, E. (2018). The Transport Layer Security (TLS) Protocol Version 1.3. Hämtat från <https://datatracker.ietf.org/doc/rfc8446/>
- RISE. (2022). *Smart City Lab - kommunernas stödfunktion för datadriven utveckling*. Hämtat från RISE: <https://www.ri.se/sv/vad-vi-gor/projekt/smart-city-lab-kommunernas-stodfunktion-for-datadriven-utveckling>
- RISE. (2023). *Vem äger datan som ska delas?* Hämtat från <https://www.ri.se/sv/berattelser/vem-ager-datan-som-ska-delat>
- SKR. (2023). *Jämställd snöröjning*. Hämtat från SKR: <https://skr.se/skr/samhallsplaneringinfrastruktur/trafikinfrastruktur/filmjamstalldsnoring.4222.html>
- SKR. (2023). *KLASSA*. Hämtat från <https://klassa.skr.se/>
- Smartare Elektroniksystem. (2023). Handbok för framtagning cybersäkra IoT-produkter. Smartare Elektroniksystem. Hämtat från <https://www.smartareelektroniksystem.se/handbocker/>
- Steffelbauer, D. B., Blokker, E. J., Buchberger, S. G., Knobbe, A., & Abraham, E. (2021). Dynamic Time Warping Clustering to Discover Socioeconomic Characteristics in Smart Water Meter Data. *Journal of Water Resources Planning and Management*. doi:10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0001360

- SWEDAC. (2022). *STAFS 2022:4 - Styrelsen för ackreditering och teknisk kontrolls föreskrifter om vattenmätare*. Hämtat från SWEDAC: <https://www.swedac.se/dokument/styrelsen-for-ackreditering-och-teknisk-kontroll-foreskrifter-om-vattenmatare/>
- Tjörns Kommun. (2023). *Digital övervakning av VA-nätet*. Hämtat från <https://www.tjorn.se/kommun-och-politik/utveckling-och-samverkan/digitalisering/digital-overvakning-av-va-natet>
- Västra Götalandsregionen. (2023). *Internet of Things (IoT) - samverkan i Smart region Västra Götaland*. Hämtat från Västra Götalandsregionen: <https://www.vgregion.se/regional-utveckling/omraden/digitalisering/internet-of-things/>
- Wennstig, A. (2023). *Upp med vattenfrågan på bordet, även när det inte är kris*. Hämtat från Ny Teknik: <https://svenskamassan.nyteknik.se/upp-med-vattenfragan-pa-bordet-aven-nar-det-inte-ar-kris/>