

Vatteneffektivisering i skånska företag

En studie om sårbarhet vid vattenbrist samt utförda fallstudier för ökad vatteneffektivisering, riktat främst till livsmedelsindustrin, fastighetsbranschen och lantbruket

Innehållsförteckning

1. Förord.....	4
2. Tack och projektledning.....	5
2.1 Tack.....	5
2.2 Projektledning	5
3. Inledning	6
3.1 Bakgrund.....	6
3.2 Syfte och mål	7
3.3 Urval av företag och näringsgrenar till fallstudier	7
3.3 Länshänvisningar för rapporten	8
4. Effekter av oplanerade avbrott i vattenförsörjningen.....	10
4.1 Resultat från nationell enkätstudie	10
4.2 Slutsatser från nationell enkätstudie	19
5. Vattenkartläggning.....	21
5.1 Metodöversikt	21
5.3 Påbörja arbete på ditt företag	23
5.3 Pilotstudie.....	24
6. Vatteneffektivisering i fastighetsbranschen	31
6.1 Översyn av vattenanvändning.....	32
6.2 Hantering av vattenläckor	38
6.3 Teknik för vatteneffektivisering av fastigheter	39
6.4 Beteendepåverkan	41
6.5 Hållbarhet genom minskad vattenförbrukning	48
6.6 Goda exempel på vatteneffektivisering.....	49
7. Vattensnål rengöring och återanvändning av vatten i livsmedelsindustrin	56
7.1 Vattensnål rengöring	56
7.2 Återanvändning av vatten i industrin	58
7.3 Slutsatser	60
8 Vatteneffektiv bevattning i lantbruket	62
7.1 Utmaningar och möjligheter	62
8.2 Bevattningsteknik.....	65
8.3 Ekonomi	75

9 Skånska teknikleverantörer för vattneffektivisering	82
9.1 Metodbeskrivning för kartläggning	82
9.2 Resultat från kartläggningen	95
9.3 Tekniker inom vattneffektivisering som saknas i Skåne.....	95
10 Referenser	98

1. Förord

Vatten är förutsättningen för allt liv på jorden. En långsiktigt hållbar vattenförsörjning är en nödvändighet för ett fungerande samhälle och ett konkurrenskraftigt näringsliv. Inte minst jordbruket och livsmedelsindustrin är beroende av att ha tillgång till vatten.

Vi svenskar har länge kunnat ta vattnet för givet. Men efter den svåra torkan under sommaren 2018 blev vi tvungna att tänka om. Torrsummarens slog hårt mot det skånska landsbruket och flera skånska kommuner hade stora utmaningar med sin vattenförsörjning. Vi fick alla inse att risken för vattenbrist är högst påtaglig även i vår del av världen. Med ett förändrat klimat väntas perioder med torka bli allt vanligare. Vattenfrågan måste därför stå högt på agendan också här i Sverige. Vi behöver alla förstå att vatten är en ändlig resurs och att vi måste bli mycket bättre på att hushålla med våra gemensamma sötvattentillgångar.

Regionala utvecklingsnämnden avsatte under 2020 extra medel för att stödja vattneffektiviseringsinsatser hos skånska företag. Satsningen var en del av ett större insatspaket för att främja en grön omställning av näringslivet i Skåne. I denna rapport presenteras den del av insatspaketet som rör vattneffektivisering. Rapporten har dessutom kartlagt skånska teknikföretag som levererar produkter och tjänster för vattneffektivisering. Innovations- och utvecklingspotentialen för dessa företag har bedömts som stor.

Att säkerställa en långsiktigt hållbar vattenförsörjning är en av våra viktigaste framtidsfrågor. Jag är övertygad om att ny grön teknik och smarta innovationer kommer att möjliggöra mer effektiva sätt att nyttja vårt vatten.

Jag är därför glad att Region Skåne är med och stödjer den gröna omställningen i näringslivet. De företag som ställer om kommer att stärka sin långsiktiga konkurrenskraft och bidra till ökad tillväxt i Skåne. Samtidigt skapas förutsättningar för hållbar vattenanvändning både idag och i framtiden.

Louise Eklund,
Regionråd, 1:a vice ordförande i Regionala utvecklingsnämnden

2. Tack och projektledning

2.1 Tack

Ett stort tack till samtliga företag som inkom med en intresseanmälan för projektet och som har deltagit i fallstudierna. Ett stort tack riktas till Länsstyrelsen i Skåne samt till medarbetare inom både RISE och Region Skåne som kvalitetsgranskat rapporten och inkommit med bra förslag på ändringar. Ett stort tack riktas till Karin Sjöstrand som deltog i projektledningen under projektets första år.

2.2 Projektledning

Projektledare Region Skåne: Susann Milenkovski,
susann.milenkovski@skane.se

Projektledare RISE Research Institutes of Sweden: Josefine Klingberg,
josefine.klingberg@ri.se

Ansvarig(a) författare/enhet per kapitel:

1. Inledning – Josefine Klingberg (RISE) och Susann Milenkovski (Region Skåne)
2. Effekter av oplanerade vattenavbrott i vattenförsörjningen – Josefine Klingberg (RISE) samt Samhällsanalys (Region Skåne)
3. Vattenkartläggning – Pernilla Gervind (RISE)
4. Vatteneffektivisering i fastighetsbranschen – Josefine Klingberg (RISE)
5. Vattensnål rengöring och återanvändning av vatten i industrin – Pernilla Gervind (RISE)
6. Vatteneffektiv bevattning i lantbruket – Per-Anders Algerbo (RISE)
7. Skånska teknikleverantörer för vatteneffektivisering – Miljö och hälsa (Region Skåne)

3. Inledning

3.1 Bakgrund

Sverige har traditionellt haft god tillgång på vatten men allt fler platser i landet uppvisar nu brist på dricksvatten antingen på grund av faktiskt vattenbrist till följd av perioder av torka och låg nederbörd eller kapacitetsbrist att producera eller leverera dricksvatten. Till följd av klimatförändringarna kommer tillgången på vatten att minska ytterligare på många platser, inte minst i Skåne. Tillgång till vatten av god kvalitet och tillräcklig mängd är grundläggande för människor och de flesta verksamheter. Många företag är beroende av vatten för att bedriva sin verksamhet och ett vattenleveransavbrott kan orsaka stora konsekvenser och ekonomiska förluster. I rådande klimatkris samt med en växande skånsk befolkning behöver alla aktörer i Skåne se över sin vattenanvändning samt hjälpa till att hushålla och effektivisera sin vattenanvändning för att bevara vår värdefulla vattenresurs. Om en aktör inte arbetat med vattneffektivisering sedan tidigare, kan det vara svårt att veta hur man kan påbörja detta arbete. Dessutom kan arbetet med att vattneffektivisera skilja sig markant beroende på vilken bransch en aktör tillhör. Förhoppningen med föreliggande rapport är att öka kunskapen om vattneffektivisering.

Incitamenten för varje enskilt företag eller aktör att påbörja ett arbete med målsättningen att vattneffektivisera sin verksamhet är många. Förutom att ett oplanerat vattenavbrott kan orsaka ekonomiska förluster så förväntas priset för dricksvatten att stiga. I Skåne och andra områden i Sverige, förväntas dessutom en ökning av nekade tillstånd för nya eller utökade vattenuttag på grund av vattenbrist. Utöver detta förväntas hårdare krav inträda från bland annat EUs nya dricksvattendirektiv. Det krävs resurser och mod från aktörer för att påbörja ett proaktivt arbete, ställa om och tänka om. Vårt gemensamma vatten ska räcka till alla, från hushåll, industrier, jordbruk till sjukvård med flera och det är allas gemensamma ansvar att säkerställa detta. Att vattneffektivisera är ett steg framåt i den gröna omställningen som kommer att krävas av alla aktörer för att möta klimatkrisen.

Teknikleverantörer och konsulter som erbjuder tjänster och produkter för att vattneffektivisera olika typer av verksamheter finns redan globalt och på den skånska marknaden. I föreliggande rapport har det utförts en sammanställning av vilka tjänster och produkter som finns på den skånska marknaden. Utöver kartläggningen i detta projekt har utvalda tjänster och produkter för vattneffektivisering beskrivits och i vissa fall bedömts som enskilda fallstudier som presenteras nedan i separata kapitel.

År 2020 tog Region Skåne fram ett projektförslag kopplat till vatten-effektivisering i skånska företag och därefter initiativ till ett samverkansprojekt med RISE Research Institutes of Sweden. Detta samverkansprojekt påbörjades hösten 2020. Under arbetets gång har intresset från olika aktörer varit stort. Flera angränsande projekt har redan initierats och startats upp från detta samverkansprojekt. Det finns mycket arbete kvar att göra inom vatteneffektivisering och förhoppningsvis kommer flera fortsättningsprojekt starta upp inom detta område kommande år.

Rapporten riktar sig till flera målgrupper. Till företag som önskar kunskap, inspiration och konkreta exempel för att påbörja eller fortsätta vatteneffektivisera sina verksamheter. Till konsulter och tekniska leverantörer som arbetar med att utöka eller expandera tjänster/produkter för vatteneffektivisering. Till myndigheter, beslutsfattare och politiker som önskar öka sin kunskap och omvärldsbevakning inom arbetets avgränsningar för vatteneffektivisering samt få inblick i potentialen som denna marknad besitter.

3.2 Syfte och mål

Det övergripande syftet med detta projekt är att hjälpa skånska företag att ta nästa steg i att vatteneffektivisera sin verksamhet genom att bedöma eller testa tjänster och produkter i fallstudier. Syftet är även att sammanställa vilka produkter och tjänster som skånska teknikleverantörer erbjuder idag i syfte att underlätta för företag att i snabbare takt börja jobba med vatteneffektivisering.

Målet med samverkansprojektet är att accelerera de skånska företagens arbete med hållbar vattenresurshantering. Dels för att minska deras sårbarhet vid ett oplanerat vattenavbrott, dels för att minska belastningen på vår gemensamma vattenresurs. Ett specifikt mål med projektet är att stötta olika näringsgrenar med hög relevans och/eller närvaro i Skåne i sin vatteneffektivisering genom informationsinsamling och -spridning. Då det har varit tillämpligt har fallstudier utförts i samarbete med skånska företag. Föreliggande rapport ska fungera som ett underlag för att ge stöd och guidning till företag och myndigheter kring vägar framåt för en mer hållbar vattenresurshantering.

3.3 Urval av företag och näringsgrenar till fallstudier

Fyra fallstudier att fokusera arbetet kring valdes ut. Urval av företag tillika näringsgrenar som ingår i projektet gjordes enligt följande:

- Informationsutskick om projektet gjordes genom klusterorganisationer, branschorganisationer, maillistor och sociala media. Intresserade företag behövde ta kontakt med projektgruppen för att ingå i urvalsgruppen.
- Möten genomfördes med samtliga intresserade företag för att förstå nuvarande status, hinder och möjligheter i respektive företags vattenresurshantering.
- Företag/näringsgrenar valdes sedan utgående från kravet att näringsgrenen är viktig för Skåne (det finns många företag inom näringsgrenen och/eller är viktig för Skånes ekonomi), är beroende av vatten samt att det finns ett tydligt nästa steg projektgruppen kan stötta företaget/näringsgrenen med.

Utvalda fallstudier:

- Livsmedelsindustrin - vattenkartläggning
- Fastighetsbranschen - vattneffektivisering
- Livsmedelsindustrin - vattensnål rengöring och återanvändning av vatten
- Lantbruket – vattneffektiv bevattning

3.3 Lëshänvisningar för rapporten

Kapitlen i denna rapport är fristående från varandra, vilket betyder att läsaren direkt kan fördjupa sig i önskat kapitel. Nedan följer en kortfattad beskrivning av innehållet för att förenkla för läsaren att välja kapitel efter intresse. För att erhålla en mer detaljerad beskrivning av innehåll/-avgränsningar, läs inledande avsnitt inom respektive kapitel.

- Kapitel 4 Effekter av oplanerade avbrott av vattenförsörjningen – Sammanfattar resultat från nationell enkätstudie om hur svenska företag drabbas ekonomiskt av vattenavbrott. Jämförelser görs mellan nationell och skånsk data.
- Kapitel 5 Vattenkartläggning – Steg för steg metodik för att utföra en vattenkartläggning i ett företag samt fallstudie från livsmedelsindustrin. Metodiken för vattenkartläggningen utgår från en energikartläggning.
- Kapitel 6 Vatteneffektivisering i fastighetsbranschen – Redovisning av metod för att få kontroll över vattenanvändningen i fastigheter samt information om nudging, teknik och goda exempel för att vatteneffektivisera fastighetsbranschen.
- Kapitel 7 Vattensnål rengöring och återanvändning av vatten i livsmedelsindustrin – Sammanfattning av två lärnätverk genomförda för livsmedelsindustrin om vattensnål rengöring respektive återanvändning av vatten. Genomgång av lagkrav samt tekniker att tillämpa inom respektive område.
- Kapitel 8 Vatteneffektiv bevattning i lantbruket – Information om olika tekniker för vatteneffektiv bevattning i lantbruket inklusive räkneexempel och goda exempel. Teknikerna och exemplen utgår ifrån vattenbrist som kan råda under sommaren.
- Kapitel 9 Skånska teknikleverantörer för vatteneffektivisering – Sammanställning av skånska teknikleverantörer och konsulter som erbjuder lösningar för vatteneffektivisering.

4. Effekter av oplanerade avbrott i vattenförsörjningen

I många industriella värdekedjor, varor och tjänster är vatten ofta en oersättlig insatsvara. Ett oplanerat avbrott i vattenförsörjningen kan på grund av företagets beroende av vatten leda till omfattande konsekvenser. Genom uppskattning av företagets och det svenska samhällets kostnader vid leveransavbrott kan investeringsbeslut som minskar risken för framtida vattenleveransavbrott motiveras. En ökad kunskap om samhällsekonomiska kostnader vid avbrott kan även bidra till andra åtgärder för att öka det svenska samhällets resiliens mot störningar i dricksvattenleveransen.

Inom det RISE-ledda projektet *Värdet av vattenförsörjning* (finansierat av Mistra InfraMaint) utfördes en enkätstudie under 2019 och 2020 med syfte att kvantifiera hur svenska företag inom industrisektorn, tjänstesektorn och de areella näringarna drabbas ekonomiskt av kortvariga respektive långvariga avbrott i vattenförsörjningen. Enkätstudien baserades på en webb-enkät där företag ombads besvara frågor som handlade om:

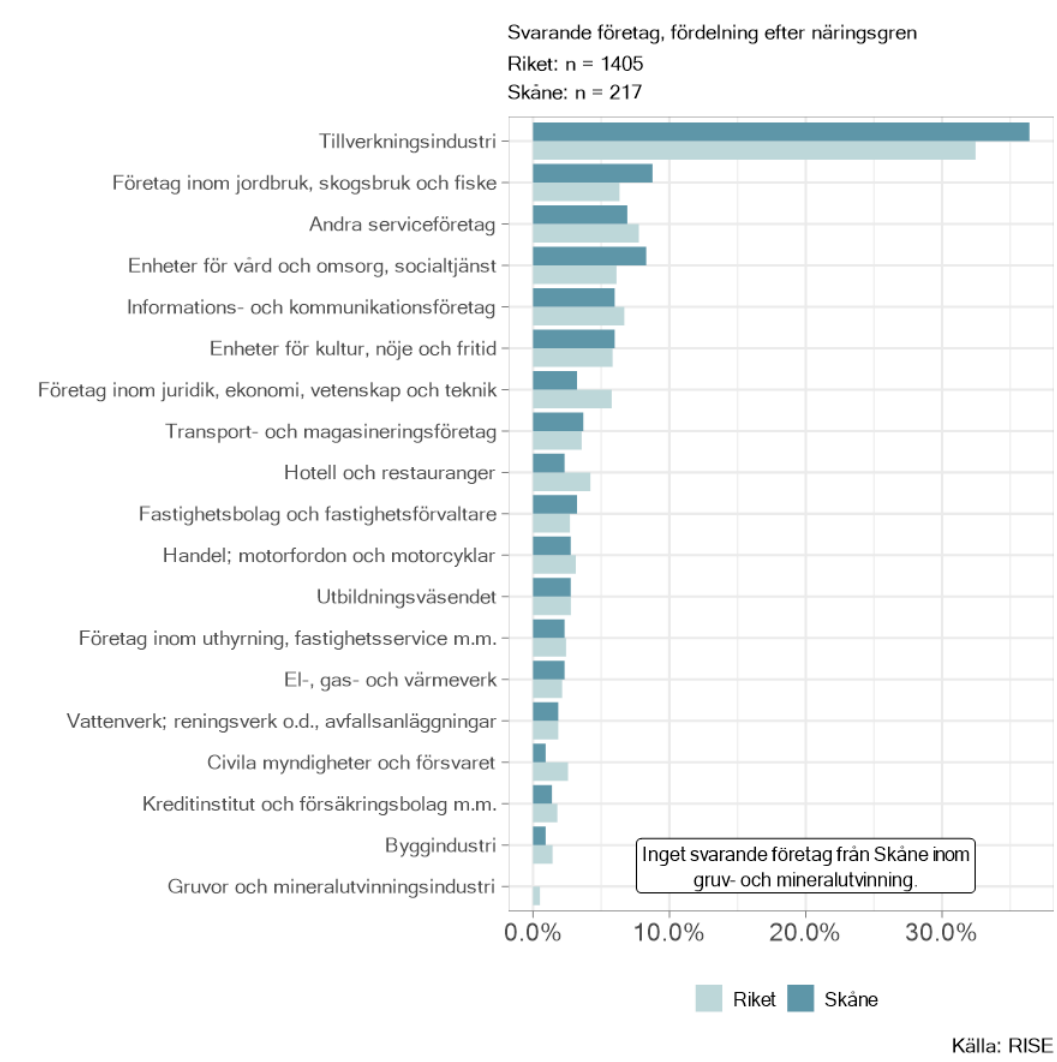
- Företagsspecifik information såsom antal anställda, näringsgren och län.
- Om företaget använder kommunalt vatten, eget vatten eller både kommunalt och eget vatten.
- Hur företagets verksamhet (i form av förädlingsvärde) påverkas vid oplanerade vattenavbrott som varar i 2 h, 4 h, 12 h, 24 h, 7 dagar respektive 30 dagar.
- Hur snabbt företagets verksamhet återgår till normala förhållanden efter olika långa avbrott.
- Om företaget har tillgång till reservvatten och/eller har vidtagit åtgärder för att minska risken att påverkas vid vattenavbrott.
- Om företaget råkat ut för ett oplanerat vattenavbrott under de senaste fem åren.

4.1 Resultat från nationell enkätstudie

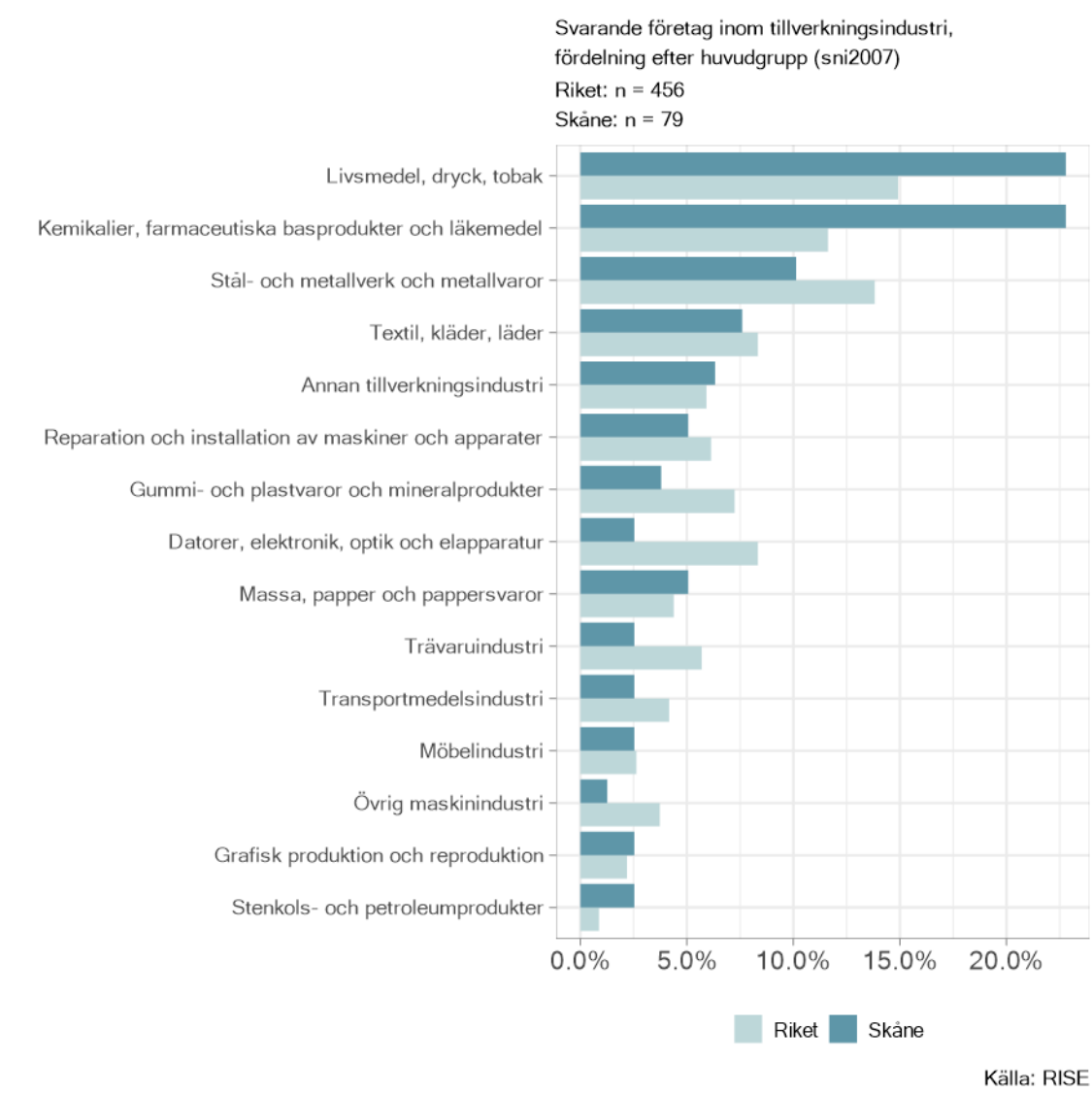
Datasetet från den nationella enkätstudien utgörs av svar från 1 405 företag. Flest svarande företag är belägna i Västra Götalands län, därefter följer Stockholms och Skåne län. Av det nationella datasetet är 217 företag belägna i Skåne, vilket motsvarar 15% av företagen.

Samtliga näringsgrenar som ingick i enkätstudien redovisas i figur 1 och 2, uppdelade i avdelningar enligt SNI 2007 (SCB, 2022). Den vanligaste

förekommande näringsgrenen i det nationella datasetet är tillverkningsindustrin med 32%, följt av andra serviceföretag och informations- och kommunikationsföretag. Av Skånes 217 svarande företag är 79 företag (36%) från tillverkningsindustrin, en något större andel i jämförelse med riket. Skåne har även en större andel svarande företag inom jordbruk, skogsbruk och fiske.

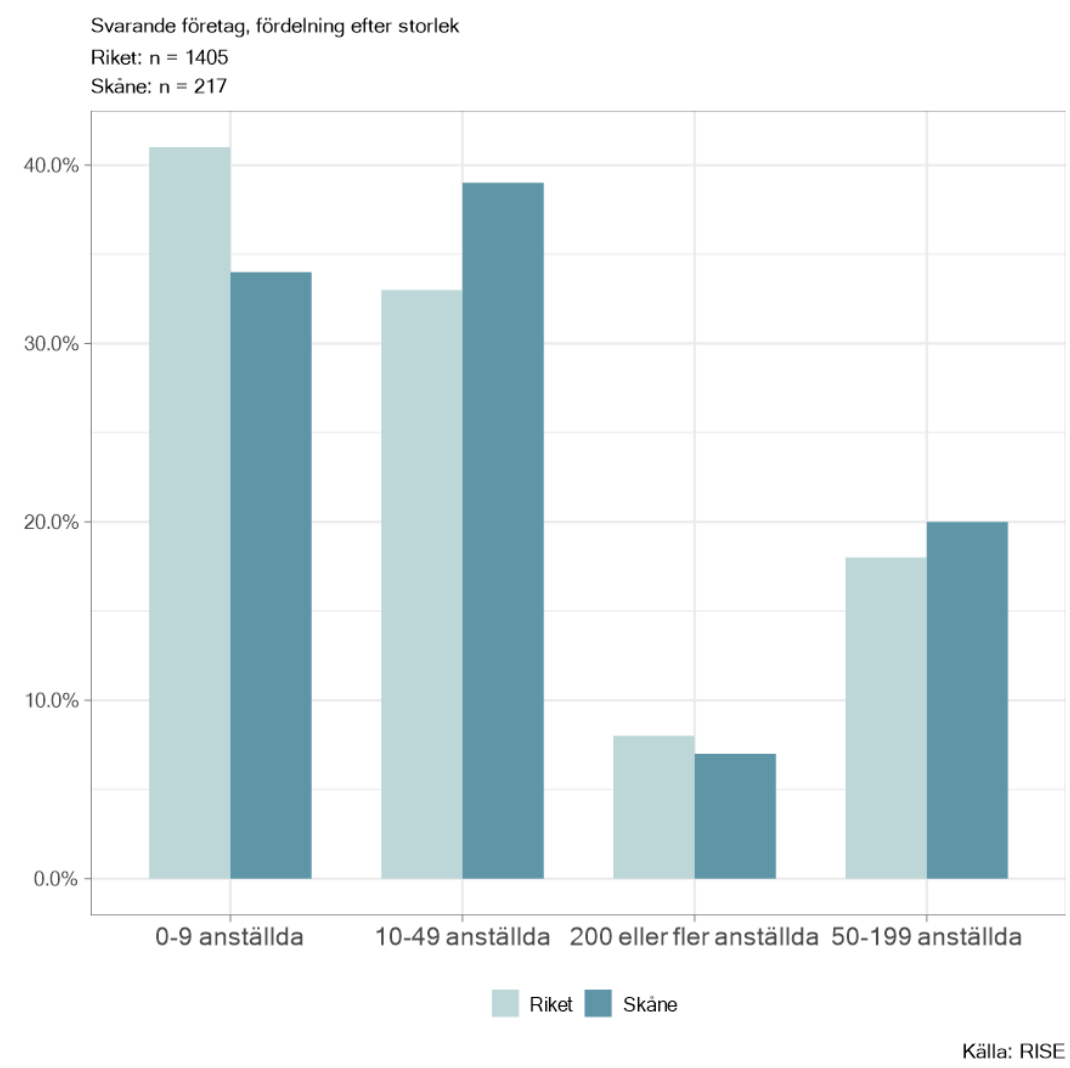


Figur 1. Svarande företag i Sverige respektive Skåne fördelat efter näringsgren enligt SNI 2007.



Figur 2. Svarande företag inom tillverkningsindustrin i Sverige respektive Skåne fördelat efter huvudgrupp enligt SNI 2007.

Gällande fördelningen efter storleksklass (antal anställda) har 41% av de svarande företagen på nationellt plan färre än 10 anställda, 33% har mellan 10 och 49 anställda medan den resterande fjärdedelen har fler än 50 anställda. Av de skånska företagen har 34% färre än 10 anställda och 39% mellan 10 och 49 anställda. Resterande 27% har fler än 50 anställda, se figur 3.



Figur 3. Fördelning av svarande företag efter storleksklass (antal anställda) i Sverige och Skåne.

Kommunalt vatten är den vanligaste vattenkällan bland svarande företag i både riket (84%) samt i Skåne (83%), se tabell 1. Bland de svarande företagen i Skåne angav något fler att deras vattenkälla är både eget och kommunalt vatten, 10% mot 8%. Minoriteten av företagen i både riket och Skåne angav egen vattentäkt som primär vattenkälla, 9% respektive 6%.

Tabell 1. Antal företag per typ av vattenförsörjning i nationellt respektive skånskt dataset.

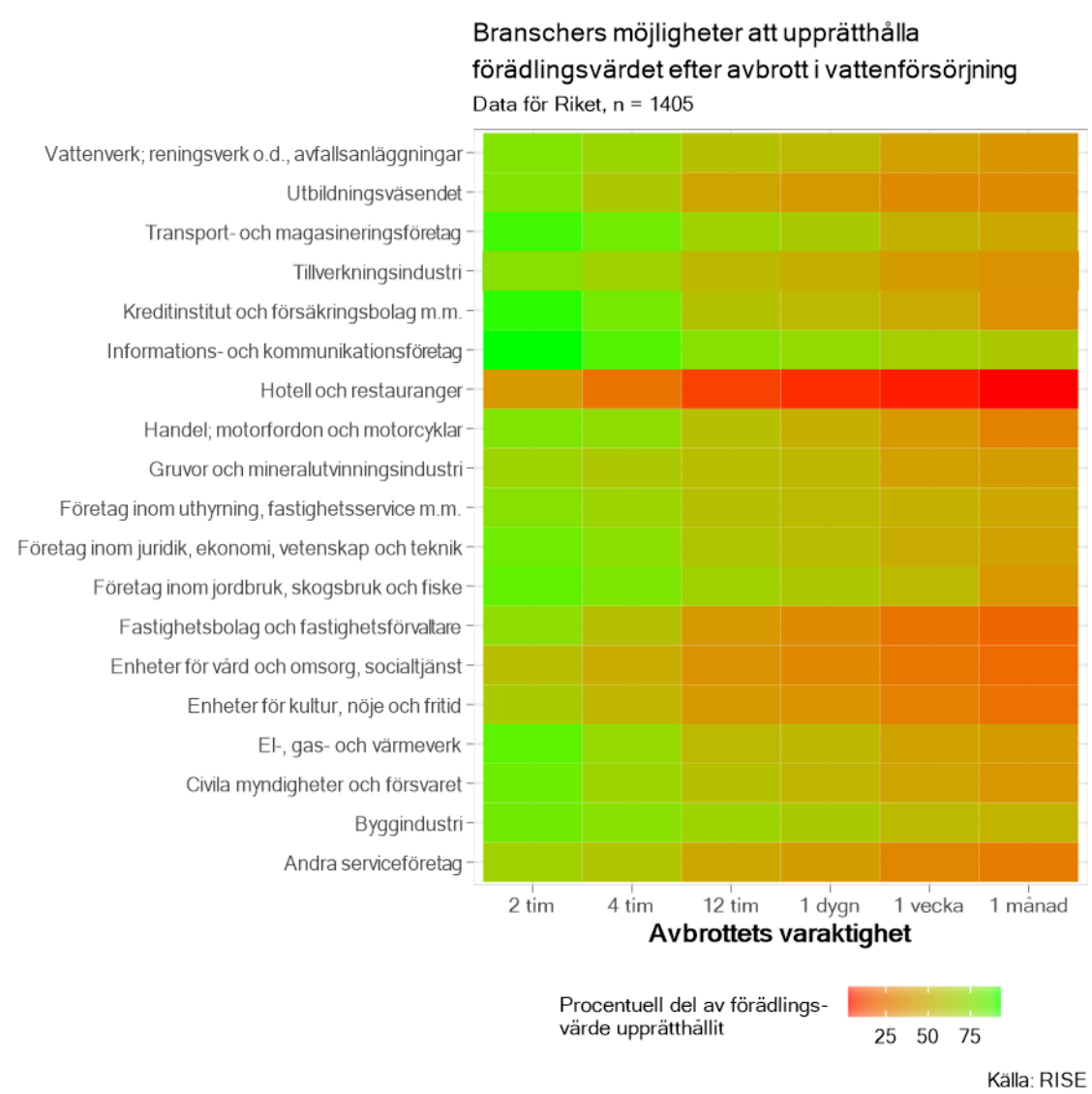
Dataset	Vattenförsörjning	Antal företag	%
Nationellt	Egen vattentäkt	130	9
	Eget och kommunalt	108	8
	Kommunalt	1167	83
Skåne	Egen vattentäkt	13	6
	Eget och kommunalt	21	10
	Kommunalt	183	84

I figur 4 och 5 visas hur stor del av företagens förädlingsvärde (medelvärden per näringsgren) som kan upprätthållas vid ett avbrott i ordinarie vattenförsörjning som varar från två timmar till trettio dagar. Den näringsgren inom tjänstesektorn som drabbas hårdast är *Hotell- och restaurangbranschen*. Vid ett två timmars avbrott kan de upprätthålla ca 40% av förädlingsvärdet och efter 12 timmars avbrott är de nere på ca 10%. *Livsmedel, dryck och tobak* samt *Kemikalier och farmaceutiska produkter* är näringsgrenarna inom tillverkningsindustrin som är hårdast drabbade. Redan efter ett vattenavbrott på två timmar förlorar livsmedelsindustrin mer än 60% av förädlingsvärdet och efter en vecka kan de endast upprätthålla 7% av förädlingsvärdet. De enda näringarna som klarar av att upprätthålla ett förädlingsvärde över 50% över tid, vid avbrott som varar upp till en månad, är *Information och kommunikation, Byggindustri och Skogsbruk*. Det var inte inom någon näringsgren samtliga företag angav att de är opåverkade, ens vid ett kort vattenavbrott.

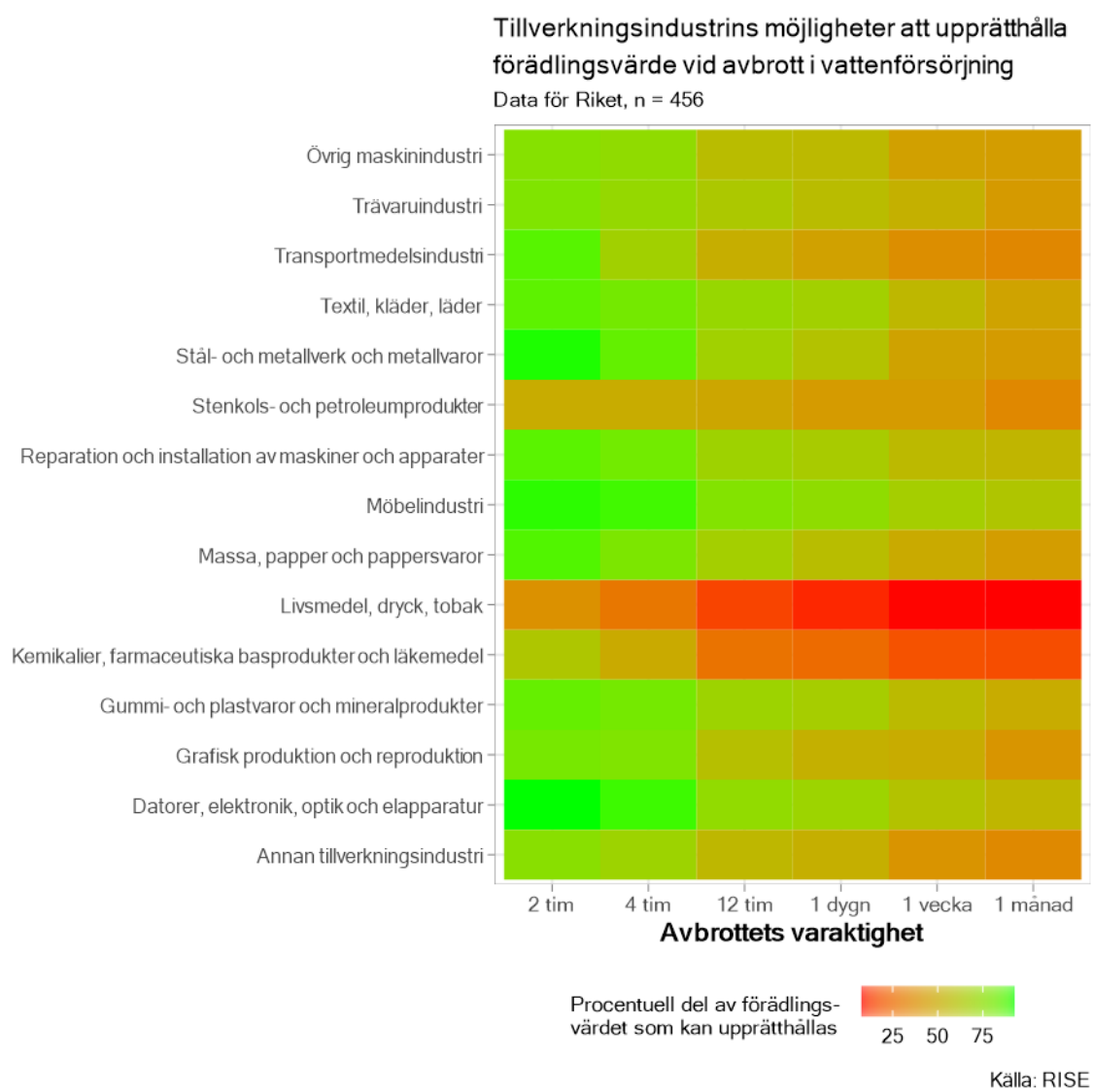
Analysen av återgång till normal verksamhet (100% förädlingsvärde) efter ett avbrott visar att efter avbrott på upp till 24 timmar kan majoriteten av företagen återgå till normal verksamhet direkt. Ökad avbrottstid ökar dock både antalet företag som behöver längre tid för återhämtning samt antalet företag som inte klarar av att återhämta sig utan tvingas gå i konkurs.

Informationen om minskat förädlingsvärde och återhämtningstid vid ett oplangerat vattenavbrott har använts för att beräkna resiliensfaktorer för respektive näringsgren. Resiliensfaktor är ett kvantitativt mått mellan 0 och 1 som visar hur stor andel av företagens förädlingsvärde som kan upprätthållas vid ett avbrott i vattenförsörjningen. Ju lägre resiliensfaktor en näringsgren har, desto hårdare drabbas företagen inom näringsgrenen vid ett avbrott i vattenförsörjningen. För närmare beskrivning av

resiliensfaktorererna samt information om deras framtagande och användningsområden se Sjöstrand *et al.* 2021.

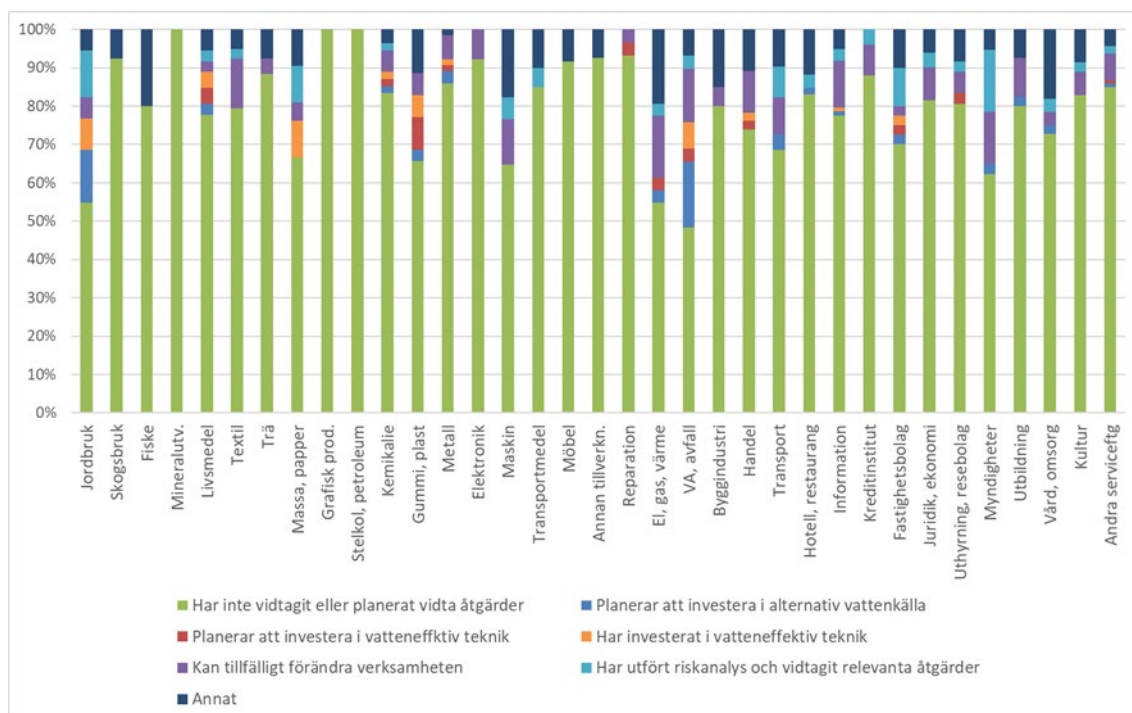


Figur 4. Upprätthållet förädlingsvärde vid olika längd av vattenavbrott fördelat efter näringsgren enligt SNI 2007.



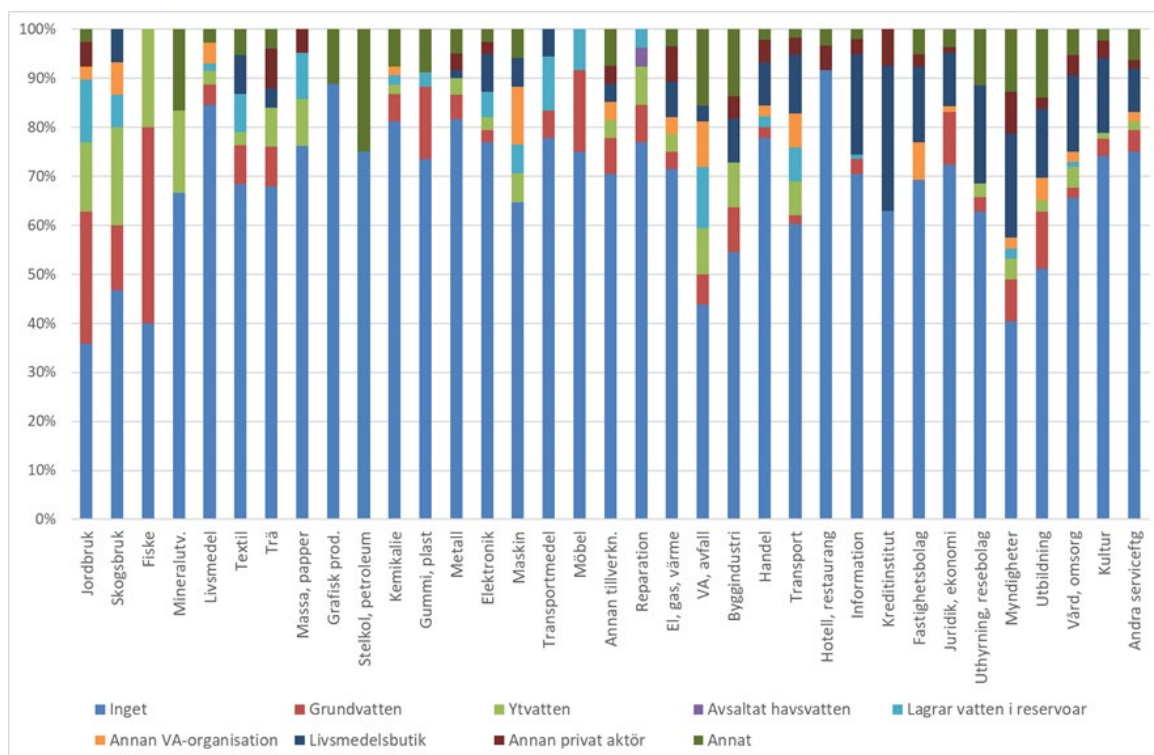
Figur 5. Upprätthållet förädlingsvärde vid olika längd av vattenavbrott efter huvudgrupp enligt SNI 2007.

Av samtliga svarande företag har 80% inte vidtagit eller planerat vidta åtgärder för att minska risken att drabbas av ett oplanerat avbrott, se fördelningen av åtgärder per näringsgren i figur 6. I Skåne har 78% av de svarande företagen angivit att de inte vidtagit eller planerat vidta åtgärder för att minska risken att drabbas av ett oplanerat avbrott.



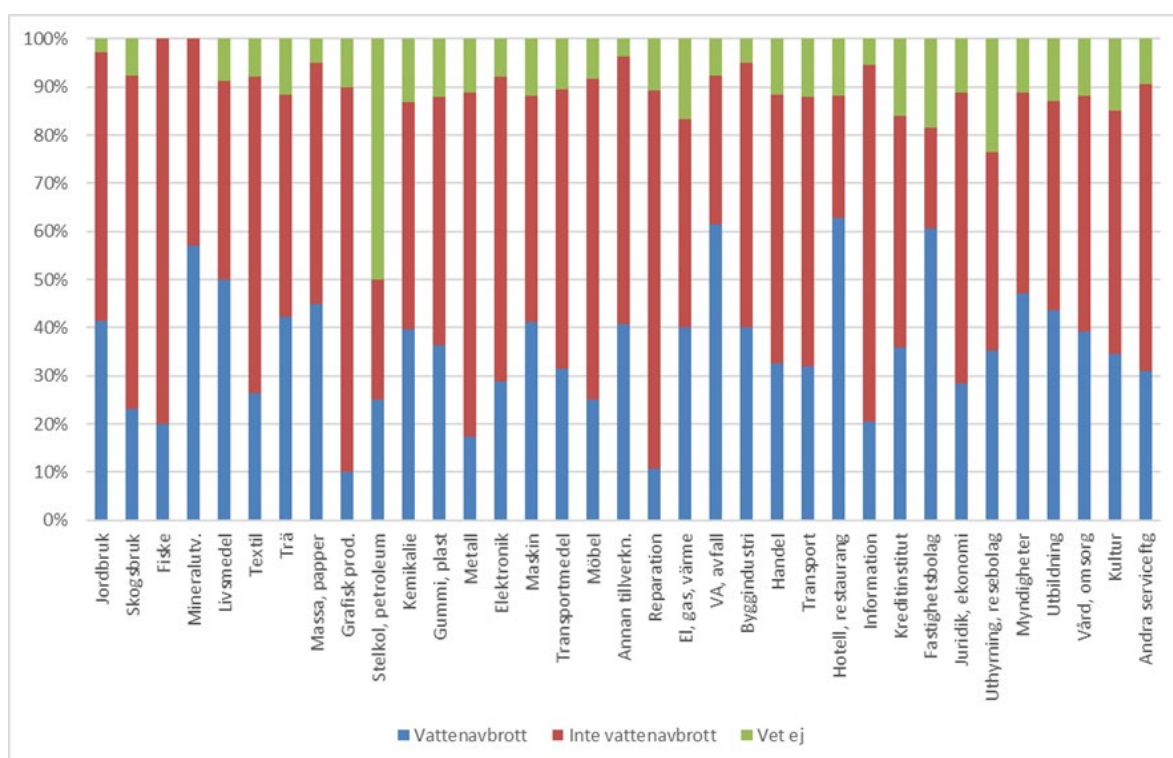
Figur 6. Andelen svar per näringsgren angående om företagen har vidtagit, eller planerat att vidta åtgärder för att minska risken att drabbas vid ett vattenavbrott.

Av samtliga svarande företag har 72% angivit att de inte har tillgång till ett reservvatten de kan använda vid avbrott i den ordinarie vattenkällan, se fördelning mellan näringsgrenar i figur 7. Andelen företag i Skåne som angivit att de har tillgång till ett reservvatten är 73%.



Figur 7. Andelen svar inom varje näringsgren angående tillgång till någon form av reservvatten vid avbrott i ordinarie vattentillgång. Källa: Sjöstrand *et al.* 2021.

Av samtliga svarande företag har 36% angett att de drabbats av ett vattenavbrott de senaste fem åren. Fördelningen mellan näringsgrenarna ses i figur 8. Motsvarande andel i Skåne är 38%.



Figur 8. Andelen svar per näringsgren angående om företagen har drabbats av ett oplanerat vattenavbrott de senaste fem åren. Källa: Sjöstrand *et al.* 2021.

4.2 Slutsatser från nationell enkätstudie

Nedan sammanfattas och beskrivs några av de huvudsakliga slutsatserna från enkätstudien (för fullständiga slutsatser se Sjöstrand *et al.* 2021). Det är dock viktigt att poängtera att studien enbart undersökt hur företag påverkas ekonomiskt vid avbrott i vattenförsörjningen och inte andra effekter såsom påverkan på liv och hälsa.

- De två näringsgrenar som drabbas hårdast vid alla analyserade avbrottslängder är *Hotell och restaurang* samt *Livsmedel, dryck och tobak*. Hotell och restaurang är tillika den näringsgren där högst andel företag angivit att de inte har tillgång till ett alternativt vatten vid avbrott i ordinarie vattenförsörjning.
- Samtliga analyserade näringsgrenar (baserat på medelvärden) påverkas redan vid ett tvåtimmars avbrott. Ju längre avbrottet varar desto lägre andel av förädlingsvärdet kan företagen upprätthålla. En relativt stor andel av företagen kan upprätthålla normal verksamhet (100% förädlingsvärde) under hela avbrottsstiden vilket kan bero på att företaget inte är beroende av vatten och/eller har utfört åtgärder för att minska risken att drabbas av ett vattenavbrott.

- Efter kortare avbrott, upp till 24 timmar, kan majoriteten av företagen återgå direkt till normal verksamhet och för övriga är den genomsnittliga återhämtningstiden mindre än ett dygn för de flesta näringsgrenar. *Jordbruk* samt *Kemikalier och farmaceutiska produkter* är de näringsgrenar med längst återhämtningstid efter de kortare avbrotten. Vid långa avbrott på en månad tar det längst tid för *Hotell och restaurang*, *Stenkols- och petroleumprodukter* och *Kemikalier och farmaceutiska produkter* att återhämta sig. Med ökad avbrottstid ökar antalet företag som behöver längre tid på sig för återhämtning samt antalet företag som inte klarar av att återhämta sig utan tvingas gå i konkurs.
- 72% av alla företag angav att de inte har tillgång till något reservvatten som de kan använda i verksamheten vid avbrott i ordinarie vattenförsörjning.

Studiens resultat bidrar till att öka kunskapen om vilka konsekvenser ett vattenavbrott kan få. Resultaten kan användas för att förbättra planerings- och investeringsunderlag hos exempelvis vattenproducenter, verksamheter och myndigheter. Underlaget kan användas för bland annat:

- Beräkning av risker för vattenavbrott och uppskatta nyttor av riskreducerande åtgärder.
- Identifiering av känsliga aktörer för vilka konsekvenserna av ett vattenavbrott kan bli stora.
- I dialogen mellan vattenproducenter och verksamheter om vattenbehov, sårbarhet, reservlösningar och nödvatten.

5. Vattenkartläggning

Vattenkartläggning görs för att förstå nuläget kring vattenanvändningen inom en verksamhet med målet att ta fram åtgärdsförslag för att minska vattenanvändningen. Eftersom vattenbesparande åtgärder inte har haft prioritet i Sverige finns inte heller någon välutvecklad metodik för kartläggning och framtagande av åtgärdsförslag. RISE har i ett pilotprojekt hos Skånemejerier i Malmö testkört ett nyutvecklat kartläggningsverktyg.

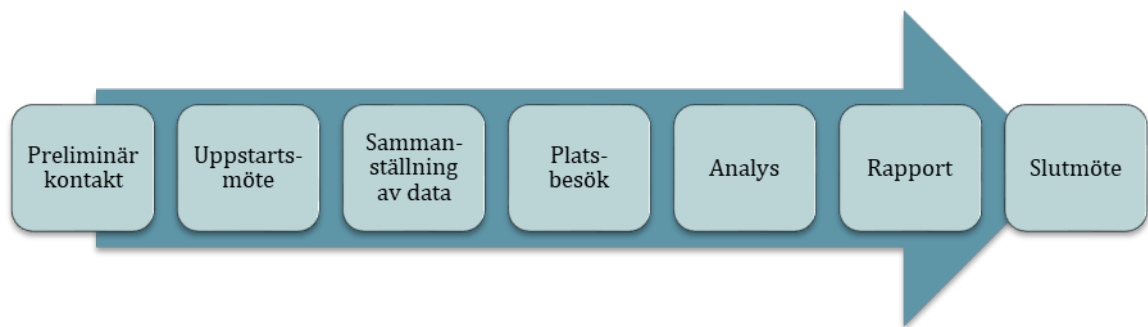
Projektets mål har varit att effektivisera vattenanvändningen hos Skånemejerier och att samtidigt få input för vidareutveckling och förbättring av vattenkartläggningsverktyget.

Målet med en kartläggning är att ta fram konkreta förslag på effektivisering både på lång och kort sikt. Målet har också varit att ta fram ett gott exempel för andra företag på hur man kan jobba systematiskt med vattenfrågan. Incitament för att genomföra en kartläggning kan vara vattenbrist, avslag på utökat vattenuttag, minskad mängd avloppsvatten, slippa bygga ut egna avloppsreningsverk samt minska behovet av att värma, kyla och pumpa vatten. Eftersom vatten är relativt billigt gäller det också att i samband med kartläggningen hitta mervärden för att kunna visa företagets ledning på den ekonomiska lönsamheten.

Det är viktigt att nämna att flera myndigheter intensifierat sina arbeten riktade mot att säkra och skydda vårt gemensamma dricksvatten. Under 2018-2021 har bland annat Länsstyrelsen i Skåne arbetat med skydd av dricksvatten utifrån Vattenmyndighetens förslag till åtgärdsprogram. En stor inventering av vattenanvändningen har utförts där 830 aktörer i Skåne kontaktats genom enkäter och intervjuer. Insatsen kommer att bidra till att bland annat skapa en bättre överblick av vattenanvändningen i Skåne, vilken information i sin tur förbättrar vidare strategiska insatser. Dessutom förstärker myndigheternas arbete målsättningen med föreliggande rapport, nämligen vikten för alla aktörer att hushålla med vatten och om möjligt vatten-effektivisera sin verksamhet.

5.1 Metodöversikt

Utvecklingen av kartläggningsmetodik har utgått från huvuddragen från den väletablerade metodik som finns för energikartläggningar till exempel genom standarder (SS-EN 16247-1) och energiledningssystem (ISO 50002). Kartläggningen har sedan anpassats med moment specifika för vattenanvändning, se figur 9.



Figur 9. Flödesschema som beskriver processen för att genomföra en vattenkartläggning.

1. Preliminär kontakt
 - Diskussion för att bestämma omfattning och eventuella avgränsningar
2. Uppstartsmöte
3. Sammanställning av data
 - Beskrivning av system och processer där vatten används
 - Ritningar, befintliga flödesscheman över processen, alla vattenflöden (kall- och varmvatten, ånga, avloppsflöden etcetera)
 - Dokument som beskriver design, underhåll och drift
 - Mätdata inklusive historiska data
 - Genomförda och planerade åtgärder som kan ha påverkan på vattenanvändningen
 - Kvalitetskrav på vattnet både inkommande, internt och mot recipient
 - Lagar och krav, exempelvis miljötillstånd och livsmedelslagen
 - Ekonomisk information såsom VA-taxor
4. Platsbesök
 - Samla in information om verksamheten i form av ritningar, mätdata och teknisk information för att ge en översikt och förståelse för anläggningen
 - Genomföra eventuella mätningar och kontroller
5. Analys
 - Summering av vattenanvändningen fördelat på användare
 - Åtgärdsförslag med ekonomisk kalkyl
 - Incitament för implementering
6. Rapport
7. Slutmöte

Hela processen med kartläggningen sker i nära samarbete mellan den anlitade specialisten och den verksamhet som kartläggs. För att få fram en bra och representativ kartläggning krävs att verksamheten tillhandahåller personal som kan delta i arbetet med att ta fram underlag. För att skapa en bra kartläggning och god överblick över hur vatten används i en anläggning så brukar det krävas att kunnig personal från flera olika avdelningar så som underhåll, miljö och produktion deltar i arbetet. Det är också viktigt att det avsätts tid för dem att arbeta med projektet.

Slutresultatet från en vattenkartläggning är en summering och fördelning av vattenanvändningen i verksamheten samt en lista på åtgärdsförslag med en ekonomisk kalkyl.

Efter avslutad kartläggning behöver verksamheten en strategi för att få in genomförandet av åtgärder i verksamheten så att lönsamma och relevanta åtgärder kan genomföras. Ett sätt är att föra in vattenkartläggningen och dess åtgärder i ett miljöledningssystem så att de kan följas upp på ett systematiskt sätt.

5.3 Påbörja arbete på ditt företag

Första steget för att påbörja arbetet på ditt företag är att fundera på vilken egen kunskap och tid ni själva har på företaget. Har ni tid och resurser att genomföra en kartläggning själva? Ofta kan man påbörja ett eget arbete själv genom att se över vilken information man har om vattenanvändningen i företaget. Om det saknas data kan verksamheten fundera på var det skulle vara intressant att placera flödesmätare. Flödesmätare finns i flera utföranden beroende på vilket behov som finns. Vill man inte göra åverkan på befintliga rör kan mätningar göras med så kallade utanpåliggande mätare som man fäster utanpå röret och som mäter flöde med ultraljud, dessa fungerar dock inte i alla sammanhang.

För att på ett effektivt sätt arbeta med att minska verksamhetens vattenanvändning behövs ibland expertkunskap och annan erfarenhet från vattenområdet än den som det egna företaget har. Som företag kan du då välja att ta hjälp för att genomföra en vattenkartläggning.

Checklista för upphandling av specialist:

- Fråga efter uppgifter om kompetens i vattenfrågor och be om referensprojekt.
- Ha en inledande dialog med specialisten om vad ni vill ha hjälp med.

- Tydliggör ansvarsfördelningen mellan specialisten och ditt företag. Vem ska till exempel genomföra eventuella mätningar av vattenflöden?
- Ställ upp en tydlig och gemensam målbild och tidsplan.
- Bestäm gemensamt hur avstämning av arbete ska ske. Via mail eller regelbundna möten?
- Ta in offerter från flera aktörer för att jämföra kostnader och se vilket utbud som finns.

En vattenkartläggning kan påbörjas på flera olika sätt. Har företaget en stor budget och mycket tid kan stora delar av vattenanvändningen kartläggas i detalj. Men med en begränsad budget bör man tänka igenom vad man vill ha ut av kartläggningen och göra tydliga avgränsningar innan man sätter i gång ett arbete. Det kan rekommenderas att som första steg göra en övergripande kartläggning av vattenflödena för att förstå vilka delar av företaget som använder mest vatten. Därefter kan detaljerade kartläggningar göras över de mest intressanta delarna, där den övergripande kartläggningen då ger stöd i hur kartläggningen ska läggas upp. Intressanta delar kan vara de delar som använder mest vatten eller de delar där man i förväg uppskattar att det finns stor potential till besparingar.

När mätare ska installeras eller momentana mätningar görs är det viktigt att tänka till så man får med de viktigaste flödena och även försöka placera mätarna så att det går att beräkna de flöden som inte mäts.

Med en begränsad budget är det fördelaktigt att dela upp kartläggningen i etapper så att man år 1 gör en övergripande kartläggning och åren därefter kartlägger olika delar i detalj.

5.3 Pilotstudie

RISE har genomfört en pilotstudie av vattenkartläggning på Skånemejeriers anläggning i Malmö. Mejeriet tillverkar bland annat mjölk, grädde, kvarg, fil och yoghurt. Anläggningen är ett typiskt exempel på hur många industriella anläggningar är uppbyggda, genom succesiva tillbyggnader allteftersom verksamheten expanderar.

Resultatet från Skånemejerier visar en bild som är generell för många skånska och svenska företag. Det finns en stor vilja att spara vatten och frågan har börjat komma upp på agendan även hos ledningen. Eftersom vattneffektivisering inte har varit prioriterad saknas infrastruktur för att i detalj kartlägga vattenanvändningen. Mycket arbete har därför lagts på att ta

fram information om vattenanvändningen och hur vattenströmmarna går inom fabriken.

5.3.1 Resultat vattenkartläggning Skånemejerier

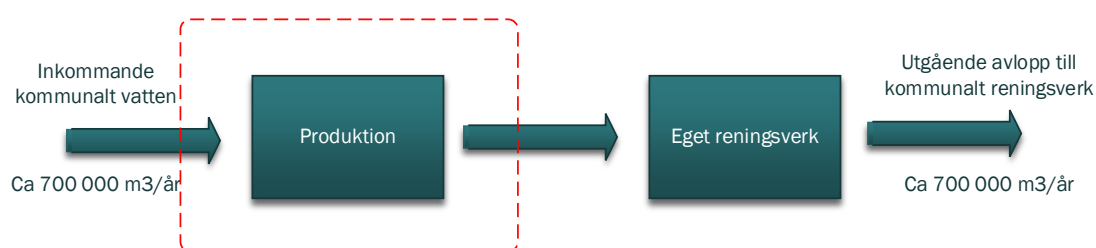
Nedanför presenteras delar av resultaten från den pilotstudie av vattenkartläggning som utförts på Skånemejerier.

Skånemejerier köper varje år in 735 600 m³ kommunalt vatten. Vattnet används i olika delar av verksamheten och förs sedan till mejeriets egna avloppsreningsverk som består av en ”dissolved air flotation anläggning” (DAF). Vattnet från det egna avloppsreningsverket förs sedan vidare till det kommunala reningsverket för ytterligare rening. Skillnaden i volym i tabell 2 beror på att mätaren till avlopp var trasig under en period, utgående och ingående ska vara samma bortsett från eventuellt vatten som avdunstar.

Tabell 2 Inkommande och utgående vatten på Skånemejerier. Informationen gäller år 2020.

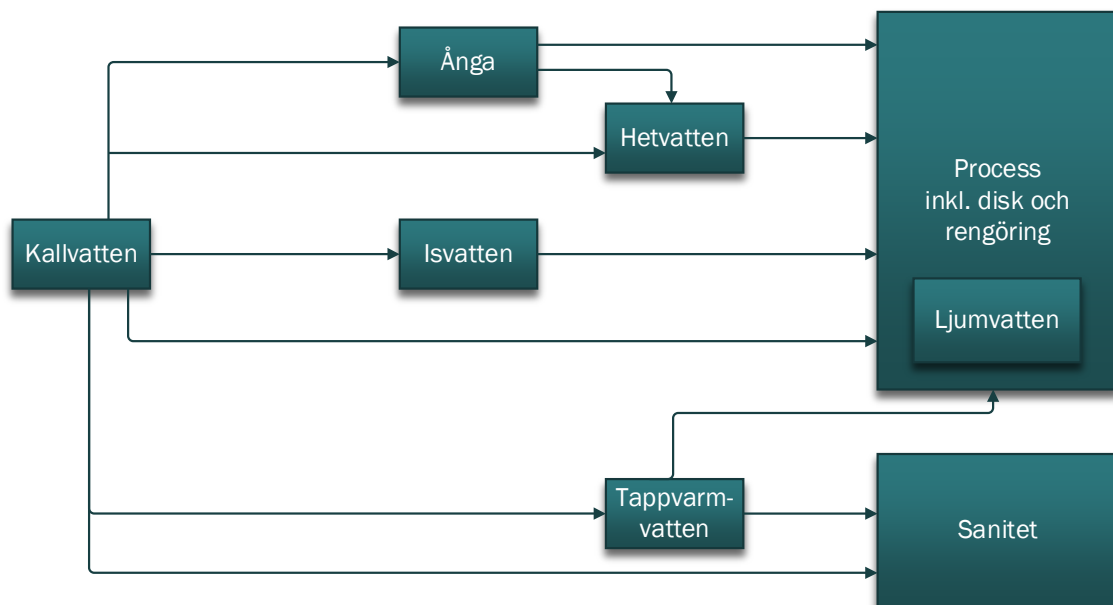
Vattenmängder	m ³ /år
Inkommande kommunalt vatten	735 600
Till kommunalt avlopp	729 000

Fokus i pilotstudien har varit att bestämma vad vattnet används till i produktion och verksamhet, det som ryms i den röda rutan i figur 10. Beroende på hur en kartläggning läggs upp kan även nedströms vatten inkluderas.



Figur 10. Schematisk skiss över vattenflödet på Skånemejerier.

Användningen av vatten har delats upp på olika användare i verksamheten. Hos Skånemejerier används vatten främst för att värma och kyla produktionen av mjölkprodukter samt för disk och rengöring av utrustning och lokaler. För att förstå verksamheten har vattenflöden ritats upp schematiskt, se figur 11. Skissen är mycket förenklad men ger en översiktlig bild av flödena.



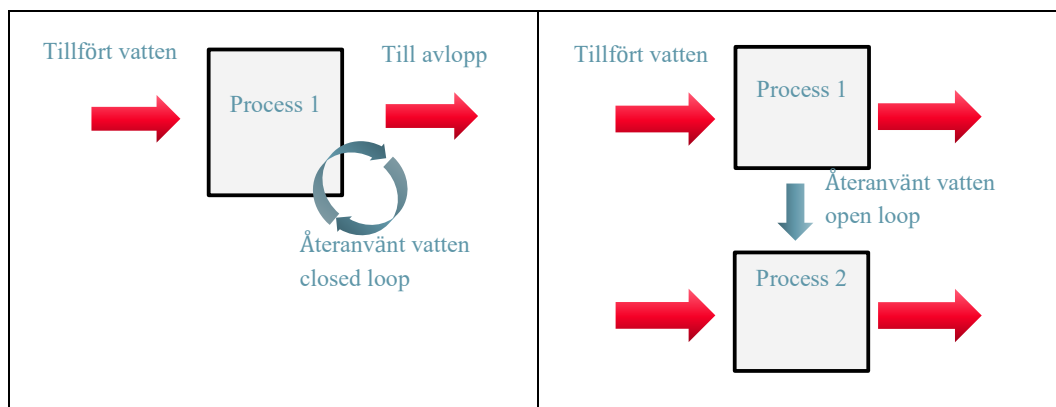
Figur 11. Schematisk skiss över flöden på Skånemejerier. Observera att skissen är mycket grov och enbart är tänkt att visa de viktigaste flödena schematiskt. Skissen illustrerar exempelvis inte vilka vattenflöden som förekommer i respektive byggnad.

Skissen, figur 11, visar hur kommunalt vatten fyller på de olika systemen på mejeriet. I vissa system återanvänds också vattnet på olika sätt. Exempel är energibärande system såsom hetvatten och isvatten där stora flöden pumpas runt för att värma och kyla processutrustning. I dessa system tillförs inget vatten annat än om något oväntat sker, till exempel om läckage uppstår eller systemet behöver tömmas för underhåll.

Även i andra delar av processen återanvänds vattnet, men i mindre omfattning. Till exempel återanvänds en del vatten från CIP-disk av tankar och pastörer, detta vatten återcirkuleras tillbaka till diskcentralerna och används igen. CIP står för Cleaning in place och är ett system där disklösningar pumpas runt för att rengöra processutrustning invändigt. Kylvatten till mjölkbehandlingsaggregat (VTIS) återanvänds också för att fylla på diskcentralerna.

Nytt kommunalt vatten som tillförs processen kallas i detta projekt för *tillfört vatten*. Vatten som återcirkuleras till samma process kallas för *återanvänt vatten closed-loop*. Vatten som återanvänds i en ny process kallas *återanvänt vatten open-loop*. I figur 12 beskrivs schematiskt de olika processerna. I andra verksamheter kan andra sätt att återcirkulera vatten förekomma, till exempel kan vatten från en process renas innan den återförs.

Använt vatten i en process är summan av tillfört nytt vatten och återcirkulerat vatten.



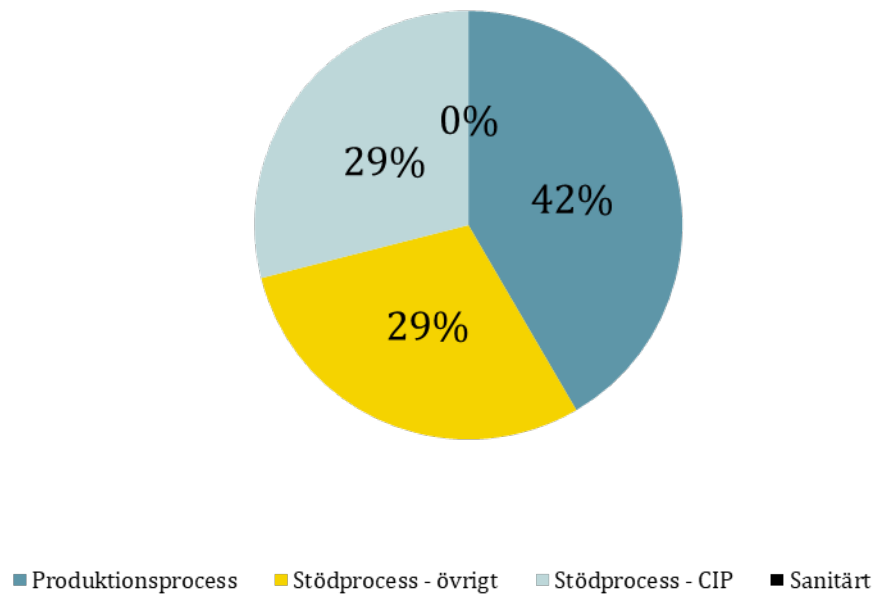
Figur 12. Schematiska ritningar på hur återcirkulering av vatten kan se ut.

Tillfört vatten har delats upp på processer, stödprocesser och sanitet. I processer ingår sådant vatten som är direkt kopplat till produktionen, till exempel den ånga som används för att värma upp VTIS (ett mjölkbehandlingsaggregat) eller det vatten som används för att kyla gräddpastören. Stödprocesser avser de processer som inte är direkt kopplade till produktionen, till exempel rengöring av golv och utrustning eller vatten till kyltorn. I ett mejeri är den viktigaste stödprocessen CIP. Denna är så central och viktig för ett mejeri att den har brutits ut som egen post i diagrammet.

Sanitært avser kallt vatten och tappvarmvatten till omklädningsrum, toaletter och kök, men för att få fram denna data behövs dock ytterligare mätningar. Allt tappvarmvatten ingår nu i stödprocesser - övrigt då en stor del av det går till spolposter för rengöring inne i mejerier.

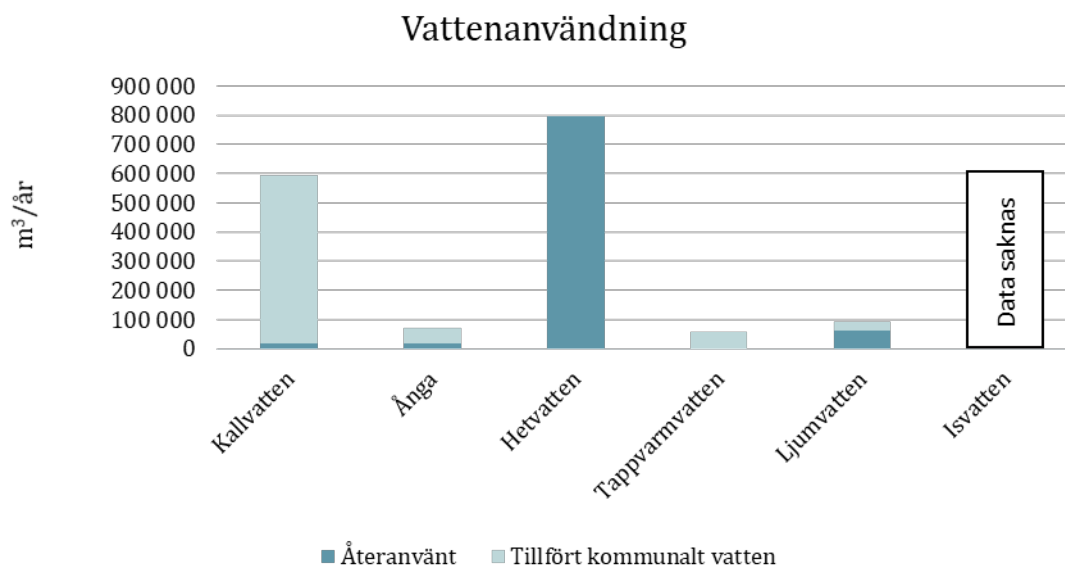
Figur 13 visar att majoriteten av tillfört nytt vatten går till stödprocesser och då främst rengöring och disk vilket är att förvänta i en livsmedelsindustri.

Fördelning vattenanvändning tillfört vatten



Figur 13. Fördelning av vattenanvändning tillfört vatten. CIP betyder Cleaning in place. Observera att detta är det vatten som tillförs vilket är mindre än det vatten som faktiskt används.

Vattenanvändningen har också delats upp i olika temperaturnivåer i figur 14. Vattenanvändningen har delats upp på kallvatten, ånga, hetvatten, tappvarmvatten, ljumvatten och isvatten. I diagrammet presenteras både det nya vatten som tillförs systemet och det vatten som återanvänds på olika sätt.



Figur 14. Vattenanvändningen hos Skånemejerier fördelat på olika temperaturnivåer på vatten. Vatten som fyller diskcentralerna finns representerat under kallvatten.

Summan av tillfört och återcirkulerat vatten visar den totala vattenanvändningen, till exempel består hetvattenanvändningen enbart av vatten som cirkuleras medan tappvarmvatten enbart består av nytt tillfört vatten.

Hetvattnet pumpas i en krets med ett flöde på 91 m³/h vilket ger höga flöden under ett år och sticker därför ut i diagrammet. Men kretsen är helt sluten och enligt personal tillförs inget extra vatten. Även isvattensystemet är ett slutet system där stora flöden pumpas runt för att kyla produktionen, där saknas dock mätdata och kan inte presenteras i diagrammet ovan.

5.3.2 Osäkerhet

Inkommande kallvatten och dess fördelning i mejeriet har mätts med momentana mätningar och sedan extrapolerats, vilket ger en bra grov bild på hur vattenströmmarna fördelas i mejeriet. För att minska osäkerheten krävs mätningar under längre perioder med representativ produktion i mejeriet.

För det vatten som återcirkuleras har det varit svårare att få fram tillförlitliga data. Siffran för hetvatten är tillförlitlig då den hämtats från processdator men för återcirkulering av vatten i CIP-systemet saknas information och data har istället uppskattats genom erfarenhet.

5.3.3 Åtgärdsförslag

Baserat på kartläggningen har ett antal åtgärdsförslag tagits fram, se tabell 3. Det huvudsakliga åtgärdsförslaget är att se till att de vattenmätare som finns installerade kopplas in så att kallvattenanvändningen kan följas över tid. Genomförs åtgärdsförslagen är det möjligt att spara minst 150 000 m³/år vilket motsvarar 20% av företagets vattenanvändning.

Tabell 3. Lista med åtgärdsförslag. För varje åtgärdsförslag har vattenbesparingen även beräknats. Vid tiden för rapportskrivning hade finansiell information inte tagits fram men det kommer göras i projektets slutfas.

Åtgärdsförslag	Vattenkvalitet	Besparing vatten (m ³ /år)	Besparing övrigt
Inför kontinuerlig mätning av viktigaste vattenflöden.		Kritiskt för att kunna spara vatten	
Utöka ljumvattenvolymen för att bättre ta tillvara varmt överskottsvatten som kan återanvändas.	70 °C rent vatten	30 000	Minskat behov av fossilt bränsle 500 MWh
Återanvänd vatten från kylning gräddpastör. Första steg innebär att mäta temperatur på det vatten som går att återanvända.	Rent vatten	82 000	Minskat behov av fossilt bränsle 500 MWh
Effektivera kondensatreturen – kan mer återföras till pannan?	Kondensat	20 000	Minskat behov av fossilt bränsle 1000 MWh
Utmana tumregler vid disk. Görs tillsammans med diskleverantör för att inte riskera hygienkrav.	Rent vatten	20 000	

Vattenkartlägningsprojektet med Skånemejerier pågår fortfarande och fler åtgärdsförslag kommer tas fram. I projektets avslutande del kommer besparingspotentialen beskrivas i kronor och investeringskostnader för åtgärder tas fram liksom återbetalningstid.

6. Vatteneffektivisering i fastighetsbranschen

Det finns ett växande intresse inom fastighetsbranschen att vatteneffektivisera sina bostäder och lokaler. Detta är en följd av hållbarhetsarbete samt att man önskar bidra då allt fler delar av landet drabbas av vattenbrist på grund av perioder av torka och låg nederbörd eller kapacitetsbrist att producera eller leverera dricksvatten. Arbete för ökad vatteneffektivisering sker även i syfte att öka sin miljöprofilering och skapa mer attraktiva fastigheter vilket efterfrågas av kunderna. Vid minskad vattenanvändning sparas även andra resurser då en mindre volym dricksvatten behöver produceras och distribueras och en mindre mängd avloppsvatten behöver renas. Ytterligare en positiv effekt av minskad vattenanvändning är minskad energianvändning för att värma varmvatten. Alla dessa effekter minskar även koldioxidutsläpp och klimatpåverkan.

Fastigheter har vanligen ett inflöde bestående av kommunalt dricksvatten. I vissa fall kan det kommunala dricksvattnet ersättas av ett eget dricksvatten och/eller kompletteras av ett vatten med en annan kvalitet, såsom dagvatten som samlats upp på fastighetens tak. Vatten i fastigheter används framför allt till hushållsbehov såsom personlig hygien samt disk, städ och tvätt men även till eventuella verksamheters vattenförbrukande aktiviteter. Utomhus, utanför fastigheten, används vatten framför allt till bevattning. Bort från fastigheten leds vanligen ett avloppsvatten till det kommunala avloppsreningsverket och ett dagvatten till det kommunala dagvattennätet. Förbindelsepunkten markerar gränsen mellan fastighetsägarens och VA-huvudmannens ansvar för VA-ledningsnätet. Detta innebär att fastighetsägaren ansvarar för servisledning mellan förbindelsepunkt och fastigheten samt VA-ledningar i fastigheten.

Denna rapportdel ger förslag på hur fastighetsbranschen kan arbeta för att vatteneffektivisera sin verksamhet. Förslaget bygger på att man först skapar kunskap om sina fastigheters vattenflöden och sedan utför och utvärderar åtgärder. Under arbetet har en dialog genomförts med Stena fastigheter och Helsingborgshem för att säkerställa att arbetet möter fastighetsbranschen behov. Arbetet har avgränsats till åtgärder fastighetsbolag kan göra för att minska vattenanvändningen i bostäder och gemensamma utrymmen i anslutning till bostäder samt kontors- och butikslokaler. För restaurangutrymmen och andra mer vattenintensiva aktiviteter i fastighetslokaler se kapitel 4 om vattenkartläggning och kapitel 6 om lärnätverk. Bassänger, pooler och andra vattenintensiva anläggningar som kan finnas i fastigheter ingår inte i arbetet och inte heller vattenanvändning vid renovering och anläggning av fastigheter.

6.1 Översyn av vattenanvändning

Idag saknar många fastighetsbolag en överblick över sin vattenanvändning och därmed saknas inblick i eventuella vattentjuvar som läckor eller onödig vattenkonsumtion. Genom en översyn av vattenanvändning anpassad för fastigheter kan man systematiskt skapa kännedom om fastighetens vattenförbrukning och genomföra anpassade åtgärder för att minska vattenförbrukningen. Översyn av vattenanvändning utförs fördelaktigt i sex steg enligt figur 15. Det finns en variation av tjänster och tekniker på marknaden som utför och/eller rådgör vid de olika stegen.



Figur 15. Schematisk bild av de sex stegen i en översyn av vattenanvändning för fastigheter.

6.1.1 Steg 1. Insamling av flödesdata

För att skapa överblick och kunskap om vattenanvändningen krävs i första hand en förståelse för dagens vattenförbrukning genom vattenförbrukningsdata av allt vatten som passerar fastigheten. För bästa överblick krävs insamling av data med så hög frekvens som möjligt, gärna minutvärden, och från så många platser som möjligt. Det krävs flödesmätning från minst varje huvudmätare till respektive fastighet men gärna från varje lägenhet, lokal och biutrymme.

Det blir allt vanligare att vattenflödesdata samlas in per lägenhet och lokal som underlag för debitering och fakturering av vattenförbrukning vilket är data som även kan användas för analys av vattenflöden. Konceptet kallas individuell mätning och debitering (IMD) av vatten och innebär att den enskilda bostadens vattenförbrukning mäts och fungerar som faktureringsunderlag. IMD skapar därmed ett rättvist system mot de boende och bidrar till en större egenpåverkan då en tanke med IMD är att de boende minskar sin vattenanvändning när kopplingen till kostnaden är tydlig. Många studier visar på 10-30% minskning av varmvattenanvändning från före till efter installation av IMD. IMD är dock ett mjukt verktyg som lämnar beslutet att agera, det vill säga minska sin vattenanvändning, till den boende (Köhler, 2017). En nackdel med IMD som lyfts av fastighetsbolag inom projektet är att IMD skapar många system och processer som behöver klaffa tekniskt för att fungera optimalt. Ett fastighetsbolag i projektet delar med sig av erfarenheten att IMD är en lönsam affär för både fastighetsbolaget och de

flesta boende beräknat på den faktiska kostnaden för vatten. De boende som inte tjänar på IMD är de som använder mer varmvatten än snittet.

Sverige har tidigare saknat krav på IMD men efter påtryckningar från EU gäller att:

Den som äger ett flerbostadshus och som efter den 1 juli 2021 tänker utföra en ombyggnad som innefattar en ny installation för tappvarmvatten eller en väsentlig ändring av befintliga installationer för tappvarmvatten ska installera system för IMD av tappvarmvatten. Även här finns möjligheten till undantag om byggnadsägaren kan påvisa att det inte är tekniskt genomförbart eller lönsamt att installera IMD i den enskilda byggnaden (Boverket, 2021).

6.1.2 Steg 2. Analys av flödesdata

Den insamlade datan analyseras med avseende på trender varpå avvikelser i form av exempelvis läckor är möjligt att identifiera. I detta skede bör man även fundera över vilka vattenanvändande system och aktiviteter som förekommer samt vilken vattenvolym och vattenkvalitet dessa system och aktiviteter kräver och huruvida det skiljer sig mot den volym och kvalitet som nyttjas idag.

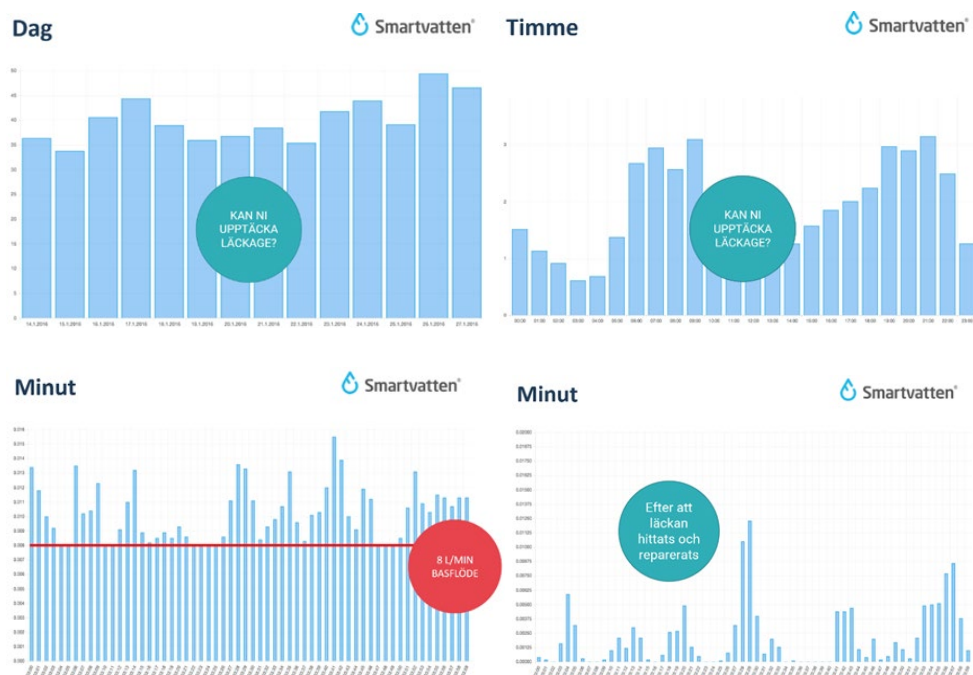
Kvaliteten på flödesdata som samlas in kommer att påverka kvaliteten på analysresultaten. Tillgång till större mängder tidstämplade förbrukningsdata, genom exempelvis IMD, ger stora analysmöjligheter. Insamlingsfrekvensen kommer dock påverka vilka analyser som är möjliga att utföra. Det kan exempelvis räcka med timvärden för att registrera en onormalt hög nattförbrukning, men högre upplöst data ger en säkrare analys för att exempelvis identifiera ett läckage nedströms den aktuella mätaren. Att studera framför allt nattförbrukningen under längre tid gör att man som fastighetsägare kan hålla koll på läckaget och fatta beslut om åtgärd i rätt tid.

Genom trendanalys kan man studera och notera avvikande och utstickande data samt oönskade basflöden. Ju mer data man har tillgång till desto bättre trendanalys kan utföras. Genom den insamlade datan kan man skapa ett utgångsläge, en normalnivå. Avstickare från denna normalnivå bör studeras närmare med avseende på volym, tidsperiod och om det är en jämn eller varierande flödesavvikelse för att identifiera läckage eller annan oönskad vattenförbrukning.

Det finns en mängd olika program för att analysera flödesdata och bygga upp trendanalyser. Vilket program ni använder beror på er interna kunskap, era resurser och ifall era flödesmätare är låsta till något visst system. Det man bör ha i åtanke är att manuella program såsom Microsoft Excel och Microsoft PowerBI kräver mycket handpåläggning och kunskap hos personalen på fastighetsbolaget för att analysera data men är billiga och har kort startsträcka för att komma igång. Automatiska lösningar såsom IoT-plattformar utför däremot analyserna helt själv och ingen särskild kunskap krävs av den interna personalen då plattformen kan vara programmerad att automatiskt analysera data och varna vid avvikelser. En IoT-plattform behöver byggas upp och anpassas för den enskilda verksamheten vilket är kostsamt, men vid användning av denna lösning krävs mindre resurser och erfarenhet hos personalen för att identifiera avvikelser i vattenanvändning. Dessa mer avancerade analyser med mönsterigenkänning gör det möjligt att identifiera avvikelser till följd av begynnande läckage eller haverier i ett mycket tidigt skede bland annat genom prediktivt underhåll.

Flödesdatan analyseras fördelaktigt per lägenhets- eller lokalmätare över tid men om det inte är möjligt kan flöden analyseras grupperat, såsom per byggnad. Flöden analyseras genom att plotta ett diagram med tid på x-axeln och volym på y-axeln. I detta diagram söker man sedan efter exempelvis:

- Ett oönskat basflöde alltså ett vattenflöde under tidpunkter ett flöde ej borde förekomma, se figur 16.
- Vattenflöden som avviker över tid, exempelvis kontinuerligt stigande flöden.
- Vattenflöden som avviker från samma tidsperiod föregående år för att ta hänsyn till förändringar i vattenanvändning vid olika årstider, högtider och semesterperioder.



Figur 16. Diagram för att analysera basflöde. Ju högre tidsupplösning på data desto enklare är det att identifiera basflöden och läckage. Källa: Smartvatten.

Om man har data över antal boende per hushåll kan man dividera vattenförbrukningen i ett hushåll med antal boende i det hushållet och sedan analysera vattenförbrukningen per person. I Sverige används i medeltal 140 l/person och dygn (Svenskt Vatten, 2021) och för hushåll vars vattenförbrukning per person och dygn är högre än detta, eller högre än andra hushåll i området, bör orsaken analyseras och eventuella åtgärder genomföras. Om man saknar data över antalet personer per hushåll men känner till bostadens storlek eller medelstorleken på lägenheter i en byggnad kan man utgå från schabloner över antal boende per lägenhetsstorlek (se tabell 4), detta skapar dock en felmarginal man måste ta hänsyn till.

Tabell 4. Boendetäthet, andel boende i genomsnitt efter lägenhetsstorlek och byggperiod. Schablon för beräkningar då verkligt antal boende per lägenhet saknas (Engvall et al., 2009).

Lägenhet storlek	Byggår					
	-1960	1961-1975	1976-1984	1985-1990	1991-1997	1998-2003
1 rok/kokvrå	1,26	1,25	1,40	1,31	1,36	1,42
2 rok/kokvrå	1,47	1,52	1,44	1,68	1,70	1,63
3 rok	2,16	2,37	2,25	2,50	2,37	2,18
4 rok	2,97	3,40	3,04	3,43	3,18	2,79
≥5 rok	3,28	4,69	3,76	3,85	4,05	3,51

Genom att jämföra flödesdata från huvudmätare och flöden från hushållsmätare kan man notera om ett vattensvinn uppstår mellan huvudmätaren och hushållsmätarna. Man antar i detta fall att flödesdata från huvudmätare ska vara lika som summan av alla hushållsmätare för den/de byggnader som huvudmätaren täcker. I detta fall måste man ta hänsyn till eventuell vattenanvändning vid allmänna ytor som tvättstuga och samlingsrum. Om dessa allmänna ytor har vattenmätare summeras flödena med hushållsmätarna och om ytorna saknar flödesmätare bör en uppskattning om dess vattenanvändning utföras och den potentiella felmarginalen tas hänsyn till.

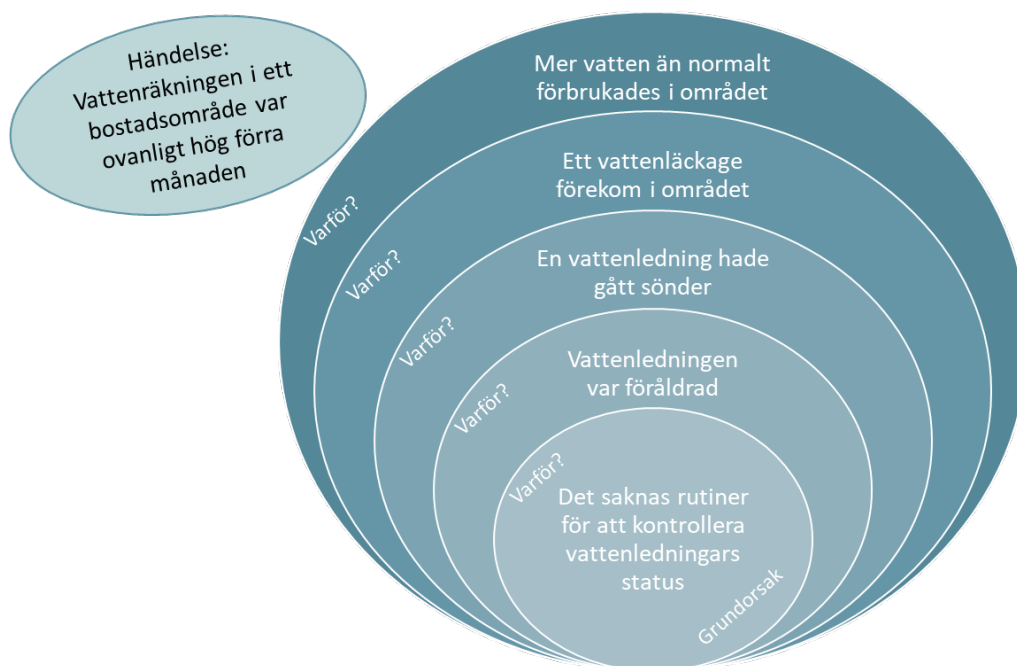
Med en synkroniserad inhämtning av data från individuell mätning av vatten, el och värme uppstår helt andra möjligheter till analys och användning av analysresultat. Genom att koppla ihop förbrukningsmönster från el- och vattenmätare kan man exempelvis få tydliga indikatorer för när hushållsmaskiner körs, när någon tar ett bad/dusch eller lagar mat. Genom dessa kopplade analyser går det även att urskilja om det sker vattenförbrukning när elförbrukningen är låg och därmed när det eventuellt inte finns närvaro av personer. Ur ett kostnadsmissigt perspektiv är detta för hyresgästen kanske mest relevant när det kommer till elförbrukningen. Med den här formen av kombinerad el-/vattenförbrukningsanalys blir det möjligt att informera hyresgästen om möjlig reducering av användningen av el och vatten med ett ändrat beteende. Man kan också separera olika typer av förbrukning och ge kunden mer detaljerad återkoppling kring sin konsumtion. Denna typ av analys måste dock utföras i enighet med GDPR-lagstiftning.

Det är inte alltid ekonomiskt försvarbart för ett fastighetsbolag att analysera och åtgärda alla vattenförbrukningsavvikelser och man kan därför ta stöd i ett beslutsstödsverktyg som ger underlag för att avgöra vilka avvikelser som bör åtgärdas. En IoT-plattform kan ha ett inbyggt beslutsstödsverktyg som varnar vid en avvikelse och ger information om huruvida en åtgärd rekommenderas att utföras eller inte utifrån en ekonomisk analys. Man kan, för både automatiska och manuella tillvägagångssätt, bygga upp beslutsstödet enligt exempelvis multikriterieanalys och välja vilka utvärderingskriterier man önskar att beslutet grundas på. Det är även viktigt att följa upp genomförda åtgärder såsom installation av vattensnål teknik, nudging-metoder eller läckagelagning för att säkerställa deras effektivitet.

6.1.3 Steg 3. Orsaksanalys

Om man noterar ett läckage och/eller att vatten av en högre kvalitet eller volym än vad ändamålet kräver används bör en orsaksanalys utföras för att undersöka grundorsaken till den högre förbrukningen. I analysen utreds

orsaken till läckaget eller varför man valt en ohållbar vattenvolym eller -kvalitet. Det finns flera olika metoder att utgå från vid en orsaksanalys. En vanlig metodik är 5 varför som går ut på att upprepa frågan varför? tills man kommer fram till grundorsaken, se exempel i figur 17.



Figur 17. Exempel hur man kan hitta grundorsaken till en händelse genom att upprepa frågan "Varför?" enligt metodiken "fem varför".

6.1.4 Steg 4. Åtgärdsanalys

När grundorsaken identifierats är det dags att identifiera områden för förbättring och åtgärder.

Genom att de identifierade åtgärderna analyseras med avseende på exempelvis kostnadseffektivitet, samhällsekonomisk lönsamhet och/eller hållbarhet kan ni välja den lösning som är mest optimal för er i ert sammanhang. I denna rapport kommer tre olika åtgärder som kan vara aktuella beroende på orsak att belysas närmare, nämligen:

1. Läckagelagning (kapitel 5.3)
2. Vattneffektiva tekniska lösningar (kapitel 5.4)
3. Nudging (kapitel 5.5)

6.1.5 Steg 5. Åtgärdsgenomförande

När en lämplig åtgärd är identifierad är det dags att installera eller implementera åtgärden. Det är fördelaktigt att endast utföra en åtgärd i taget för att kunna utvärdera effekten av varje åtgärd oberoende av andra åtgärder.

Detta är dock inte alltid möjligt, exempelvis om åtgärden utförs i en boendes lägenhet och det därmed kan underlätta att utföra allt arbete under endast ett besök.

6.1.6 Steg 6. Utvärdering av åtgärd

När en åtgärd har genomförts bör dess effekt på vattenförbrukningen utvärderas för att säkerställa att målen med åtgärden har uppnåtts. De flesta åtgärder kan utvärderas genom att flödestrender studeras som i steg 2. Om en åtgärd inte uppnår förväntad effekt bör åtgärder vidtas genom att förändra den genomförda åtgärden eller inrätta andra åtgärder och därmed upprepa steg 4 och/eller 5.

6.2 Hantering av vattenläckor

Ett vattenläckage i en fastighet kan innefatta allt från en läckande toalett till en större skada på serviceledningen eller ledningar i fastigheten. Det är viktigt att man redan före olyckan har tagit fram en åtgärdsplan för hur man ska hantera läckor av olika karaktär så att läckan kan hanteras snabbt och kostnadseffektivt. Man bör såklart eftersträva att inte ha några läckor i fastigheten men då det kan vara svårt att komma in till boende för att åtgärda exempelvis läckande kranar om de boende inte själva bitt om åtgärd, är det fördelaktigt att ha en plan för vid vilken läckagestorlek åtgärder vidtas. I planen bör även aspekter kring upplösningen av översynen av vattenanvändningen ingå då en låg kännedom om vattensystemet kan orsaka höga kostnader för att lokalisera och laga en vattenläcka.

För att snabbt notera ett läckage och därmed minska risken för omfattande vattenskada är det bra att ha ett larm som varnar vid avvikande vattenförbrukning. På samma sätt som man bör ha en åtgärdsplan för när man ska åtgärda läckor bör man även ha en plan för hur läckor ska åtgärdas.

Stora besparingar i kronor och vattenvolym kan uppnås genom att åtgärda läckage. Här följer en exempelberäkning där ni kan ändra exempelsiffrorna till storleken på ert bestånd och få en känsla för de besparingar ni kan göra genom att åtgärda läckage. I medeltal uppstår en läcka per fastighet per månad, vilken i medeltal varar i två dygn, med en medelstorlek på 1,7 l/min. Detta innebär att varje fastighet i medeltal årligen har ett läckage av 58 752 liter vatten. 58 752 l vatten kostar ca 880 kr baserat på kostnaden 15 kr/m³. 58 752 l vatten motsvarar dygnsbehovet av 140 l för 420 personer. För ett fastighetsbolag med 100 fastigheter innebär detta en förlust på knappt 100 000 kr per år, i bara dricksvattenförbrukning. Läckaget kan, beroende på var det inträffar, även orsaka stor skada på fastigheten och innebära stora

kostnader för att åtgärdas. Data är erhållen från Smartvatten årliga vattenrapport 2022.

6.3 Teknik för vatteneffektivisering av fastigheter

Det finns en mängd tekniker för vatteneffektivisering av fastigheter och utvecklingen är ständigt pågående. Lösningarna är framtagna för olika tillämpningsområden i fastigheten och har olika för- och nackdelar.

Några utmaningar kopplat till användning av vatteneffektiv teknik har lyfts i diskussioner inom projektet. En utmaning är att den förändrade vattenanvändningen kan skapa tryckförändringar och/eller beläggningsupbyggnad med negativa effekter i VA-ledningar i och utanför fastigheten. En annan utmaning är att aktörer under lagen om offentlig upphandling (LOU) kan stöta på kompatibilitetsproblem, exempelvis om tekniken måste bytas ut och då upphandlas av en ny aktör med en annan typ av tekniklösningar. Vid installation av vatteneffektiv teknik rekommenderas därmed en god dialog med teknikleverantören om teknikens möjligheter, begränsningar och förutsättningar som krävs för att undvika problem. Om fastigheten är ansluten till det kommunala VA-nätet rekommenderas även dialog med VA-huvudmannen för att få kännedom om det lokala VA-nätets förutsättningar.

6.3.1 Snålspolande armatur

Det finns olika tekniska lösningar för att minska vattenanvändningen i bland annat diskbänksblandare, tvättställsblandare, duschblandare och WC-stolar. Snålspolande armatur ger ett lägre flöde utan att påverka komforten. Snålspolande armatur kan minska vattenanvändningen med ett oförändrat beteende hos användaren.

- Vattenbesparande kranmunstycken kallas perlator, sparlator eller strålsamlare. Vatten sparas med hjälp av en perlator genom att luft blandas in i vattenstrålen så att trycket bibehålls men vattenförbrukningen blir lägre. Det går enkelt att byta ut det gamla kranmunstycket mot ett vattenbesparande.
- En termostatisk blandare blandar varm- och kallvattnet till en förutbestämmd temperatur och reagerar på eventuella förändringar i temperatur eller tryck och kompenserar genom att justera blandningen av varmt och kallt vatten. Genom att ha en termostat i exempelvis duschen nås snabbt efterfrågad temperatur och slöseri av vatten undviks.

- Det finns blandare som anpassar förbrukningen efter det verkliga behovet genom att blandarhandtaget automatiskt går tillbaka till ett energisparläge med lägre temperatur och flöde.
- När handtaget på vanliga engreppsblandare dras upp i mitten är vattnet ofta ljummet men det finns hållbarare blandare som fungerar så att vattnet är kallt i samma läge, för att få varmare vatten måste handtaget istället vridas till sidan. Handtaget stannar dock inte i öppet läge utan när man släpper handtaget sänks automatiskt flödet.
- Moderna toaletter har ofta två spillägen så att spolvattenvolymen kan anpassas efter behov och vattenförbrukningen halveras jämfört med äldre toaletter. I vissa fall kan anordning installeras i äldre toaletter för att minska dess vattenförbrukning.

6.3.2 Recirkulerande teknik

Det finns teknik som recirkulerar vattenflöde i exempelvis duschar, badkar och handfat. Vattnet samlas då in direkt efter användning, renas och leds åter till exempelvis duschmunstycket för att användas på nytt. Produkter med denna teknislösning marknadsförs bland annat med upp till 90% vattenbesparing. Denna typ av lösningar sparar även energi då viss värme bibehålls i vattnet som återanvänds (Orbital Systems, 2021 och Graytec, 2021).

Recirkulerande teknik finns även för tvättmaskiner och torktumlare. Vattnet samlas då in, renas enkelt och analyseras. Om vattenkvaliteten är tillräckligt bra för att återanvändas desinficeras vattnet och återanvänds (Mimbly, 2021).

6.3.3 Visualisering och information om vattenförbrukning

Det finns olika tekniker som kan informera brukaren om vattenanvändning i realtid, exempelvis i form av en display på baksidan av en handdusch. Det finns även teknislösningar som lyser i olika färger beroende på om en förinställd vattenvolym överskridits eller som samlar in vattenförbrukningsdata och synliggör det (Oras, 2021).

6.3.4 Vattenfelsbrytare

Vattenfelsbrytare stänger av det inkommande vattnet till huset när ett fel upptäcks. Vattenfelsbrytaren är utrustad med en droppdetektor som upptäcker läckage när vattnet är påkopplat och varnar då vattenbrytaren så att den automatiskt kan stänga av vattnet. På så sätt kan läckage, med vattenskadorna som följd, därmed identifieras i ett tidigt skede och undvikas. Det finns vattenfelsbrytare utrustade med exempelvis närvarodetektor varpå

vattnet automatiskt stängs av då ingen närvaro kan indikeras och belysningen är släckt.

6.3.5 Användning av dagvatten

För att spara på dricksvatten kan andra vattenkvaliteter användas såsom dagvatten. Dagvatten är tillfälligt avrinnande vatten på markyta eller konstruktion. Dagvatten går att samla in, rena till önskad kvalitet och använda för exempelvis toalettspolning eller andra ändamål som inte kräver dricksvattenkvalitet.

6.3.6 Torrtoaletter

Torrtoaletter är toaletter som till skillnad från vattentoalett inte kräver vatten för spolning. Det finns flera olika typer av torrtoaletter som utnyttjar olika tekniker, några exempel är förbränningstoalett och frystoalett. Vacuumtoaletter är en vattentoalett men använder endast en mindre volym vatten vid varje spolning då vatten inte används för att transportera avfallet.

6.4 Beteendepåverkan

6.4.1 Nudging

Nudging, eller puffning som det ibland kallas på svenska, innebär att man gör det enkelt för personer att göra hållbara val, man knuffar dem i rätt riktning. På samma sätt bygger Eco feedback-tekniken på möjligheten att med teknik och datainsamling motivera människor att ändra sitt beteende för att minska sin miljöpåverkan.

Det finns flera olika sätt att genom nudging påverka boende och hyresgäster att minska sin vattenförbrukning och göra hållbara val kring sin vattenanvändning. Om man som fastighetsägare använder sig av IMD kan man erbjuda boende och hyresgäster att få tillgång till jämförelser mellan sin egen vattenförbrukning och grannarnas, vilket visat sig vara en framgångsrik metod för att minska vattenanvändning hos individer som har hög vattenanvändning i jämförelse med grannar. Hos personer med låg vattenanvändning är det mer effektivt att visualisera bostadens vattenanvändning mellan tidpunkter, exempelvis från månad till månad eller från samma tidpunkt året före, förutsatt att bostaden inte bytt boende.

För att erhålla en så hög effekt som möjligt vid nudging är det viktigt att man har en kanal där man kontinuerligt kan nå ut till boende och hyresgäster. Då en effektiv nudging kräver att informationen når målgruppen löpande så att de påminns och därmed påverkas vid flera tillfällen under en

längre tid. Det har visats att vattenanvändningen ofta minskar direkt vid nudging men sedan återgår till samma vattenförbrukning om uppdaterad information inte ges kontinuerligt, varpå tidsbegränsade kampanjer inte är lämpliga utan långsiktigt arbete krävs. Detta eftersom det tar lång tid att ändra sitt beteende och sina vanor. Några olika sätt för att nå ut till boende och hyresgäster och visualisera vattenanvändningsdata är:

- På LCD-skärmar eller anteckningstavlor vid entrén eller i trappuppgången i flerfamiljsbostadshus. Det är dock viktigt att notisen inte blir föråldrad så att hyresgästerna blir blinda för den, även när den uppdateras med ny data. Målgruppen här är samtliga boende och individuell återkoppling är inte möjlig.
- I fastighetsbolagets kontorsfönster ut mot gatan. I detta fall kan du inte påverka enskilda hushåll men förslagsvis visualisera den totala vattenanvändningen från bolagets samtliga fastigheter. Målgruppen i detta fall är även allmänheten som passerar fönstret och inte endast fastighetsbolagets boende.
- Via mina sidor i app eller på hemsida. Här finns det möjlighet att ge helt individuell återkoppling på vattenanvändningen.
- I fastighetsbolagets nyhetsbrev och/eller informationsblad. Målgruppen här är samtliga boende och hyresgäster. Individuell återkoppling är inte möjlig.
- I faktura för hyra och/eller vattenanvändning. Här finns det möjlighet att ge helt individuell återkoppling på vattenanvändningen.
- Utskick av SMS eller e-mail. Här finns det möjlighet att ge helt individuell återkoppling på vattenanvändningen.

När en kanal för att nå ut till målgruppen har identifierats är nästa steg att planera kommunikationsmaterialet. Svenskt Vatten, branschorganisation för VA-organisationerna, släppte våren 2021 ett material för kommunikation kring hållbar vattenanvändning och metoder för att spara vatten. Stora delar av detta material är tillämpligt även för fastighetsbolag i kommunikation med boende och hyresgäster. Materialet är framtaget för att användas av kommuner nationellt för att få en så stor genomslagskraft och igenkänning som möjligt.

Det är fördelaktigt att ändra informationens utseende något med tiden, exempelvis i form av färgval, så att boende och hyresgäster inte vänjer sig och blir blinda för budskapet. Om en maskot används kan ansiktsuttrycket exempelvis varieras, likt Kalmar Vattens ”utter Ulla” (se exempel nedan). Även färger och maskotens bakgrund skulle kunna byta utseende anpassat

till årstider eller högtider. Maskoten kan exempelvis få en mössa vintertid och solglasögon sommartid, eller ett utseende anpassat efter vattenförbrukningen. Exempelvis kan maskoten simma i kommunens råvattentäkt vars vattennivå och vattenkvalitet försämras när vattenförbrukningen är hög.

Aktiviteter eller temadagar kopplat till vattenanvändning med information, lekar och tävlingar kan genomföras för att lyfta vattnets viktiga värde ytterligare och sprida tips och incitament för minskad vattenanvändning. Om kommunikationskanalen är ett interaktivt/klickbart media såsom e-mail, app eller sms kan intresset för meddelandet ökas genom att låta varje meddelande innehålla en liten tävling, där användaren exempelvis anger sitt bästa tips för att spara vatten eller anger vad den tävlande skulle kunna göra för att minska sin vattenförbrukning ytterligare. Priset kan exempelvis vara en vattenkanna för att uppmuntra till att inte spola vatten tills det blir kallt utan att alltid ha kallt vatten i kylskåpet.

För att jämna ut användningen av dricksvatten över dygnet, bör de boende och hyresgäster informeras att i den mån det är möjligt utföra vattenförbrukande aktiviteter (såsom att köra diskmaskin) på natten då belastningen på dricksvattenproduktionen är så låg som möjligt.

Det finns stora besparingar i kronor och vattenvolym att uppnå genom nudging. Här följer en exempelberäkning där ni kan ändra exempelsiffrorna till storleken på ert bestånd för att få en känsla för de besparingar ni kan göra. Med en effektiv nudgingteknik, såsom månatlig jämförelse med grannhushåll, kan man påverka boende att minska sin vattenanvändning med 1,5 m³ per månad och bostad (Datta *et al.*, 2015). Detta blir 18 m³/år för en bostad och 180 m³/år för en byggnad med 10 hushåll. För ett fastighetsbolag med 100 sådana fastigheter innebär det en minskning med 18 000 m³/år. Baserat på kostnaden 15 kr/m³ blir besparingen 270 000 kr.

För mer tips och inspiration om nudging finns nedan några exempel på genomförda och/eller pågående studier och kampanjer.

6.4.2 Studie om nudging genom vattenförbrukningsfaktura i Costa Rica

Staden Belén i Costa Rica har idag tillräckligt mycket vatten för att täcka behovet, men staden uppskattas få vattenbrist 2030 om inte åtgärder genomförs. År 2014 genomfördes en studie i Belén av Datta *et al.* (2015) som undersökte hur stor vattenbesparing som sker när hushållen, genom sin vattenförbrukningsfaktura, får extra information om sin vattenförbrukning.

5626 hushåll med individuell vattenmätning valdes ut och blev slumpmässigt indelade i en av följande fyra grupper:

1. Grannskapsjämförelse: hushåll i gruppen fick information om sin vattenförbrukning i jämförelse med medelförbrukningen i grannskapet.
2. Stadsjämförelse: hushåll i gruppen fick information om sin vattenförbrukning i jämförelse med medelförbrukningen i Belén.
3. Målsättning och planering: hushållen i gruppen satte upp egna konkreta mål och planer för hur de skulle minska sin vattenförbrukning.
4. Kontroll: hushåll i kontrollgruppen fick vattenräkningen utan ändringar.

Inför studien genomfördes fokusgruppsmöten med boende i Belén vilket framför allt gav följande fyra insikter:

1. Deltagare i fokusgruppen var eniga om att det är viktigt att spara vatten men trodde inte att de själva behövde minska sin vattenförbrukning.
2. Deltagare i fokusgruppen visste inte hur mycket vatten de använder.
3. Deltagare i fokusgruppen kunde inte avgöra om en given vattenvolym är hög då de saknade riktvärde att jämföra med.
4. Några deltagare i fokusgruppen identifierade konkreta steg som kunde hjälpa dem att minska sin vattenförbrukning.

Studien erhöll följande resultat:

- Hushåll i två av tre åtgärdsgrupper minskade sin vattenanvändning signifikant de två första månaderna, dessa var grupperna: *Grannskapsjämförelse* och *Målsättning och planering*. För gruppen *Stadsjämförelse* påvisades ingen effekt på vattenförbrukningen.
- Åtgärdsgrupperna som utfördes i gruppen *Grannskapsjämförelse* visade sig mest effektiva på högkonsumerande hushåll, medan åtgärdsgrupperna som utfördes i gruppen *Målsättning och planering* hade störst effekt på hushåll som konsumerar relativt lite vatten.
- Då minskningen i vattenanvändning för grupperna *Grannskapsjämförelse* och *Målsättning och planering* beräknas för samtliga hushåll i Belén (21633 invånare fördelade på 6011 hushåll) ger det en besparing av uppskattningsvis 6720 m³/månad.
- I medeltal minskade vattenförbrukningen per månad med:
 - Gruppen *Grannskapsjämförelse*: ca 1,5 m³.

- Gruppen *Stadsjämförelse*: drygt 0,9 m³.
- Gruppen *Målsättning och planering*: ca 1,5 m³.
- Kontrollgrupp: drygt 0,2 m³.

6.4.3 Studie om nudging genom vattenförbrukningsfaktura på Gotland

Våren 2021 genomfördes ett examensarbete av Ostheimer och Unger (2021) i samarbete med Gotlandshem där effekten på vattenanvändning vid nudging genom faktura undersöktes. 151 hushåll med individuell vattenmätning ingick i studien. Vid två tillfällen skickades information till hushållen om deras vattenförbrukning i relation till bostadsområdet medelförbrukning samt tips för att spara vatten. Studien undersökte därefter om vattenförbrukningen minskade då hushållen erhölet informationen genom att jämföra hushållens vattenförbrukning, vecka för vecka, samt mot en referensperiod. Referensperioden utgjordes av en veckas mätning före hushållen erhölet breven med information om sin vattenförbrukning. Då data endast samlades in under fyra veckor, exklusive referensperioden, är studien kortvarig och erhölet knappt några signifikanta resultat men de indikationer studien gav är:

- Hushåll klassificerade som vattenförbrukning över medelförbrukning minskade sin vattenförbrukning efter båda informations-tillfällena. I medeltal minskade hushållen sin vattenförbrukning med 38l/hushåll efter första informationsutskicket samt med 101l/hushåll efter det andra informationsutskicket.
- En glad eller ledsen smiley användes i informationsutskicket i samband med informationen om hushållet har högre eller lägre vattenförbrukning än medelförbrukningen i bostadshuset. Det är dock oklart om denna smiley påverkade vattenanvändningen då det inte kunde undersökas eftersom kontrollgrupp saknades.
- Jämfört med medelförbrukningen i referensperioden före informationsutskicken visar resultatet att utskicket bidrog till en minskning i vattenförbrukningen med knappt 50 l/vecka, vilket ger en total minskning med knappt 7500 l för samtliga 151 hushåll.

6.4.4 Studie om effekten av IMD på minskning av vattenförbrukning

Under drygt tio år, från 2002 till 2013, studerade Köhler H. (2017) sju hushåll i ett bostadsområde från 1960-1970 i Norrköping. I samband med en omfattande renovering i början av 2000-talet, då bland annat vattensnål teknik installerades, infördes IMD för både varm- och kallvatten. Studien genomfördes genom tiddagbok som de boende skrev samt intervjuer, mätdata och observationer. Studien genomfördes i tre delar. Den första delen

genomfördes när hushållen visste att IMD skulle implementeras men före hushållen fått information om sin egen vattenanvändning. Den andra delen genomfördes 5-17 månader efter att IMD installerats. Den tredje och sista delen genomfördes tio år senare, år 2013, dock ingick endast fyra hushåll i denna uppföljande tredje del.

Studien erhöll bland annat följande resultat:

- Samtliga deltagare var positiva till IMD då de ansåg att de nu slipper betala för andras överdrivna vattenanvändning.
- Minskningen i vattenanvändning skedde i ett tidigt stadiet av IMD-implementeringen varför det är viktigt att involvera och informera hushållen i ett tidigt skede. Efter den första förändringen av vanor, framför allt kopplat till ”onödig” förbrukning, ansåg de boende att vanorna var normala. Vad som anses normalt är individuellt.
- Det är viktigt att information om IMD och om hur betalningssystemet fungerar, tillsammans med praktiska exempel kring hur boende kan minska sin vattenanvändning, når ut till alla boende. Bland annat bör man informera och utbilda boende i hur hyran fungerar före och efter implementeringen av IMD, hur IMD fungerar kopplat till varmt respektive kallt vatten samt varför man inför IMD.
- Boendes tankar om vad som är normal vattenkonsumtion vägleder dem i hur de tänker om sin egen vattenkonsumtion.
- IMD hjälper till att upprätthålla vatteneffektiva rutiner vilket understryker vikten av att fokusera på att påverka boendes rutiner i ett tidigt stadium vid implementering av IMD.
- Vatten (och energi) är billigt och ekonomin är inte tvingande för förändring av vanor varför andra motiv måste framföras.
- Förändring av vattenanvändning över tid beror snarare på förändringar i vardagen, såsom olika hushållssammansättningar och vardagssammanhang, än ett medvetet sparande.

Slutsatsen är att IMD är ett verktyg som kan skapa vattneffektivitet i hushåll genom att påverka vanor och bibehålla dem på både lång och kort sikt.

6.4.5 Kalmar vatten och uttern Ulla

I sitt arbete att minska vattenanvändningen i kommunen införde Kalmar Vatten 2020 vattenrapporten som presenteras av en fiktiv figur, uttern Ulla. Arbetet är enligt metoden Eco feedback. Genom vattenrapporten hoppas Kalmar Vatten att alla som bor i Kalmar ska förstå vattnets verkliga värde.

Det är ett pedagogiskt sätt att visa hur man tillsammans kan påverka förbrukningen av vatten.

Kalmar Vatten sammanställer vattenförbrukningen veckovis och presenterar den som en jämförelse med föregående vecka tillsammans med uttern Ullas minspel – glad och hejarop om vattenförbrukningen är lägre än föregående vecka, sur och skäller lite om vattenförbrukningen ökat jämfört med föregående vecka, se figur 18. Uttern Ulla och veckorapporten finns på Kalmar Vattens hemsida samt sociala medier och för sommaren 2020 även på skyltar runt om i kommunen.

Allt eftersom jämförelsepunkter skapas i kommunen hoppas Kalmar Vatten att uttern Ulla och vattenrapporten ska kunna användas även för mindre geografiska enheter, såsom stadsdelar eller byggnader, vilket skulle skapa större påtaglighet för individer och grupper. Under våren 2021 flyttade uttern Ulla och vattenrapporten in hos Djurängsskolan och en redovisning av vattenförbrukningen, timme för timme, kan ses ovanför skolmatsalens handfat. Just nu arbetar Kalmar Vatten med att utveckla materialet och skapa samarbeten så att uttern Ulla och vattenrapporten ska engagera skolor, arbetsplatser och bostadsområden, exempelvis genom att tävla mot varandra i resurssnål vattenanvändning (Kalmar Vatten, 2021).



Figur 18. Kalmar Vattens vattenrapport vid två tillfällen. Vid första tillfället är uttern Ulla glad då vattenförbrukningen minskat något i jämförelse med föregående vecka, vid det andra tillfället är uttern Ulla arg då vattenförbrukningen stigit i jämförelse med föregående vecka. (Källa: Kalmar Vatten).

6.5 Hållbarhet genom minskad vattenförbrukning

Många åtgärder för att spara dricksvatten kan i sig kännas små men sett till exempelvis totala kostnader per år eller totalt minskade koldioxidutsläpp blir åtgärdernas effekter snabbt omfattande. Miljö- och hållbarhetsarbetet inom VA-branschen, kopplat till beräkning av koldioxidutsläpp och jämförelse av klimatpåverkan från olika verksamheter, är ett område där nya metoder och verktyg är under utveckling. Ännu finns inget generellt värde på hur mycket vattenförbrukningen bidrar till klimatpåverkan sett till hela försörjningskedjan, dock arbetar många VA-organisationer med frågorna individuellt eller genom forskningsprojekt.

Nedan presenteras klimatpåverkan från produktion av dricksvatten och rening av avloppsvatten utifrån Sydvattnens klimatbokslut (Sydvatten, 2020) samt baserat på en studie om klimatpåverkan från reningsverk (Tumlin *et al.*, 2014). Det bör noteras att det finns stora osäkerheter i dessa siffror.

Enligt Sydvattnens klimatbokslut 2020 (Sydvatten, 2020) bidrog dricksvattenproduktionen med 4 495 699 kg CO₂-ekvivalenter under året 2020. Detta motsvarar 0,057 kg CO₂-ekv per m³ dricksvatten eller ca 4,5 kg CO₂-ekv per person och år.

Enligt SVU-rapport 2014-02 *klimatpåverkan från avloppsreningsverk* där klimatpåverkan från avloppsrening studerats genom fallstudier vid fyra reningsverk visar resultatet på att avloppsreningen genererar mellan 25 och

56 kg CO₂-ekv/pe och år vilket motsvarar mellan 0,20 och 0,43 kg CO₂-ekv/m³ avloppsvatten enligt studien.

Exempelberäkning:

$$\text{Minskat koldioxidutsläpp (kg CO}_2\text{-ekv/år)} = ((V_1 - V_2) \times 0,057) + ((V_1 - V_2) \times 0,43^*)$$

V_1 = Vattenanvändning per år före förändring

V_2 = Vattenanvändning per år efter förändring

*Osäker siffra, den högre siffran i spannet 0,2 - 0,43 CO₂-ekv/m³ ansatt.

Utifrån dessa siffror skulle en minskning med 10 m³/år dricksvatten leda till att 4,87 kg koldioxidutsläpp sparas årligen. Detta då en mindre dricksvattenvolym behöver produceras och distribueras och en mindre volym avloppsvatten renas.

6.6 Goda exempel på vatteneffektivisering

6.6.1 Vattensnål teknik

6.6.1.1 Oceanhamnen i H+ i Helsingborg

Stadsförnyelseprojektet H+ gör om Helsingborgs gamla hamn- och industriområde till nya stadsdelar med affärer, kontor och bostäder. Till 2035 ska det finnas 5000 nya bostäder i området. Det kommer vara fyra nya stadsdelar (Oceanhamnen, Universitetsområdet, Husarområdet och Gåsebäck) vilka länkas ihop av centrum och ett blågrönt stråk (Helsingborgs kommun, 2021). I Oceanhamnen i Helsingborg byggs ett källsorterande avloppssystem med tre separata avloppsledningar: (1) svartvatten, (2) gråvatten och (3) matavfall. Rören leds till utvecklingsanläggningen Reco Lab. Vacuumtoaletter installeras för effektiv hantering av svartvatten, ökad biogasproduktion samt minskad vattenanvändning vid toalettspolning (NSVA, 2021). Oceanhamnen är ett ambitiöst och unikt projekt med mål om en ekonomisk, miljömässig och socialt hållbar stadsutveckling. En långsiktig målsättning är att systemet med uppdelade avloppsflöden ska minska växthusgaserna med 50% i området.

6.6.1.2 Hotell St Clemens i Visby

Detta exempel är hämtat från en annan bransch men har god potential att nyttjas av fastighetsbranschen. Hotell St Clemens i Visby är Gotlands första svanenmärkta hotell och arbetar kontinuerligt med hållbarhet. Hotellet har

80 bäddar fördelat i 30 rum. Hotellet installerade år 2009 snålspolande munstycken som blandar in luft i vattnet i duschar och kranar, vilket halverade vattenförbrukningen i dessa, ca 600 m³ varmvatten per år har sparats tack vare detta (Hotell S:t Clemens, 2021). Åtgärden utgör ett exempel på hur en relativt låg investering kan skapa en stor förbättring, som utöver miljöeffekter, även innebär en ekonomisk besparing för hotellet.

6.6.2 Användning av bräckt vatten

6.6.2.1 Saxnäs camping på Öland

Detta exempel är hämtat från en annan bransch men har god potential att nyttjas av fastighetsbranschen. Saxnäs camping på Öland har 3 000 besökare per dag under högsäsong. Efter torkan och bevattningsförbudet 2016 fick campingen besked från kommunen att de inte längre kan fylla sina pooler med kommunalt dricksvatten. De tog då beslut att anlägga en brunnpump för att pumpa upp Östersjövatten 350 m från Kalmarsund till campingens poolanläggning och toaletter. Detta beslut var initialt endast för att kunna fortsätta nyttja poolerna men efter miljöpris från Ölands kommunalförbund insåg de att lösningen gav campingen en positiv effekt på deras varumärke (SMHI, 2018 och Frihammar & Barup, 2021).

Systemet innebär att 3000 m³ dricksvatten sparas per år. Systemet är uppbyggt genom att vattnet från Kalmarsund pumpas till två 5 m³ sandfilter och en sedimentationsdamm (Frihammar & Barup, 2021). I poolen fick man justera mängden kemikalier och tillsätta mer klor som en följd av den ökade halten organiskt material samt en mindre volym saltsyra då pH-värdet i Östersjövattnet är lägre än i det kommunala dricksvattnet (SMHI, 2018). Investeringskostnaderna har varit ca 2 miljoner kronor och driftkostnaden har legat på samma nivå som före bytet av vattenkvalitet, med undantag för den lägre kostnaden för inköp av dricksvatten (Frihammar & Barup, 2021).

Saxnäs camping införde i samma veva även andra vattenbesparande åtgärder, såsom snålspolande duschar, kranar och toaletter samt uppsamling av regnvatten och kortare duschtider (SMHI, 2018). Genom att se Östersjön som en resurs har Saxnäs camping lyckats skapa robusthet i verksamheten som nu är oberoende av den kommunala dricksvattentillgången. Resurser sparas även då vattnet inte renas mer än vad som är nödvändigt för behovet.

6.6.3 Användning av dagvatten

6.6.3.1 Celciushuset i Uppsala

Celciushuset i Uppsala som är byggt av Vasakronan färdigställdes november 2020 och består av kontor och laboratorier. Byggnaden är totalt 12 440 m² fördelat på 400-450 arbetsplatser. På byggnadens tak, som består av solceller, samlas regnvatten in för användning i byggnaden. Från taket leds vattnet till en nedgrävd dagvattentank med volymen 60 m³ och sedan vidare till ett sandfilter och UV-ljus. Det renade vattnet leds sedan till en renvattentank med volymen 12 m³ vilken är dimensionerad för att täcka ett dygns spolningsbehov. Nivån i renvattentanken kontrolleras av flottör och nivågivare och om nivån är låg fylls tanken på med kommunalt dricksvatten. Av årsbehovet beräknas regnvatteninsamlingen täcka 69% av spolbehovet (977 m³ av totalbehovet spolvatten 1 418 m³) (Holm & Schulte-Herbrüggen, 2021).

För att anlägga systemet har inte något särskilt tillstånd krävts utan allt har gått genom den vanliga bygglovsprocessen. VA-huvudmannen har varit informerad om processen och Miljö- och hälsoskydd har inte haft några specifika frågor eller synpunkter (Holm & Schulte-Herbrüggen, 2021).

Investeringskostnaden för utrustningen i huset var ca 350 000 kr (bland annat sandfilter, magasin och ledningar). Utrustning utanför huset hade en investeringskostnad på ca 500 000 kr (bland annat slambrunn, infiltreringsplatser och ledningar) (Värnqvist & Billsten, 2019). Man räknar inte med att tjäna in kostnaderna över tid (Holm & Schulte-Herbrüggen, 2021).

Att samla in regnvatten för användning i en fastighet i syfte att spara på dricksvatten är än så länge ovanligt i Sverige, men dessa lösningar förväntas bli mer vanliga och är redan det i många andra länder.

6.6.3.2 Citypassagen i Örebro

Citypassagen i Örebro som är byggd av Castellum driftsattes 2019 och består av 1 200 kontorsplatser och en restaurang. Förbrukningen av spolvatten är ungefär 10 m³/arbetsdag för hela byggnaden. Regnvattnet samlas upp på taket i brunnar med lövsilar och leds ner till en nedgrävd dagvattentank med volymen 180 m³. Därefter renas vattnet med sandfilter, UV-ljus och mikrofilter (1 µm) och leds till en renvattentank med volymen 9 m³. Vid stora dagvattenflöden bräddar dagvattentanken till dagvattennätet. Vid brist på regnvatten fylls renvattentanken på med kommunalt dricksvatten. Slamnivå i tank kontrolleras manuellt varannan månad och förs bort med en

sugledning till en uppsamlingspunkt en bit bort från byggnaden varifrån det sedan hämtas (Holm & Schulte-Herbrüggen, 2021).

Systemet kostade 1,2 miljoner kronor att bygga, det ses dock inte enbart som en merkostnad eftersom en dagvattenlösning krävts oavsett. Man räknar inte med att tjäna in investeringskostnaden och det förekommer även en driftkostnad för reningsanläggning och pumpar. Driftkostnaden var år 2019 22 674 kr och då vattenbesparingen medför en minskad VA-taxa på 15 764 kr ger det en årlig driftkostnad på ca 7 000 kr. Vid projektering var den beräknade vattenbesparingen 1 400 m³/år. Under 2019 var den totala vattenförbrukningen 2 268 m³ (inflyttningen skedde stegvis under detta år och alla var inflyttade först i oktober). Vattenförbrukningen för toaletter var 1 432 m³ varav regnvatten 1 126 m³. År 2020 januari-oktober var den totala vattenförbrukningen 2 788 m³ och vattenförbrukningen för toalettspolning 1 247 m³ varav regnvatten 659 m³ (Holm & Schulte-Herbrüggen, 2021).

År 2020 räckte regnvattnet till drygt hälften av alla toalettspolningar då 56 % av den totala spolvattenåtgången var regnvatten (Castellum, 2021). Två reflektioner av Castellum är att denna teknik kanske enbart är aktuell för nybyggnation samt att anledningen till att tekniken byggs för kontorshus framför bostadshus är att kontorsbyggnader har ett större behov av att profilera sig. Inga speciella tillstånd har krävts utan systemet har endast kommunicerats tydligt i bygglovet. Inga planer på tillsyn från Miljö- och hälsokontoret finns (Holm & Schulte-Herbrüggen, 2021).

I städer ses dagvatten ofta som ett problem som kräver avledning. Genom att se dagvatten som en användbar resurs sparas dricksvatten och problematiken med dagvattenflöden i städer minskar.

6.6.3.3 Sergelhuset i Stockholm

Sergelhuset i Stockholm som stod klart 2020 byggdes av Vasakronan och består av nio våningsplan med kontor, bostäder, shopping och restauranger. Regnvatten kommer att användas för att bevattna 823 m² grönytor på tak och spola de 54 toaletter som finns i kontorslokalerna. Vattnet samlas in från taket och renas genom ett sandfång före det leds till åtta tankar med en total volym om 110 m³ i byggnadens källare. Vid behov kan vattnet även renas genom ett sandfilter och efterföljande UV-ljus. Den uppskattade materialkostnaden för systemet är 700 000 kr (projekterings- och konstruktionskostnader ingår inte) (Värnqvist & Billsten, 2019).

Sergelhuset är ytterligare ett exempel där man både sparar dricksvatten och minskar problematiken med dagvattenflöden i städer då man tar tillvara på dagvattenresursen som annars hade avletts utan användning.

6.6.4 Intern återanvändning av vatten

6.6.4.1 HSB Living Lab i Göteborg

HSB Living Lab i Göteborg är ett studentboende och samarbetsprojekt mellan Chalmers och HSB för forskning kring boendefrågor. Byggnaden har tre våningar med totalt 29 hushåll och en bottenvåning med kontor, konferensrum med mera. Hushållen är fördelade på vanliga lägenheter och korridorer och de första boende flyttade in 2016 (HSB, 2021). Sedan 2019 pågår försök att rena vatten från duschar och handfat för att kunna återanvända det i duschar och handfat genom teknik från företaget Graytec (Holm & Schulte-Herbrüggen, 2021).

Vatten från dusch och handfat separeras och renas med mekanisk filtrering, kolfilter följt av jonbytarprocess, ultrafilter, UV-ljus och hydroxylradikaler vilket resulterar i ett nästan helt avjoniserat vatten. Det renade vattnet lagras i en 100 l renvattentank i huset och pumpas därifrån för användning. Tekniken kan i stort sett rena och pumpa tillbaka vattnet i samma takt det används och en mindre renvattentank är därför tillräcklig. Då fokus varit att testa och utvärdera tekniken har det renade vattnet hittills till stor utsträckning inte återanvänts utan släppts till avloppet och endast två badrum har möjlighet för återföring av renat vatten. En drivkraft för denna teknik är även återvinningen av värmen i vattnet då det återanvända vattnet har en högre temperatur än kommunalt vatten (60% energibesparing) (Holm & Schulte-Herbrüggen, 2021).

Eftersom syftet är att utvärdera tekniken är den verkliga vattenbesparingen osäker men simuleringar visar på att 90% av duschvattnet kan sparas. Restande 10% beror delvis på att reningsprocessen förbrukar lite vatten men framför allt på att kommunalt vatten måste blandas in för att skapa önskad temperatur på duschvattnet. Systemet har en uppskattad komponentkostnad på 200 000 kr exklusive installation vid befintlig byggnation. Då anläggningen endast använts för teknikutvärdering saknas driftkostnad (Holm & Schulte-Herbrüggen, 2021).

HSB Living Lab möjliggör utveckling och utvärdering av olika lösningar kopplat till framtidens boende och nya projekt kopplat till vattenhantering pågår ständigt. Lösningar för att rena och återanvända vatten från duschar och handfat har stor potential för att minska slöseriet av rent dricksvatten.

5.6.4.2 Junehem i Jönköping

Junehem är ett kommunalt bostadsbolag som under hösten 2020 påbörjade byggnation av ett bostadsområde med hög hållbarhetsprofil. I de elva huskropparna som planeras vara inflyttningsklara 2022 kommer man att återanvända vattnet från dusch och handfat för att spola toaletter (Holm & Schulte-Herbrüggen, 2021 och Frihammar & Barup, 2021).

Det kommer installeras ett separat system i varje huskropp och två 3 m³-tankar kommer att placeras under respektive byggnad. Vatten från dusch och handfat kommer att ledas genom separata ledningar ner under huset där det renas och lagras tills det används för toalettspolning. Det kommer finnas möjlighet att fylla på lagringstankarna med dricksvatten om den återanvända vattenvolymen är otillräcklig. Investeringskostnaderna per huskropp förväntas öka med 500 000-1 000 000 kr per huskropp, framför allt till följd av de separata ledningssystemen (Frihammar & Barup, 2021).

Junehem valde att satsa på återanvändning istället för användning av dagvatten, vilket de också funderade på, då de ansåg att det skapade svåra frågor kring VA-debiteringssystemet. Dagvatten kommer däremot att samlas in utomhus och användas till exempelvis bevattning samt tvätt av cyklar och sedan ledas till dagvattensystemet. Junehem tipsar om att i god tid kommunicera med kommunen då de flesta frågor löses med dialog (Holm & Schulte-Herbrüggen, 2021).

Att installera system för återanvändning av vatten i ett bostadsområde är än så länge sällsynt i Sverige. Systemet har stora miljömässiga fördelar och det är ett intressant bostadsområde att ta del av erfarenheter från, både avseende driftaspekter och användarupplevelser.

6.6.5 Tävlingar

6.6.5.1 Markanvisningstävling i Lund (Brunnshög)

Hösten 2020 till våren 2021 genomfördes en markanvisningstävling för tre byggrätter i Brunnshög i Lund. En jury betygsatte bidrag utifrån innovation, hållbarhet och arkitekturval och slutligen var offererat pris utslagsgivande. Ett av kriterierna omfattade vilka lösningar man använde för att se på vatten som resurs. Det var ett stort intresse för tävlingen och hård konkurrens då 50 anbud lämnades in för de tre byggrätterna. De tävlande fick beskriva vad de skulle göra om de erbjöds byggrätten genom ett formulär och inte genom arkitektritningar (Lunds kommun, 2021).

Olika typer av tävlingar är alternativa och uppmuntrande metoder för att uppnå hållbarhet. Genom denna markanvisningstävling möjliggjordes kravställning med avseende på vattenhantering i bostadsområdet. Detta uppmuntrar till innovativa och hållbara lösningar, vilket kan vara svårt att uppnå utan tävlingsmomentet.

7. Vattensnål rengöring och återanvändning av vatten i livsmedelsindustrin

För att öka medvetenheten och kunskapen om hur de skånska industrierna kan minska sin vattenanvändning höll Region Skåne tillsammans med RISE ett lärnätverk den 9-10 november 2021. Lärnätverket hölls som två halvdagar där den första dagen hade tema Vattensnål rengöring och den andra dagen Återanvändning av vatten. Fokus var skånsk livsmedelsindustri och de utmaningar och möjligheter de ställs inför. Nedan följer en kort summering av de föredrag som hölls. Alla presentationer finns på www.utveckling.skane.se och där finns också de inspelade föredragen.

7.1 Vattensnål rengöring

7.1.1 Vad säger kommande lagstiftning? (RISE)

RISE presenterade nuvarande och kommande lagstiftning kring rengöring i livsmedelsindustrin. Livsmedelslagstiftningen syftar främst till att skydda konsumenterna genom att se till att livsmedel är säkra. Många krav i EG-förordningarna beskriver ett mål utan att exakt specificera hur saker och ting ska göras. Det ger utrymme för flexibilitet, men det blir svårare att veta hur man bäst uppfyller de lagstadgade kraven.

7.1.2 En diskrobot i världsklass (RISE)

RISE presenterade sitt forskningsprojekt om att utveckla en diskrobot. Bakgrunden är att arbetet med rengöring i livsmedelsindustrin är tungt och monotont och många väljer att sluta sin anställning efter bara en kort tid, medelanställningen är 3,5 månad. Projektet är ett samarbete mellan med ABB, Lagafors samt Fraunhofer och finansieras av Formas. Arbetet består av att utveckla en robot som kan utföra vanligt rengöringsarbete i livsmedelsindustri. För att kunna göra detta behöver först arbetet systematiseras och man behöver beskriva arbetsmomenten och förklara när något är rent respektive smutsigt. En testmiljö har byggts upp för att i ett senare skede kunna testa roboten. Parallellt kommer en digital tvilling skapas för att simulera rengöring digitalt.

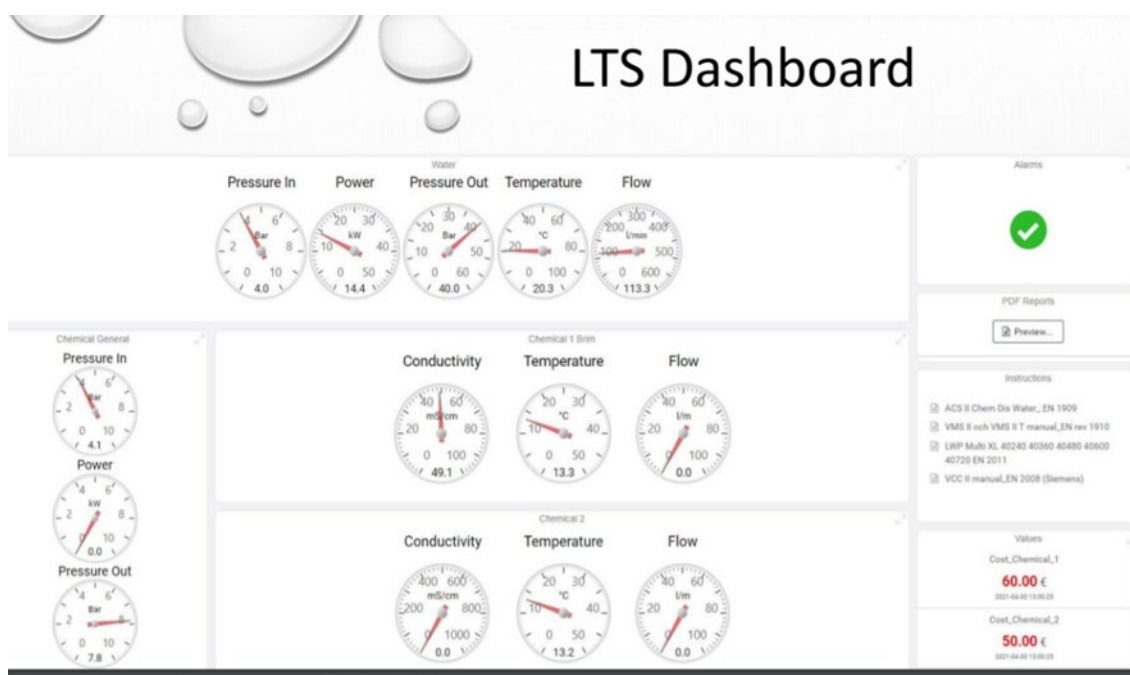
I framtiden tror Sven Isaksson, som leder projektet, att roboten kommer jobba tillsammans med en person. Rengöring är så komplext att det är svårt att utveckla en robot som är helt självgående.

7.1.3 Mätssystem för vattensnål rengöring (Lagafors)

Lagafors presenterade sitt loggningssystem LTS (LogTrace System) och beskrev fördelar med att mäta sin rengöring, vilka bland annat är:

- Loggning
- Spårbarhet
- Mätbarhet
- Dokumentation
- Larm för olika parametrar
- Konsumtionsrapporter
- Kostnadsrapporter
- Hygienkvalitetskontroll

Genom att få kontroll på samtliga parametrar kan man få repeterbarhet och kan optimera användning av vatten och kemikalier. Alla parametrar presenteras i en dashboard (instrumentpanel) som visar de aktuella parametrarna, se figur 19.



Figur 19. Skärmdump av Lagafors LTS Dashboard.

7.1.4 Vattensnåla industridiskmaskiner (Granuldisk)

Granuldisk presenterade sin teknik för vattensnål rengöring. Granuldisk tillverkar utrustning för storkök. I sina produkter har de ett granulat som hjälper till att avlägsna matrester på ett effektivt sätt vilket minskar behovet av vatten och kemikalier. Granulerna fungerar bäst om köksutrustningen

inte blötläggs vilket minskar vattenbehovet genom minimering av förskölj. Granulerna minskar också kemikaliebehovet.

7.1.5 Möjliggörande av vattenbesparande rengöring, från teknik-leverantörens synpunkt (Kärcher)

Kärcher presenterade olika tekniker som kan minska vattenanvändningen.

En metod är isblästring med hjälp av koldioxid. Maskinerna fungerar genom följande funktioner:

- Mekanisk: Torrspellets skjuts ut ur munstycket och träffar ytan med en hastighet på 150 m/s.
- Temperatur: Den låga temperaturen (-79°C) skapar en “micro-thermal shock” vilket gör att föroreningen krackelerar och släpper.
- Sublimering: När pelletsen återgår till gasform ökar dess volym 700 gånger och närmast spränger loss föroreningen.

Kärcher slog också ett slag för sopmaskinen som utvecklats mycket de senaste åren och som kan ge en mycket god grovrengöring, helt utan vatten. Kärcher påminde även om att använda eco-inställningen på olika maskiner som ett enkelt första steg för att spara vatten helt utan nya investeringar.

7.2 Återanvändning av vatten i industrin

7.2.1 Mikrobiologiska risker vid återanvändning av vatten (RISE)

RISE presenterade mikrobiologiska risker vid återanvändning av vatten och inledde med att repetera att mikroorganismer är bakterier, svampar (jäst och mögel), protozoer, alger och virus. Det är viktigt att komma ihåg att det finns både goda och onda mikroorganismer. De goda organismerna ger god lukt och smak till livsmedel medan de onda kan ge upphov till sjukdomar. Källor till mikroorganismer kan vara personal, råvaror, utrustning eller vatten och de kan spridas på många olika sätt, exempelvis via luft, vatten och processutrustning. Tillväxten av mikroorganismer beror på omgivningen då olika organismer trivs under olika förutsättningar. Faktorer som kan påverka är temperatur, pH, syre och tillgång på näring med mera. Det är viktigt att förstå att återanvändning av vatten innebär en risk.

7.2.2 Vattenkartläggning som möjliggörare för vattenbesparing och återanvändning (RISE)

RISE presenterade metodiken för vattenkartläggning och dess potential för vattenbesparing och återanvändning. Vattenkartläggning beskrivs mer i detalj i kapitel 4 i denna rapport.

7.2.3 Desinfektion med hypoklorsyra (Anolytech)

Anolytech presenterade sin teknik för att tillverka hypoklorsyra för desinfektion av vatten. Hypoklorsyra kallas också för hypokloritsyra och är en svag syra som bildas när klor löses i vatten. Klorin är en känd produkt som innehåller natriumhypoklorit. Anolytech har utvecklat en produkt där hypoklorsyra tillverkas på plats hos kunden i stället för att köpas färdigtillverkad.

7.2.4 UVC-LED möjliggör återanvändning av vatten (Watersprint)

Ultraviolett ljus förekommer i olika våglängder och frekvenser. UVC ljus (med våglängd 200-280 nm) används för desinfektion då det deaktiverar DNA and RNA hos alla bakterier, virus och andra patogener. Deaktiveringingen inhiberar mikroorganismens möjlighet att föröka sig.

Tidigare har kvicksilver använts för att skapa UVC ljus men idag har tekniken utvecklats och UVC LED produceras idag utan kvicksilver. Watersprint använder speciella dioder för att skapa UVC ljus och har skapat ett eget system med dessa tillsammans med patenterad reaktordesign och ett unikt sätt att kontrollera vattenflödet.

7.2.5 Membranfri filtrering av joner för förbättrad vattenkvalitet i livsmedel, bevattning och återvinningsprocesser (Avsalt)

Avsalt presenterade sin teknik för membranfri filtrering av joner. Systemet använder porösa elektroder i kol. Systemet är under utveckling och kommer enligt plan finnas till försäljning under 2023, se tabell 5.

Systemet har testats på Stena Recycling under 2021 för att göra funktions-test på industriella avloppsströmmar. Under 2022 kommer ytterligare fält-försök göras innan produkten lanseras för försäljning under 2023.

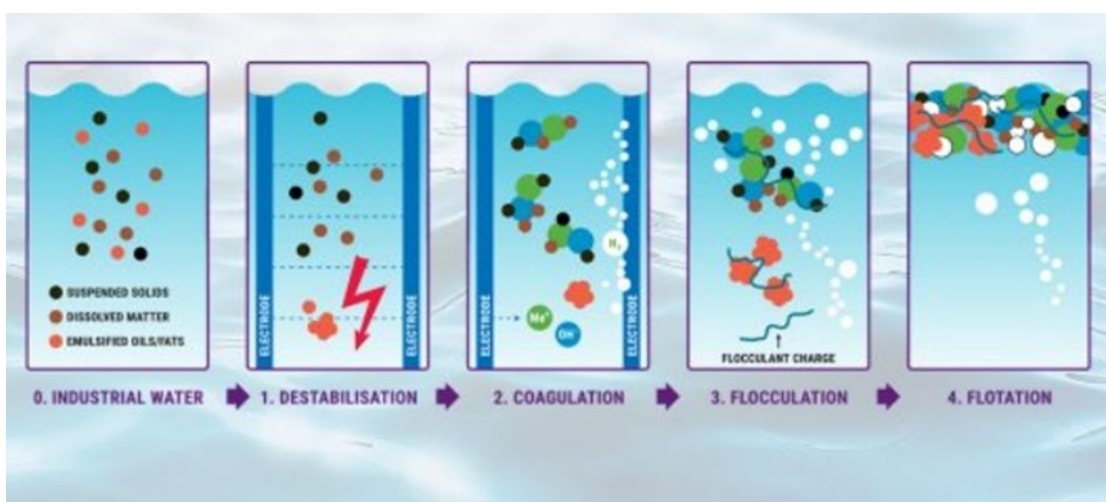
Tabell 5. Benchmark av Avsalts moduler.

Systemets process och kostnad	Avsalt – liten modul	Avsalt – 2x stor modul
Vattenvolym (m ³ /dygn)	3,4	23,5
Energiförbrukning (Wh/m ³)	650	650
Kostnad ungefärlig (SEK)	6 000	40 000

Avsalt är designat för avsaltning av bräckt vatten men kan också avsalta industriella restflöden som för Stena recycling. Vattnet kan, efter filtrering, användas för exempelvis livsmedel, bevattning och återanvändningsprocesser.

7.2.6 Möjliggörande av vattenåteranvändning med hjälp av elektrokemi (Axolot Solutions)

Axolot Solutions tillverkar teknik för rening av avloppströmmar för flöden 1-50 m³/h. Tekniken baseras på elektrokoagulering och används för att rena flöden från till exempel suspenderat material, metalljoner, emulgerade oljor och fosfor. Tekniken bygger på att föroreningar destabiliseras genom elektricitet och därefter koagulerar och flockuleras. Det flockulerade materialet kan sedan avskiljas från det rena vattnet, se figur 20.



Figur 20. Principen för Axolot Solutions teknik.

7.3 Slutsatser

Presentationerna från lärnätverket visar på de svårigheter men också den potential som finns inom området vattenbesparing. Svårigheterna beskrivs till exempel i föredraget om mikrobiologiska risker. Det är angeläget att spara på resurserna men det får aldrig gå ut över kvalitet och säkerhet. Därför är det viktigt att ha kunskap om de lagar som gäller för branschen men också om de tekniker som finns tillgängliga för vattenbesparing.

Ett lärnätverk är ett tillfälle att få ta del av den kunskap som finns inom området och på sätt ge möjlighet till vattenbesparing. Tanken med ett lärnätverk är att ge deltagarna möjlighet att både lyssna på föredrag och få en chans att ställa frågor och diskutera.

För mindre företag med unika produkter är det viktigt att kunna delta i olika arrangemang för att få spridning för sina koncept. En variation av sammanhang ger större möjlighet att få spridning för sitt budskap och sin produkt. Ett lärnätverk är ett bra komplement till exempelvis mässor. Genom att även inkludera kunskapshöjande föredrag ökar den bakomliggande kunskapen i branschen och ger ett mervärde för deltagarna.

Under normala omständigheter så är det givetvis en fördel att kunna prata direkt med intressanta föredragshållare för att få reda på mer om respektive produkt. Nätverk med en nischad publik ger möjlighet för utbyten av erfarenheter med personer som arbetar inom samma område. Under rådande omständigheter var detta corona-anpassade digitala event ett mycket bra tillfälle att sprida och få information.

Möjlighet gavs att ställa frågor till alla föredragshållare och åhörarna ställde många intressanta frågor men inte i samma omfattning som man skulle kunna förvänta sig på ett "fysiskt" event. Det är angeläget att inte sluta hålla denna typ av event trots begränsningar, en lärdom att ta med sig är dock att det är svårt att få till riktigt bra diskussioner och frågestunder, även om moderatören uppmuntrar och ger möjligheter.

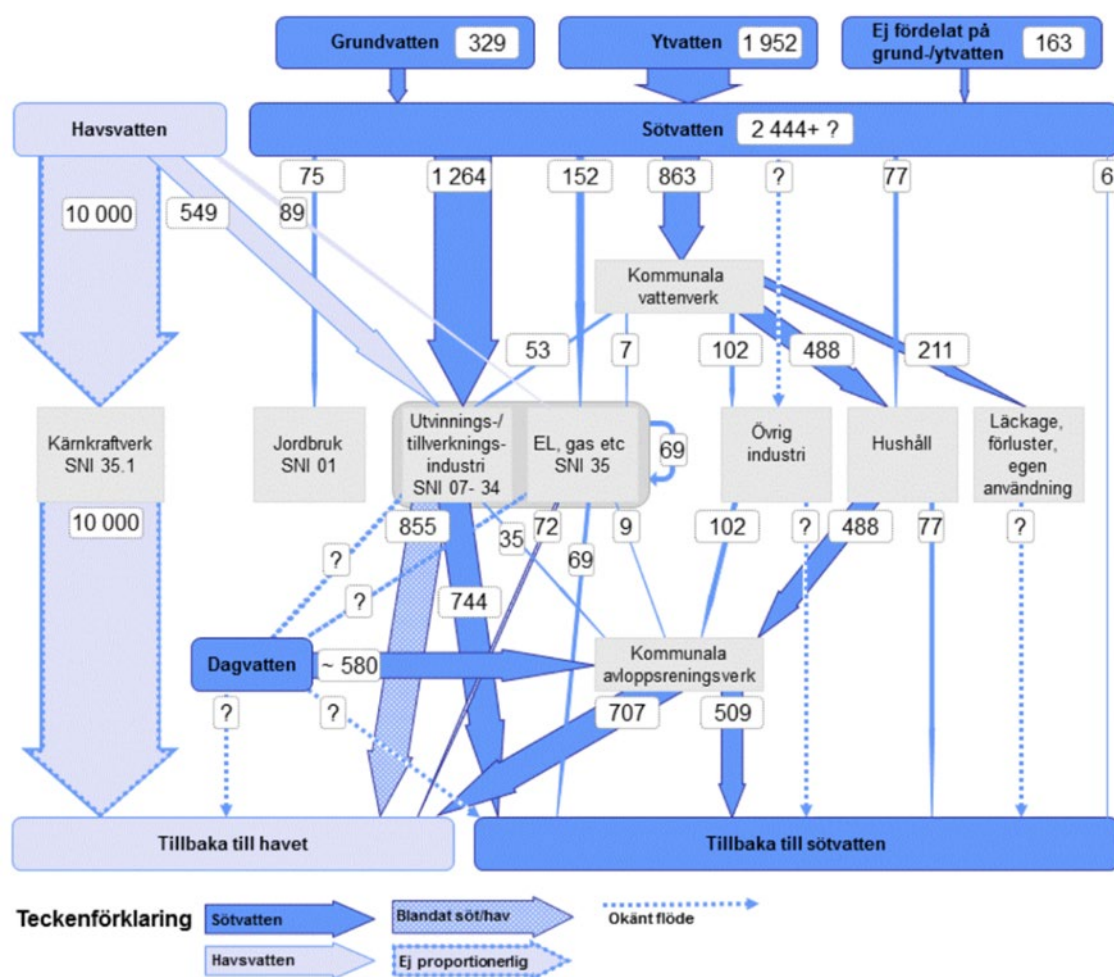
8 Vatteneffektiv bevattning i lantbruket

Bevattning i jordbruket är ett sätt att säkerställa hög och jämn skörd, liksom god kvalitet på grödan. I områden med försommartorka är bevattning en förutsättning att få skörd över huvud taget, framför allt på lättare jord och med grödor som har grunt rotsystem. Grönsaker som odlas på frilandsodling, potatis samt vall är exempel på grödor som vattnas i större utsträckning. För vissa grödor är bevattning ett måste för att ens vara lönsamma att odla. Bevattning möjliggör också bättre växtnäringsutnyttjande. I vissa regioner är det vanligare med bevattning än i andra regioner på grund av nederbördsförhållandet. Genom klimatförändringarna räknar man med att torkperioder blir vanligare förekommande under odlingsäsongen, även i områden som tidigare inte haft problem med torka. Det ska tilläggas att för mycket vatten är ett generellt större problem än för lite vatten. För att kunna odlas effektivt behöver åkermarken ofta avvattnas, dräneras. Detta arbete är avgränsat till bevattning och utmaningar kopplat till vattenbrist varpå dränering och utmaningar vid för mycket vatten inte omfattas.

7.1 Utmaningar och möjligheter

Jordbruket är en av de största vattenanvändarna i Sverige. Den totala mängd vatten som går genom åkermarken kan grovt uppskattas till 12 500 miljoner m³, räknat på en genomsnittlig årsnederbörd om 500 mm och ca 1 000 000 ha spannmål, 1 000 000 ha vall samt 500 000 ha övriga grödor. Grödornas behov av vatten bedöms i genomsnitt vara 300-400 mm/ha för normal tillväxt, vilket ska tillgodoses under vegetationsperioden. Det gör jordbruket till den största användaren av sötvatten i Sverige, vilket dock normalt inte nämns i statistik för vattenanvändning i Sverige, se figur 21.

Vattenflöden i teknosfären, miljoner kubikmeter
Water flows in the technosphere, million cubic meters



Källa:SCB

Figur 21. Vattenflöden i Sverige. Jordbrukets del för bevattning och djurhållning beräknas till 75 Mm³ vatten per år. Dock är endast jordbrukets artificiella vattenanvändning med i statistiken. För grödornas behov åtgår ca 10 000 Mm³ söt-vatten, vilket motsvarar mängden vatten som kärnkraften använder i form av havsvatten. Källa: SCB 2017, Vattenanvändningen i Sverige 2015.

Den artificiella vattenanvändningen i jordbruket är mycket mindre. Enligt Jordbruksverket (2018) använder jordbruket ca 3% av den totala vattenanvändningen i Sverige, motsvarande ca 75 miljoner m³. Av det utnyttjas ca 65% för bevattning och resterande del, ca 35%, för djurproduktion. Av den bevattnade delen står Skåne för majoriteten av det vatten som används, upp till 60%. Det är viktigt att belysa att rättvisa jämförelser av vattenanvändning mellan branscher är svåra att utföra. Det är skillnad mellan ett förbrukat vatten i lanbruket i jämförelse med industrin. Ett förbrukat vatten i industrin kräver ofta omfattande rening före utsläpp kan ske till en recipient

(mottagande vatten). Ett förbrukat vatten (bevattning) i lantbruket kan direkt nyttjas eller transporteras vidare genom att exempelvis fångas upp av mikroorganismer, annan vegetation än grödorna eller filtrera ner till grundvattnet eller till närliggande ytvatten.

8.1.1 Utmaningar

Ett generellt problem för jordbruket är att nederbörden inte är jämnt fördelad under vegetationsperioden och inte heller mellan åren. Detta innebär att lantbrukarna inte vet hur vattentillgången ser ut inför och under en odlingssäsong. Det är även skillnader i mängden nederbörd beroende på vilken geografisk lokal man befinner sig i. Därför kan det krävas att lantbrukarna säkerställer att det finns tillräckligt med vatten för grödorna under växtsäsongen genom bevattning.

Bevattning av fält i lantbruket har gjorts i många decennier. Det som under senare år har förändrats är möjligheten och kostnader för att få tillgång till en vattenkälla. Det är också fler som vill ta ut vatten, främst i tider då det är brist på vatten. Konkurrens om vatten har därmed ökat. Kraven på hur stort uttag av vatten som kan/får göras har även ökat för att minska risken för negativ påverkan på ekosystemet i vattendragen eller i mark och omgivning som är beroende av det vatten som tänkt användas till bevattning. Dessutom verkar klimatförändringarna för extremväder, det vill säga fler och längre torrperioder som måste hanteras liksom häftigare nederbörds mängder som även de måste hanteras. En förutsättning för att bevattna grödor är att det finns möjligheter att ta vatten på ett rimligt avstånd från de fält som ska bevattnas och i tillräcklig mängd. Behovet av god vattneffektivitet har därmed ökat.

8.1.2 Möjligheter

I grunden är det för många lantbrukare ett beslut om att bevattna eller inte som är avgörande vid val av gröda då vissa grödor som kräver bevattning inte är aktuella om möjlighet till detta saknas. Detta gäller främst grönsaker på friland och potatis. För andra grödor är det tveksamt om bevattning är lönsamt och för vissa är det direkt olönsamt att investera i bevattningsteknik. Odlingskostnaderna är tillsammans med avkastning och avsalupris avgörande för om det går att odla och investera i bevattningskapacitet.

Vattneffektiv och energibesparande bevattningsteknik finns och börjar komma i allt större utsträckning. En enkel åtgärd att minska förlusterna, avdunstningen, vid bevattning är att bevattna endast nattetid vid hög solinstrålning dagtid. Men det kräver betydligt högre bevattningskapacitet som

kostar tid och pengar. Det finns även teknik och beslutsstöd som bidrar till optimering av bevattningen inom fält vilka ger information om hur och när det fördelaktigt att bevattna. Dessa lösningar är dock inte alltid enkla att använda utan de kräver arbetstid att sätta sig in i och förstå hur de fungerar utifrån egna förutsättningar.

Utöver själva bevattningstekniken är möjligheten att lagra vatten i dammar en lösning för att minska uttaget av tillgängligt vatten under odlings-säsongen. Då kan regn och dräneringsvatten samlas under perioder med överskottsvatten.

8.2 Bevattningsteknik

Bevattning syftar främst till att kunna upprätthålla produktionen även i perioder med underskott av vatten. Det kan också vara den enda möjlighet att producera vissa grödor då nederbörden inte räcker till.

En bevattningsanläggning är enkel och beprövad teknik och består av en pump, rör/slang för vattentransport och en bevattningsmaskin. Beroende på behovet av bevattningskapacitet kan en eller flera pumpar och bevattningsmaskiner användas i ett större bevattningssystem för att få den kapacitet och areal man önskar.

Bevattningstekniken i världen ser lite olika ut. De två främsta metoderna är översvämningsteknik som mestadels utnyttjas i områden för risodling samt pivot/linear-bevattning som bygger på pumpning av vatten till en lång ramp med spridare fördelade längs rampen. Dessa bevattningssystem kan bara bevattna den yta som de är uppförda på, men kräver i gengäld ingen manuell förflyttning då de genom stor ramplängd kan de täcka ett stort fält (delar av stort fält) eller flera mindre fält.

Den rådande tekniken i Sverige är i huvudsak baserad på bevattningsmaskiner som består av pump, framledningsrör, flyttbara bevattningsmaskiner med slangupprullare och spridare. Bevattningsmaskinen placeras i änden av fältet och spridaren dras ut med hjälp av traktor. Vid bevattningen drar slangvindan in spridaren som efter varje bevattningsdrag manuellt måste förflyttas till ny del av fältet. Tekniken med bevattningsmaskiner för bevattning är i sig enkel och kan anpassas efter behov från små till stora fält. De kräver dock passning och förflyttning under bevattningsperioden.

8.2.1 Pump

Hjärtat i en bevattningsanläggning är bevattningspumpen/-arna. Den/de placeras vid vattenkällan och kan komma att pumpa vattnet långa sträckor

till de fält som ska vattnas. Dessa drivs av elmotorer, en stationär dieselmotor eller av en traktor. Företrädevis används elmotorer för bättre driftsekonomi. För att minska energibehovet och styra kapaciteten efter behov är en frekvensstyrd elmotor att föredra. Den kan då anpassa trycket för att få det flöde man önskar genom att ändra motorvarvtalet, vilket är en viktig energibesparande åtgärd. Detta minskar också risk för tryckstötter i systemet vid till-/frånslag av en bevattningsmaskin i bevattningssystemet, liksom att det håller ner strömrusning vid start av pump.

8.2.2 Traditionella indragningsmaskiner

De vanligast förekommande maskinerna har varit, och är, indragningsmaskinerna, se figur 22. Med fasta rörsystem kan en eller flera spridare kopplas in på olika platser för att täcka önskade fält eller delar av fält. Spridaren är monterad på en släde som dras in till bevattningsmaskinen genom att slangen lindas upp på en trumma som med vattentrycket drar in släden/spridaren. Släden kan bara dras in i linje mot maskinen. Indragningsmaskiner kräver förflyttning mellan dragen och mellan fälten vid bevattningen. Det gör dem relativt arbetskrävande under bevattningssäsongen. Önskvärt är att lägga lagom giva efter behov, men för att minimera flytt av maskinerna läggs oftast en större giva vid bevattningen. Stora givor medför risk för erosion och avrinning på fältet om det lutar. Fårer eller bäddar som exempelvis vid potatisodling ökar risken för avrinning. Skulle regn falla in på en bevattning riskerar grödan att dränkas. Därför är en fungerande dränering också viktig. Lägre giva medför tätare förflyttning, men en mer anpassad giva efter behovet.



Figur 22. Vanligast förekommande bevattningsmaskiner placerar slangtrumman vid fältkanten. Spridaren dras rakt ut i fältet och vid spridningen drar slangtrumman tillbaka spridaren med hjälp av vattentrycket och rullar upp slangen på trumman. Källa: www.vibyteknik.se

En annan variant är de självgående maskinerna som har spridaren monterad på maskinen och drar in sig själv, se figur 23. När maskinen dras ut läggs slangen längs spåret och vid vattenspridningen följer maskinen slangen hela vägen tillbaka och på så sätt drar in sig själv med hjälp av vattentrycket. Därigenom kan maskinen följa fältkonturer i de fall fälten inte är rektangelformade.



Figur 23. En självindragande maskin bär både slang och spridare på maskinen. När maskinen dras ut läggs slangen längs spåret och vid spridningen följer maskinen slangen hela vägen tillbaka. Därmed kan spridaren följa fältkonturer eller runda hinder i fält. Källa: www.agrometer.dk

8.2.3 Spridare

Med spridare fördelas vattnet med hjälp av vattenflödet. Vanligaste spridaren är någon form av så kallad kanon, se figur 24. Med hjälp av vattenflödet och mekanik roteras spridaren så vattnet fördelas över en större yta. Framdragningshastigheten i förhållande till vattenflödet bestämmer givan. Genom begränsningar och sektorjusteringar fördelas vattnet vanligen i en halvmåne bakom spridaren. För att täcka så stor yta som möjligt, stor arbetsbredd, är stor kastvidd önskvärt. Det finns kanoner som når upp till arbetsbredd på ca 100 meter. Vanligen anpassas kastvidden till de körspår som odlaren använder, vilket oftast är multiplar om 12 meter, dvs 24, 36, 48, etc.

En nackdel med kastspridarna är att vattnet kastas högt och långt varvid det finns risk att vinden fångar upp vattendropparna och påverkar spridningsbilden negativt. Vindavdriften gör att vattnet fördelas ojämnt på fältet. Även avdunstningen riskerar öka med kastspridarna i förhållande till teknik som

kan fördela vattnet i jorden eller i skydd av grödan, framför allt om bevattningen sker dagtid med stark solinstrålning och vind. För de stora kastvidderna krävs också att pumpen kan leverera vatten vid höga tryck, vilket kräver mycket energi.



Figur 24. Spridarkanon med sektorjustering för önskad kastvidd, arbetsbredd. Källa: www.vibyteknik.se

För att minska vindkänsligheten och behovet av högt tryck kan bevattningsmaskinen förses med en spridarramp istället för kanon, se figur 25. Med spridarrampen fördelas vattnet närmre grödan och från många spridarmunstycken, istället för en kanon. Lägre höjd minskar vindkänsligheten och tack vare ett lägre tryck för att fördela vattnet minskar också energiförbrukningen. Även ramperna kan nå arbetsbredder på över 70 meter. Har fältet fasta hinder som exempelvis ledningsstolpar kan det vara ett problem att använda bevattningsramperna. En kombination av mindre spridarramp och riktade spridare som i respektive ytterända fördelar bredare gör spridaren lättare att hantera och kan vara smidigare om det finns hinder i fält som ska tas hänsyn till.



Figur 25. Med en spridarramp kommer fördelningen av vatten att ske närmre grödan och från många spridarmunstycken. Det gör att risken för negativ inverkan av vinden minskar, liksom energiförbrukningen genom behovet av lägre pumptryck. Källa: www.ostorpsbevattning.se

8.2.4 Pivot/lateral

En pivot/lateral bevattningsanläggning är en fast anläggning och består av en enda stor ramp som kan vattna ett helt fält på en dag, se figur 26. Storleken på anläggningen bestäms utifrån fältstorlek och arrondering samt vattenkällans kapacitet och placering. Idag finns det centerpivotanläggning som kan vattna 50 ha på en dag, men inget hindrar ännu större anläggningar vid rätt förutsättningar. Rampen är uppbyggd med hjälp av ett antal spann som bärs upp av en ramkonstruktion. Varje spann har ett hjulställ i yttre änden som driver anläggningen framåt. En fördel är att bevattningsanläggningen inte behöver flyttas manuellt under bevattningen. Dessutom kan maskinen vattna hela arealen som den är avsedd att användas på under ett dygn. Det möjliggör en bättre anpassning av bevattningen efter aktuellt behov i mark/hos gröda.



Figur 26. Exempel på ramp för Pivot/Lateral bevattningsanläggning med spridare fördelade längs rampen. Många små spridare medger låga tryck och mindre vindkänslighet. Källa: www.vibyteknik.se

I en pivot-anläggning roterar rampen runt centrum där den ansluter till stamledningen och förses med vatten. Genom en eller flera sammankopplade spann kan anläggningen anpassas efter fältstorleken. Genom att göra yttre spann vinklingsbart och/eventuellt genom att ha en spridare längst ut på rampen kan en pivot-anläggning täcka hörn (Corner) även i oregelbundna och fyrkantiga fält.

Till skillnad från centerpivotanläggningen rör sig en linjäranläggning parallellt fram och tillbaka över fältet som den är avsedd att bevattna. Rampen förses med vatten längs en långsida via öppet dike eller slangledning, se figur 27. Rampkonstruktionen behöver därmed vara längre för att förse samma yta med vatten som en centerpivotanläggning.



Figur 27. En linjärmaskin kan förses med vatten genom slang som släpas med längs fältkanten. Källa: www.vibyteknik.se

Anläggningarna är stationerade på ett och samma ställe vilket gör att de kan vattna kontinuerligt varje dag. Det medger små bevattningsmängder som kan anpassas efter det faktiska behovet. Kontinuerligt fuktig gröda och värme kan dock medföra ökad risk för svampangrepp.

8.2.5 Droppbevattning

Droppbevattning har förutsättningar för att vara resurseffektiv med avseende på både vattenanvändning och energianvändning. I och med att droppslangarna fungerar med låga tryck, till skillnad mot bevattningsmaskinerna med sina kanoner, är effektbehovet för att pumpa ut samma mängd vatten lägre vid droppbevattning. Vid droppbevattning läggs slangar ut längs med odlingsraderna. Slangarna är försedda med små hål så att vattnet appliceras, droppas, direkt på marken. Det kan också med fördel ske i skydd av grödan om den är täckande eller av jorden i det fall slangen täckts av jord i samband med utläggningen, se figur 28.



Figur 28. Droppslang placerad mitt i dubbelraden vid lökodling. Källa: Per-Anders Algerbo

I och med att slangarna är försedda med många små hål kan partiklar komma in i dropphålen och sätt igen slangarna. Även vattenkvaliteten vid källan är viktig där både partiklar och alger kan komma med i systemet med igensättning av droppslangar som följd. Filter som enligt figur 29 sitter på de båda avdelningarna som matas från samma vattenkälla är viktiga för att minska risken för igensättning.



Figur 29. Matarledning med styr och kontrollenhet samt filter för två skilda droppbevattningsavdelningar. Källa: Per-Anders Algerbo

Fördelen med droppbevattningen är att vatten kan tillföras dagligen och hela fältet kan bevattnas på en gång. Med tekniken kan vattnet också fördelas jämnt över hela fältet, då den har fördelen att inte påverkas av vinden vid bevattningen. Men att anpassa givan efter olika behov inom fältet är däremot svårare. En stor fördel är att förlusterna, avdunstning, kan reduceras då vattnet tillförs i skydd av plantan eller till och med under jord. Avdunstningen minskar genom att man undviker att fördela vattnet över grödorna som då bli liggande på bladytorna och därmed bli exponerade för sol och vind. Ytterligare en fördel skulle kunna vara att grödan inte ständigt är fuktig även om bevattningen sker dagligen, vilket kan vara bra ur växtskyddssynpunkt

Tekniken är förhållandevis mer arbetsintensiv, framför allt i samband med utläggning av droppslangarna, liksom vid uppbyggnaden av dem. Den kostar också mer än både traditionella bevattningsmaskiner och pivotanläggningar, vilket gör att den kräver högre merskördar för att bli lönsam. Under säsongen har den fördelen att, som pivotanläggningarna, inte kräva arbete för att flyttas utan endast kontroll och styrning så att rätt giva läggs och att den inte sätts igen i droppslangarna. Även om droppbevattning funnits länge är de fortfarande inte vanligt förekommande för de vanliga fältgrödorna och i frilandsodling på stora arealer, utan förekommer främst i växthusodling, plantskolor och i bärodling på mindre ytor. Men droppbevattning provas på frilandsodling i lök av HIR/HS Skåne tillsammans med odlare för att testa och utvärdera systemet, liksom för att optimera bevattningen.

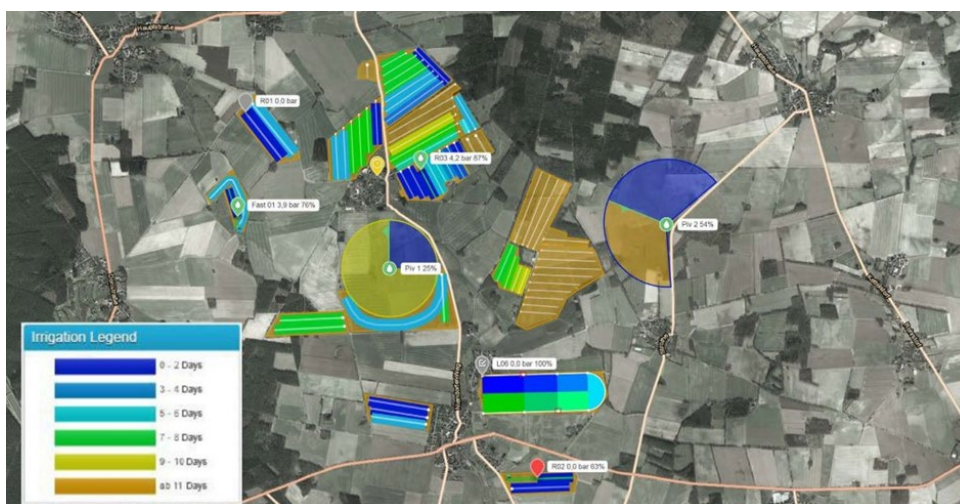
8.2.5.1 Vattenkvalitet

För bevattning av de stora fältgrödorna är vattenkvaliteten sällan ett problem. Smittspridningen av Salmonella, E.coli och andra sjukdomsframkallande mikroorganismer är oftast begränsad i samband med bevattning. Det är främst vid bevattning av grönsaker, bladgrönt, groddar med mera som är avsett för direktkonsumtion utan tillagning som problem förekommer. Om ytvatten ska användas för bevattning senare än två veckor innan skörd är rekommendationen enligt Livsmedelsverket samarbetsrapport 2019 att ett provtagningssystem utformas. Likaså påpekas att dammvatten bör samlas höst, vinter och vår och kan komma att behöva renas innan bevattningen.

8.2.6 Kontroll/styrning/beslutsstödsystem

För att vattna effektivt och hushålla med vatten finns idag möjligheter att för både traditionella bevattningsmaskiner och för pivot-/lateralmaskiner styra och kontrollera bevattningen efter behov mellan fält, men också inom fält.

I bevattningssystem med många maskiner blir det svårt att hålla koll på var maskinerna är, när det är dags att flytta, faktisk giva med mera. Här är behovet stort att kunna övervaka och styra maskinerna så de ger rätt giva, stänger av och meddelar när de är framme vid fältkant och kan anpassa kapaciteten så att förflyttningen sker vid önskad tidpunkt och därmed kan exempelvis nattarbete undvikas. För detta ändamål finns utvecklade system, där bevattningsmaskinerna kan kontrolleras och styras med hjälp av applikationer i telefon eller dator, se figur 29. Raindancer, RiC online och SmartNnet är ett exempel på kontroll/styrssystem som tillhandahålls av bevattningsföretagen. En eller flera maskiner i bevattningssystemet visualiseras på en karta med positionerna av maskinerna. Det ges också information om respektive maskins status, vilken giva den ger, tidpunkt för förflyttning med mera. Med programvaran kan exempelvis körschema ställas in om när och hur ofta, vilka givor ska ges på fältet och hur sektorer med mera ska användas. Utifrån fältkartor kan också maskinerna automatiskt ställa in kantspridning så de vattnar inom fältkanterna och undviker eventuella hinder. Styrsystemen kan genom att öka och minska indragningshastigheten via tryck/flöde variera vattengivan på fältet. Vanligast är att man vill ha högsta möjliga framföringshastighet, det vill säga kapacitet, för att täcka så stor yta som möjligt med maskinerna och få så låga maskinkostnader som möjligt.



Figur 29. Rainsdancer är ett exempel på kontroll/styrssystem för att övervaka, kontrollera och styra en eller flera maskiner och pumpar i ett bevattningssystem. Källa: www.vibyteknik.se

Att mäta markfukt, tillsammans med temperatur, luftfukt, avdunstning och nederbörd är relativt enkelt, liksom att tillsammans med grödans status, jordart, mm beräkna vattenbehovet. Men det finns en viss risk med att förlita sig på få mätpunkter i och med att ett fåtal mätpunkter riskerar att ge en missvisande bild av förutsättningarna. Ännu större krav ställs det om bevattningen ska styras inom fält efter behov, vilket skulle vara vatten-effektivt. Med så kallade styrkartor, kartor som talar om för maskinen hur mycket vatten som behövs på varje del av fältet, kan maskinerna anpassa givan ännu bättre efter behovet, så kallad precisionsodling. Informationen till styrkartorna kan tas fram på olika sätt och göras till en styrfil som styrdatoren för bevattningsmaskinen kan använda. Indata till styrfilen kan baseras på jordartsvariationer, variationer i höjddata, satellitbilder som anger exempelvis torkstressvariationer, markfuktkartor framtagna med hjälp av sensorer inom fälten. Men att mäta variationer inom fält är svårt då det kräver många mätpunkter. Ännu svårare blir det när bevattningskapaciteten och förflyttningar av maskiner ska anpassa till bevattningsbehovet. Utveckling av beslutsstödssystem för när och hur mycket vatten som grödan behöver beroende på jordart, fältlutning, liksom variationer inom fält samt hänsyn till väderprognoser pågår för att ge brukaren bättre möjligheter att optimera vattenanvändningen.

8.3 Ekonomi

Det kostar att bevattna, men det kostar också att inte bevattna. Hur mycket är alltid en fråga om vilka förutsättningar som råder på den enskilda gården.

Gröda, avkastning, jordart, lokalisering (som påverkar normala nederbörds-
mängder och torkperioder), bevattningsstrategi och väderleksförhållandet
det aktuella året. För den som inte har någon bevattningsanläggning sedan
tidigare är det kanske intressant att kunna göra en enkel kalkyl för vad be-
vattning skulle kosta och jämföra med vad mervärdet av bevattning skulle
vara. Är det grödor som kräver bevattning för att kunna produceras, eller är
det för att säkra produktion vid år med onormala torkperioder? Det är bra att
ha förutsättningarna klara för att dimensionera bevattningsanläggningen.

8.3.1 Konventionell anläggning

Exempel på kostnader för bevattning med bevattningsmaskin för 100 ha och
25 mm vatten presenteras nedan (25-30 mm är ofta en vanlig engångsgiva
med bevattningsmaskin för att klara mellan 5 och 7 dagars vattenbehov,
längre vid spannmålsgrödor) (HS Skåne). Visas år krävs det flera bevatt-
ningstillfällen, andra år kanske ingen alls. Kostnaden för bevattningen av 100
ha beräknas enligt tabell 6 till ca 1 500 kr/ha för de fasta kostnaderna plus
300 kr i rörliga kostnader för varje bevattningstillfälle om 25 mm. Kost-
naden ska ställas mot den kostnad eller det intäktsbortfall som lägre skörd
medför på grund av vattenbrist. En optimering av vattentillförseln utifrån
grödans specifika behov varje enskilt år skulle kunna öka normskördarna,
men har hittills inte varit ekonomiskt försvarbart.

Tabell 6. Exempel på kostnader för bevattning med konventionell anläggning för 100 ha och 25 mm vatten. Källa: HS Skåne.

Investeringskostnad konventionell anläggning (100 ha)	
Bevattningsmaskiner (2 st)	700 000 kr
Elpump (55 kW) & anslutningsavgift	200 000 kr
Stamledning & hydranter 160 Ø (1200 m)	200 000 kr
Borra & tillstånd	400 000 kr
Total investeringskostnad	1 500 000 kr
Fasta kostnader	
Avskrivningar	52 500 kr
Ränta	18 750 kr
Underhåll	30 500 kr
Elnätsavgift (effektabonnemang 4 mån)	45 500 kr
Totala fasta kostnader per år	147 250 kr
Rörliga kostnader (per 25 mm)	
El	160 kr
Traktor & bränsle	70 kr
Arbete	70 kr
Total rörliga kostnader per 25 mm bevattning	300 kr

8.3.2 Pivotanläggning

Att fundera över inför en investering i en pivotanläggning är bland annat om det ska med hörnbevattningsmöjlighet (Corner), för att täcka oregelbundna fält och fälthörnor eller ej utifrån fältarronderingen, gröda och avkastning, se tabell 7.

Tabell 7. Exempel på kostnader för bevattning med pivotanläggning. Källa: HS Skåne

Investeringskostnad med Corner (50 ha)	2 000 000 kr
Enkel pivotanläggning (40 ha)	900 000 kr
Pivotanläggning med Corner (50 ha), fasta kostnader	
Avskrivningar	75 000 kr
Ränta	30 000 kr
Underhåll	41 500 kr
Elnätsavgift (effektabonnemang 4 mån)	45 500 kr
Kostnad/år	192 000 kr
Kostnad/ha	3 840 kr
Rörliga kostnader	150 kr/ha

8.3.3 Merskördar för break-even

Ett sätt att få en uppfattning om vilket skördebortfall som motiverar en investering i bevattningsanläggning är att jämföra investeringskostnaden mot skördevärdet. Vid en investering i en bevattningsanläggning krävs en merskörd, alternativt bibehållen skörd på grund av torkstress, för att det ska vara lönsamt enligt tabell 8. En viss merskörd kan erhållas varje år igenomsnitt beroende på att grödan får optimalt med vatten under tillväxtperioden. Ett enskilt torrår kan merskörderna vara betydligt högre. Exempel från HIR Skåne visar i tabell 8 vilken merskörd som krävs för pivot-anläggning respektive bevattningsmaskin för att investering i bevattningsanläggning ska vara lönsam.

Tabell 8. Skördevärde per gröda och bevattningsanläggning. Källa: HS Skåne.

Gröda	Pivot	Konventionell	Differens
Höstvete	2 760 kg	1 382 kg	1 378 kg
Oljevaxter	1 183 kg	592 kg	591 kg
Vårspannmål	2 587 kg	1 295 kg	1 292 kg
Sockerbetor	2 475 kg	1 489 kg	986 kg
Vall	3 416 kg	2 056 kg	1 360 kg
Stärkelsepotatis	6 405 kg	4 423 kg	1 982 kg
Morot	3 160 kg	2 182 kg	978 kg

8.3.4 Räkna själv

Med *Maskinkostnader 2021 – underlag och kalkylexempel*, som årligen ges ut i uppdaterad upplaga av Maskinkalkylgruppen kan man beräkna maskinkostnaden för egna maskiner. I maskinkalkylhäftet finns beräknade timkostnader för de flesta traktorer, skördemaskiner och redskap som används i lantbruket. För exempel på timkostnader för bevattningsmaskin, pump, rör och ramper är hämtade ur rapporten, se tabell 9. Med uppgifterna om timkostnader kan hektarkostanden för bevattningen beräknas. För beräkningen krävs uppgifter om användningen per ha som kostnaderna ska slås ut på. Arbetstiden kan variera beroende på gårdens förutsättningar, maskin-kapacitet, etc.

Tabell 9. Exempel på timkostnader för bevattningsmaskin, pump, rör och ramper. Källa: Maskinkostnader 2021

Produkttyp	Åter- anskaff- värde (kr)	Årlig använd (h)	Kalkyl- period (år)	Tim- kostnad (kr/h)
Bevattningsmaskin 63 mm, 300 m	100 000	500	12	38
Bevattningsmaskin 75 mm, 300 m	150 000	500	12	53
Bevattningsmaskin 90 mm, 300 m	200 000	500	12	63
Bevattningsmaskin 100 mm, 500 m	250 000	500	12	87
Bevattningsmaskin 110 mm, 500 m	350 000	500	12	117
Bevattningsmaskin 125 mm, 500 m	400 000	500	12	126
Bevattningsmaskin 110 mm, självgående, 850 m	400 000	600	12	
Bevattningspump, traktordriven	50 000	500	12	16
Bevattningspump, eldriven, 30 kW	130 000	500	12	36
Bevattningspump, eldriven frekvensstyrd, 55 kW	200 000	500	12	54
Rör, alum. 102 mm, per 100 m	12 000	500	15	3
Rör, PVC 110 mm, per 100 m	5 000	500	15	2
Rör, PVC 160 mm, per 100 m	10 000	500	15	3
Hydranter, per 100 m	2 500	500	15	
Ramp till bevattningsmaskin, 30 m	100 000	500	12	35
Ramp till bevattningsmaskin, 50 m	150 000	500	12	50

Faktorer för att beräkna rörliga kostnader baserat på 30 mm bevattningsgiva av 100 ha skulle kunna vara 50 kW pump, 50 m³/h och en bevattningsmaskin vilket ger en bevattningskapacitet på 3 ha/dygn enligt Gilbertsson, 2019. För spannmål ansågs två maskiner räcka kapacitetsmässigt vilket motsvarar 17 dygn per bevattning. Detta kan variera beroende på jordart och torkintensitet. För potatis eller andra mer vattenkrävande grödor kan det krävas dubbla kapaciteten eller mer.

Tabell 10. Faktorer för att beräkna rörliga kostnader baserat på 30 mm bevattning av 100 ha under 5 dagar. Källa: Gilbertsson 2019

Antal driftstimmar per dygn	18 timmar
Antal dygn per bevattning	17 dygn
Totalt antal driftstimmar	306 timmar
Elförbrukning	50 kW•306 timmar = 15 300 kWh
Elpris	87,5 öre/kWh
Arbetstid	1 timme/dygn
Arbetskostnad	222 kr/timme
Driftstid traktor	1 timme/dygn
Traktorkostnad	240 kr/timme

Ovan faktorer är hämtade från beräkningsexempel för både konventionell och ekologisk gård har gjorts av Isabell Gilbertsson i ett examensarbete 2019 vid SLU, Bevattning av spannmål – en ekonomisk analys. För 100 ha odling fördelat på höstvet, malkorn och havre visar kalkylen att höstvet är svagt lönsamt medan malkorn och havre är något olönsamma vid konventionell odling. För ekologisk odling är höstvet och malkorn lönsamma att bevattna medan havren är olönsam. I båda fallen är förutsättningen att vatten finns tillgängligt utan att behöva bygga damm. Men förändras förutsättningarna, vid exempelvis ökad torkstress på grund av ökad försommartorka, kan kalkylerna snabbt bli positiva. För den som redan har bevattningskapacitet för exempelvis potatisodling kan det vara mer lönsamt att vattna spannmål, om det tidsmässigt går att motivera användningen av bevattningsmaskinen.

8.4.2 Droppbevattning

Droppbevattning är en möjlig teknik som har förutsättningen att spara mer vatten än någon annan tillgänglig teknik. Detta då bevattningen kan ske med högre precision, kontinuerligt och med rätt mängd vatten utifrån behov, samt tillföras i mark utan sol- och vindexponering. Det finns dock inte någon standardanläggning att köpa än, även om det finns anläggningar i drift. En brukare som tillsammans med rådgivningen på HIR Skåne testat droppbevattning är Axel Isaksson, lantbruksansvarig på Almhaga gård. Bevattning är en förutsättning för odling av lök, vilket företaget specialiserat sig på, och totalt odlar de ca 300 ha lök. All odling sker inte på egen mark. För att klara av växtföljden byter de mark med grannar.

Än så länge är droppbevattningssystemet under utveckling och försök pågår för att förstå hur bevattningen ska genomföras. Hittills har skörderesultatet

varit varierande. För lökodlingen kunde skörden vara negativ med droppbevattningen -20-30 % i förhållande till konventionell bevattning. Fortsatta försök genomförs för att optimera droppbevattningen i tid och mängd för att förstå och förbättra resultatet. I växthus och bärodling är tekniken mer vanlig. Då handlar det om mindre ytor och grödor med större omsättning än traditionella fältgrödor.

8.4.3 Vattendamm

Bevattningsdamm är ett sätt att säkerställa vattentillgången, men också en möjlighet att använda överskottsvatten från exempelvis dräneringssystem eller från vattendrag vid perioder med stora flöden. Södervidinge Gård utanför Kävlinge, har satsat på vattendammar för att säkra produktionen. En hel del mark är lättare jord som har sämre vattenhållande förmåga. Odlingen består främst av främst sallad, baby leafs, men även andra grödor som vete och korn odlas. Just grönsaksodlingen med Babyleaf kräver bevattning för att säkerställa skörd. Gården producerar främst sallad till det egna företaget Vidinge Grönt AB som sköljer, förädlar och förpackar sallad för direktkonsumtion. Bevattning är ett måste för odlingen och bevattningsdammarna är ett sätt att försäkra sig om vatten även under torkperioder. Dammarna har en kapacitet om ca 200 000 m³ och ytterligare damm är under byggnation. En intressant samverkan sker just med Vidinge Grönt. Processvatten från grönsaksindustrin återanvänds i odlingen genom att det sprids och renas i infiltrationsbäddar för att senare tas ut i bevattningen, vilket blir ett sätt att öka vatteneffektiviteten. Det är också ett bra sätt att öka utnyttjandegraden på det vatten som kommer från kommunal ledningsnätet. I stället för att låta det gå till reningsverk kan vattnet utnyttjas för bevattning.

9 Skånska teknikleverantörer för vattneffektivisering

För att hjälpa skånska företag att ta nästa steg i sin vattneffektivisering har en kartläggning av skånska teknikleverantörer utförts i detta projekt. Kartläggningen har utförts för att identifiera och sammanställa vilka produkter och tjänster som skånska teknikleverantörer erbjuder idag. Ett mål med denna kartläggning är att företag i snabbare takt kan skapa sig en översikt av lokala tjänster och produkter. Ett annat mål med denna kartläggning är att främja dialog mellan företag och teknikleverantörer. Marknaden för tjänster och produkter inom vattneffektivisering bedöms ha stor potential att växa och en ökad dialog och förståelse mellan parter kan leda till många nya innovationer och även fler arbetsmöjligheter inom detta område. Med teknikleverantörer avses i denna rapport företag som erbjuder tjänster och/eller produkter som kan nyttjas för att vattneffektivisera ett företags verksamhet/produktion. Kartläggningen har avgränsats till teknikleverantörer vars säte är placerat i Skåne.

Nedan följer en metodbeskrivning därefter en kartläggning av skånska teknikleverantörer samt en kort beskrivning av hur deras produkt eller tjänst kan appliceras för ökad vattneffektivisering. Detta efterföljs av resultat, en begränsad omvärldsbevakning av tekniker utanför Skåne och avslutas med slutsatser.

9.1 Metodbeskrivning för kartläggning

För att kartlägga de skånska teknikleverantörerna genomfördes offentliga företagsnätverk och företagslistor efter produkter och/eller tjänster som kan bidra till vattneffektivisering. Bland annat nyttjades företagslistor hämtade från Statistiska centralbyrån (SCB, 2019). Vid osäkerhet avseende tjänster och produkter som erbjuds har dialog förts med teknikleverantörerna för att säkerställa att deras tjänster och produkter kan användas för arbete inom vattneffektivisering.

Det finns en risk att teknikleverantörer med säte i Skåne som erbjuder produkter/tjänster inom vattneffektivisering har förbisetts i denna kartläggning. Saknar ni ett företag, vänligen meddela Region Skånes projektledare via mail (se mailadress i kapitel 2).

Tabell 11. Tabellen visar resultatet av kartläggningen av skånska teknikleverantörer. Företagen är listade i alfabetisk ordning enligt företagsnamn och innehåller en kort beskrivning av produkt/tjänst för vattneffektivisering, länk till hemsida samt tilldelade kategorier. Kategorier har tilldelats för att kortfattat indikera teknikleverantörens erbjudande och syftar till att agera stöd för skånska företag som letar efter lösningar för att vattneffektivisera sin verksamhet. Definitionen av kategorierna: IT – Företag som erbjuder programvara och IT-tjänster såsom kommunikationstjänster, datainsamling, dataillustration samt tillhörande IoT-moduler inom vattneffektivisering; Rening – Företag som erbjuder olika typer av vattenrening; Tjänsteleverantör – Företag som erbjuder tjänster, såsom konsulttjänster inom vattneffektivisering; Produktleverantör – Företag som levererar tekniska produkter och komponenter inom vattneffektivisering

Företag	Kort beskrivning av företagets produkt/tjänst för vattneffektivisering	Hemsida	Kategori
4IT	Företaget utvecklar IT-lösningar för VA-organisationer. 4IT paketerar insamlad vattendata för att agera underlag för beslutstagare inom VA-organisationer vid val av åtgärder. Företaget erbjuder även rådgivning för hur dataunderlaget bör samlas in och tolkas. Företaget riktar sig till VA-organisationer, men även till företag som har datainsamling på sin vattenförbrukning.	www.4itab.com	IT, Tjänsteleverantör
Alfa Laval	Företaget har utvecklat ett Zero Liquid Discharge system för industriell vattenrening som separerar vatten samt återanvända kemikalier, vatten och energi. Alfa Laval har dessutom en membranbioreaktor som avlägsnar mikroplaster från avloppsvatten vilket kan vara aktuellt vid återanvändning av avloppsvatten. Systemen kan varieras och skalas upp för flera olika verksamhetsbehov. Företaget riktar sig bland annat till livsmedels- och industribranschen.	www.alfalaval.com	Rening, Produktleverantör
Alnarp Cleanwater	Företaget erbjuder ett patenterat bioreningsverk som renar enskilt avloppsvatten. Bioreningsverket består av bland annat växter och mikroorganismer som renar de ämnen det finns reningskrav på, samt läkemedelsrester. Enskilda reningsverk kan vara aktuellt vid återanvändning av avloppsvatten. Företaget riktar sig till permanentboende och fritidshus.	www.alnarpcleanwater.se	Rening, Produktleverantör

Företag	Kort beskrivning av företagets produkt/tjänst för vatteneffektivisering	Hemsida	Kategori
Altero Greentech	Företaget utvecklar en apparat för att koppla upp vattenmätare till IoT. Apparaten kan kopplas på nästintill alla befintliga vattenmätare hos nätägare. Detta möjliggör avancerad datainsamling som kan användas för att exempelvis upptäcka vattenläckor samt förutse vattenförbrukning. Företaget vänder sig till nätägare och VA-organisationer.	www.altero.com	IT, Produktleverantör
Anolytech	Företaget har utvecklat ett koncentrat av salt, vatten och el som är effektivt för att avdöda bakterier utan att ge toxiska biprodukter. Genom kontinuerlig och låg processdosering av Anolytechs koncentrat förebyggs risken för bakterietillväxt. Koncentratet kan bland annat användas för att rena vatten till djurhållning, bakteriefria processer samt ytdesinfektion. Företaget riktar sig bland annat till livsmedelsindustrin och jordbruksbranschen.	www.anolytech.com	Rening, Produktleverantör
Anox Kaldnes	Företaget erbjuder lösningar för biologisk vattenrening genom deras patenterade produkter inom biofilmer och biofilmreaktorer. Investering i vattenreningssystem kan för vissa företag vara en förutsättning för att återvinna vatten i olika processer. Produkterna kan bland annat rena vattenströmmar från läkemedelsrester, kväve och organiskt material. Företaget riktar sig bland annat till industrier och VA-organisationer.	www.anoxkaldnes.com	Rening, Produktleverantör
AquaInvent	Företaget erbjuder vattenfilter, vattenanalys och industrilösningar. AquaInvent erbjuder vattenreningslösningar för avskiljning av bland annat järn, kalk, mangan, humus, tungmetaller och flourid. Företaget kan bland annat rena dricksvatten, processvatten till panna och fjärrvärmevatten. Företaget riktar sig till enskilda hushåll med brunnar, lantbrukarverksamhet och även större vattenförbrukare inom industrin.	www.aquainvent.se	Rening, Produktleverantör
Avsalt	Företaget utvecklar ett eldrivet avsaltningssystem som producerar dricksvatten från havsvatten. Systemet är skalbart, kan drivas på solel och är specialiserat på bräckt vatten. Avsalt vill få verksamheter belägna i områden med bräckt vatten (såsom Östersjön) att bli mer	www.avsalt.com	Rening, Produktleverantör

Företag	Kort beskrivning av företagets produkt/tjänst för vattneffektivisering	Hemsida	Kategori
	självförsörjande på vatten genom att producera eget dricksvatten. Företaget riktar sig mot industrier och jordbruk.		
AVVATech Vatten & Miljöteknik	Företaget levererar lösningar för industriell vattenrening, avloppsrening och biogasuppgradering. AVVATech utför utredningar, förstudier, dimensionering och erbjuder projektledning för både komponentleveranser samt färdiga anläggningar. Företaget tillhandahåller även lösningar och expertis för industriell rening och recirkulation av industriellt vatten. Företaget riktar sig till pappers- och massaindustri, livsmedelsindustri samt VA-organisationer.	www.avvatech.se	Tjänsteleverantör
Axolot Solutions	Företaget erbjuder en patenterad lösning som använder el för att separera vatten från kontaminationer. Det separerade vattnet kan sedan återvinnas i olika processer. Tekniken är lämplig för att rena vattenmängder innehållandes höga koncentrationer av bland annat tungmetaller och emulgeringsoljor. Axolot Solutions riktar sig till industriell vattenrening inom verksamhetsområden såsom fordonstvätt, färg och ytbehandling.	www.axolotsolutions.com	Rening, Produktleverantör
Bauer Water Technologies Systems	Företaget erbjuder rengöring av rörsystem genom elektromagnetisk rengöring. Detta lämpar sig för bland annat för tappkallvatten- och varmvattensystem samt industriell processkyla. Rena rörsystem möjliggör driftsäkerhet och minskat underhållsbehov. Företaget riktar sig bland annat till jordbruket och industriföretag.	www.bauer-wt-systems.se	Tjänsteleverantör
Beijer Electronics	Företaget utvecklar och tillverkar hård- och mjukvarulösningar för digitaliserad styrning och uppkoppling. Beijer Electronics erbjuder bland annat datakommunikation och automation av dricksvatten- och avloppsreningsverk. Genom att installera smartare styrsystem kan	www.beijerelectronics.se	IT, Produktleverantör

Företag	Kort beskrivning av företagets produkt/tjänst för vatteneffektivisering	Hemsida	Kategori
	verksamheter skapa mer effektiv användning av vatten. Företaget riktar sig mot VA-organisationer och industri.		
Belos	Distributionsföretag som säljer armaturer för dricksvatten och avlopp. Belos säljer bland annat ventiler, fläns, muffar och filter via grossister. Dessa armaturer kan nyttjas vid anläggande av infrastruktur för återanvändning och rening av vatten. Företaget riktar sig till grossister, VA-konsulter och slutanvändare som VA-organisationer och industrin.	www.belos.se	Produktleverantör
Bevattningsteknik	Företaget är leverantör av bevattningsutrustning. Bevattningsteknik erbjuder bevattningsmaskiner, pumpar, rör för bevattning av fältgrödor, tunnelodling och växthusodling. Företaget erbjuder även konsultuppdrag för att optimera bevattningssystemens funktion i avseende på vattenförbrukning, syresättning, filtrering och vattenkvalitet. Företaget riktar sig till jordbruksbranschen.	www.bevattningsteknik.se	Produktleverantör
BPC Instruments	Företaget är leverantör av laboratorieutrustning för analys av vattenprover. Därmed kan BPC Instruments hjälpa med analys av inkommande och utgående vatten. Med hjälp av automatiserad utrustning kan man genomföra fler vattenanalyser för att säkerställa vattenkvalitén. Företaget riktar sig till avloppsreningsverk och även industrier som vill säkerställa att recirkulerat vatten håller hög kvalitet.	www.bioprocesscontrol.com	Produktleverantör
Bringwash	Företaget har utvecklat ett koncept för mobil biltvätt. Bilvårdare cyklar ut till ditt kontor, din fastighet eller företagets bilflotta och rengör bilarna med ett miljömärkt rengöringsmedel. Rengöringen sker till reducerad vattenförbrukning då rengöringsmedlet appliceras utan vattenspolning följt av borttagning med mikrofiberdukar. Företaget är bland annat verksamma i Malmö och Helsingborg och riktar sig till samtliga företag med en fordonsflotta.	www.bringwash.se	Tjänstleverantör

Företag	Kort beskrivning av företagets produkt/tjänst för vattneffektivisering	Hemsida	Kategori
Carex of Sweden	Företaget har utvecklat en produkt som bygger på biomimetik, där naturens egna process har förpackats i en komprimerad avloppsbrunn. Carex of Sweden utvecklar system för biologisk vattenrening för enskilda avlopp samt cirkulära vattenreningslösningar. På platser med vattenbrist kan det renade vattnet återanvändas till toalettavlopp, bevattning eller efter vattenfiltrering till dricksvatten. Företaget riktar sig till fritidshus, restauranger, biltvättar, deponier och småbåtshamnar.	www.carexofsweden.se	Rening, Produktleverantör
DiaPure	Företaget har utvecklat ett filter som fångar upp näringsämnet fosfor i vattenströmmar. Genom att ändra kemien och filtrets förutsättningar kan näringsämnena återföras som fosforkoncentrat slam. Rening av vattenströmmar kan möjliggöra återvinning av vattnet i andra processer. Företaget riktar sitt filter till vattenflöden med näringsämnena från bland annat industrier, lantbruk och fiskodling.	www.diapure.eu	Rening, Produktleverantör
EDP Consult	Företaget utvecklar IT-system som förenklar och säkerställer komplexa samhällsfunktioner, såsom drift och hantering för bland annat VA-organisationer. Företaget sammanställer VA-organisationers data om vattenförbrukning och översätter detta till faktura för kunden. Vattendata kan genom informationsinsatser bidra till beteendeförändring och vattneffektivisering. Företaget riktar sig till VA-organisationer.	www.edpevent.se	IT
Ekobalans	Företaget levererar återvinningsverk, kretsloppsgödsel och biokol som produkt. Ekobalans återvinner näringsämnena från avloppsflöden med sitt återvinningsverk och får dessutom ut rent vatten som restprodukt för vattenåtervinning. Ekobalans kan avskilja fosfor och kväve i vattenströmmar för återanvändning i gödslingsmedel. Företaget riktar sina lösningar mot livsmedelsbranschen, jordbruksbranschen samt kommunala avloppsreningsverk.	www.ekobalans.se	Rening, Tjänstleverantör, Produktleverantör

Företag	Kort beskrivning av företagets produkt/tjänst för vattneffektivisering	Hemsida	Kategori
EnviDan	Företaget erbjuder tekniska experter inom spillvatten- och vattenrening. Här levererar företaget lösningar för kommunal spill- och dricksvattenrening. EnviDan erbjuder exempelvis dagvattenutredningar och övervakningssystem för vattenläckage. Företaget riktar sig mot VA-organisationer.	www.envidan.se	Tjänsteleverantör
Food Hygiene Sverige	Företaget erbjuder rengöring av livsmedelslokaler, utrustning och maskiner innan dagens livsmedelsproduktion börjar. Food Hygiene ser över möjligheter för att halvera vattenförbrukningen i rengöringsprocessen. Detta skulle kunna innebära att designa livsmedelsmaskiner för att vara lättrenjorda eller att återanvända renat avloppsvatten för grovspolning. Företaget riktar sig till livsmedelsindustrin.	www.foodhygiene.se	Tjänsteleverantör
Granuldisk	Företaget är leverantör av diskmaskiner för kommersiella kök. Granuldisk har därtill utvecklat ett biogranulat som används inuti diskmaskiner för att avlägsna matrester. Det här biogranulatet använder mindre vatten i tillverkningsprocessen jämfört med tidigare granulat. Företaget riktar sig verksamheter med stora kök, bland annat restauranger, livsmedelsbutiker, sjukvård och skolor.	www.granuldisk.com	Produktleverantör
Göinge Vattenteknik	Företaget erbjuder rådgivning, vattenreningsfilter och anläggningar för enskilda avlopp. Göinge Vattenteknik har bland annat vattenreningsfilter och -utrustning för olika typer av föroreningar. Detta inkluderar två patenterade filter som hanterar sura och/eller järn-manganrika vattenflöden. Företaget riktar sig till enskilda hushåll, lantbruk och företag.	www.goingefilter.com	Rening, Produktleverantör
HDBioRec	Företaget erbjuder lösningar för att sluta näringskretsloppet genom att hämta in, leverera och nyttiggöra växtnäring från organiska restprodukter. Detta innebär att företaget ordnar slamtransport från verksamheten, mellan- och långtidslagring, spridning på åkermark och tillhörande dokumentation. Nyttiggörande av växtnäring från vattenströmmar ökar	www.hdbiorec.se	Tjänsteleverantör

Företag	Kort beskrivning av företagets produkt/tjänst för vatteneffektivisering	Hemsida	Kategori
	incitamenten för vattenrening och renare vatten ökar möjligheterna för vattenåtervinning. Företaget riktar sig mot livsmedelsföretag, lantbrukare och avloppsreningsverk.		
Helios Innovations	Företaget har som mål att, efter uppskalning, erbjuda industrier möjligheten att bli självförsörjande på vatten genom att använda restvärme för att rena havsvatten. Tekniken använder bland annat porösa cellulosaablock och värme för att avsalta havsvatten. Helios Innovations bygger nu en pilotfabrik med containerformade avsaltningssmoduler som kan rena 40 m ³ havsvatten per dag. Företaget riktar tekniken till tunga industrier såsom ståltillverkare, biltillverkare samt pappers- och massaindustri som befinner sig nära kusten.	www.heliosinnovations.se	Rening, Produktleverantör
HIR Skåne	Företaget erbjuder heltäckande rådgivningstjänster inom jordbruk. Med specialisering på växodlingsrådgivning kan HIR Skåne skapa underlag och rådge kring vattenfrågor. Detta inkluderar vattentillstånd, dränering, droppbevattning, bevattning för olika grödor och filtrerat processvatten från grönsaksindustri. Företaget riktar sig till jordbruks- och trädgårdsnäring.	www.hushallningssallska.pet.se	Tjänstleverantör
HR Björkmans Entremattor	Företaget har utvecklat ett tvättsystem för rening av mattor. Systemet drivs av luftning, biologiska enzymer och återcirkulerar både vatten och kemikalier. HR Björkmans Entremattor kan erbjuda råd om hur verksamheten kan ställa om till vattenåtervinning. Företaget riktar sig till alla företag som vill rena entrémattor.	www.hrbjorkman.se	Rening
Hydrotech	Företaget erbjuder vattenfiltreringslösningar för att separera oönskade partiklar från verksamhetens processer. Detta inkluderar filtreringslösningar för dricksvatten, bräddvatten, fosforreduktion och recirkulerande akvakultursystem. Separation av oönskade partiklar möjliggör återanvändning av vatten. Företaget riktar sig till industri, kommun och akvakultur.	www.hydrotech.se/se	Rening, Produktleverantör

Företag	Kort beskrivning av företagets produkt/tjänst för vatteneffektivisering	Hemsida	Kategori
JH Vattenteknik	Företaget erbjuder analys av vattenprover för enskild vattenförsörjning. JH Vattenteknik ger därefter rekommendation på olika filterpaket för att rena den specifika vattenkvaliteten. Företaget kan därefter leverera en rad olika filter för både bostad och industri. Detta inkluderar filtrering av radon, bakterier, saltvatten och ammoniak. Företaget riktar sig främst till hushåll.	www.jh-vattenteknik.se	Rening, Produktleverantör
Laqua Treatment	Företaget levererar vegetationsfilter för vattenrening. Detta innebär bland annat växtbaserade och cirkulära processavloppslösningar där näringsämnen omvandlas till bioenergi och vatten kan recirkuleras tillbaka till jordbruksmarken. Filtret inkluderar återvunnen deponerad kolaska som är jämförbart med aktivt kol och kan användas för rening av svåra föroreningar. Företaget riktar sig till industri, statlig och kommunal verksamhet med reningsbehov.	www.laqua.se	Rening, Produktleverantör
Malmberg Water	Företaget levererar färdiga anläggningar och teknik för vattenrening och biogas. Företaget erbjuder egna system såsom flotationsenheter och sandfilter för vattenrening. Malmberg Water utför dimensionering och konstruktion av vattenrening med efterföljande vattenrecirkulation. Företaget riktar sig till VA-organisationer samt privata aktörer med behov av vattenrening och slamhantering.	www.malmberg.se/sv-SE	Rening, Tjänstleverantör, Produktleverantör
NP Innovation	Företaget levererar patenterade produkter för rening av vatten och avskiljning av gaser. NP Innovation tillverkar bland annat en mikrosil som kan användas för fiskodling på land. Mikrosilen filtrerar näringsämnen som därefter kan spridas på jordbruksmarker och vattnet kan därefter recirkuleras. Företaget riktar sig mot fiskodling, industriell vattenrening samt VA-organisationer.	www.npinnovation.se	Rening, Produktleverantör
ONE Nordic Mätteknik	Företaget erbjuder olika mätlösningar samt teknisk konsultverksamhet inom mätning. One Nordic levererar lösningar för datainsamling av vatten- och energiförbrukning. Företaget kan därmed digitalisera olika verksamheter för ökad kontroll och översyn av	www.one-nordic.se	IT, Produktleverantör

Företag	Kort beskrivning av företagets produkt/tjänst för vattneffektivisering	Hemsida	Kategori
	vattneffektiviseringsarbetet. Företaget riktar sig till verksamheter med vatten- och energiförbrukning.		
Orbital Systems	Företaget har utvecklat en patenterad duschlösning som recirkulerar vatten. Orbital Systems kan rådge kring vattneffektivisering och har ytterligare patent för ökad vattneffektivisering, såsom en apparat som upptäcker vattenläckage, men även ett system för vattenåtervinning mellan handfat och toalett. Ovannämnda duschlösning kan användas i badrum i hushåll och omklädningsrum hos företag. Företaget riktar sig till hushåll och privata aktörer.	www.orbital-systems.com	Rening, Tjänsteleverantör, Produktleverantör
Primozone	Företaget har utvecklat en produkt som producerar höga ozonkoncentrationer för att bryta ned olika förorenande ämnen i vatten. Primozone kan leverera specialanpassade lösningar, där Primozone renar som ensam maskin, men även lösningar där produkten kombineras med andra tekniker för att uppnå önskad reningsgrad. Det renade vattnet skulle sedan kunna återvinnas i andra processer. Företaget riktar sig till företag som behöver rena vatten.	www.primozone.com	Rening, Produktleverantör
Purac	Företaget erbjuder teknisk konsultverksamhet och anläggningar för dricks- och avloppsvattenrening och biogas. Purac levererar även egna system för filtrering, förbehandling och sedimentering. Det renade vattnet kan därefter återvinnas i andra processer. Företaget riktar sig till VA-organisationer samt privata aktörer med behov av vattenrening och slamhantering.	www.purac.se	Rening, Tjänsteleverantör, Produktleverantör
Renax	Företaget erbjuder rengöringstjänst för livsmedelslokaler. Detta inkluderar kundanpassade rengöringsprogram, dagliga besiktningar och bakteriekontroller. Renax kan bland annat erbjuda vattenminskning i tvättprocessen genom att tvätta med ånga eller att blåstra med iskristaller. Företaget riktar sig främst till livsmedelsindustrin.	www.renax.se	Tjänsteleverantör

Företag	Kort beskrivning av företagets produkt/tjänst för vattneffektivisering	Hemsida	Kategori
Rosenqvists Irrigation	Företaget är leverantör av olika bevattningsmaskiner för jordbruk. Rosenqvists Irrigation agerar projektör och levererar bland annat pivot-, kanon- och rampbevattningsmaskiner. Som projektör kan företaget effektivisera bevattningssystem genom att optimera vattenförbrukningen. Företaget riktar sig till jordbruksbranschen.	www.irrigation.rosenqvists.com	Produktleverantör
SenseFarm	Företaget levererar IoT-moduler och sensorer som optimerar jordbruk och stadsparksodlingar. IoT-modulerna ger kontinuerlig översikt av fukthalt, temperatur och nederbörd. Detta skapar vattneffektivisering då bevattningen av odlingar optimeras. Företaget riktar sig till jordbruksbranschen och stadsodling.	www.sensefarm.com	IT, Produktleverantör
Spirac	Företaget levererar olika maskiner för avloppsvattenrening. Spirac erbjuder bland annat avvattningssystem som separerar vatten från slam. Detta möjliggör att industrierna kan recirkulera sitt processvatten till högre grad. Företaget riktar sig till VA-organisationer och industrier.	www.spirac.com	Produktleverantör
SWATAB	Företaget har utvecklat en patenterad filtertvättmaskin som avjoniserar kranvatten. Det här vattnet används sedan för tvätt av kläder utan att tillföra kemikalier. Företaget utvecklar just nu även en framtida lösning som recirkulerar vatten i dessa tvättmaskiner. Företaget riktar sig till aktörer med tvättstugor, däribland fastighetsbranschen, hotell och industrier.	www.swatab.com	Produktleverantör
Tetra Pak	Företaget erbjuder uppgraderingar till förpackningsmaskinlinjer för att rena och återvinna processvatten. Tetra Paks Water Filtering Station separerar processvatten från förpackningsrester, smörjmedel, väteperoxid och basiska ämnen. Det separerade vattnet kan därefter återvinnas i andra processer. Företaget riktar sig till kunder som redan har Tetra Paks maskinlinjer samt till livsmedelsindustrin.	www.tetrapak.com	Rening, Produktleverantör

Företag	Kort beskrivning av företagets produkt/tjänst för vattneffektivisering	Hemsida	Kategori
TPL Rengöringsteknik	Företaget erbjuder rengöringstjänster för livsmedelslokaler. TPL Rengöringsteknik genomför automatiserade rengöringar följt av desinficering och bakteriekontroller innan produktionsstart. Företaget tittar på lösningar för minskad vattenförbrukning, såsom rengöring med vattenånga och vattensnåla munstycken. Företaget riktar sig till livsmedelsindustrin.	www.tplrengoringsteknik.se	Tjänstleverantör
Watersprint	Företaget har tagit fram olika produkter som renar vattnet med hjälp av UV-teknik. Produkterna är rörformade och monteras före kranen. Genom nanoteknik och LED-genererad desinfektion deaktiveras mikroorganismer såsom legionella och E-coli. Företaget riktar sig till fastighetsbranschen, sjukvård samt vattenförbrukare långt ut på det kommunala vattendistributionsnätet.	www.watersprint.com	Rening, Produktleverantör
Watreco	Företaget har genom biomimetik utvecklat en patenterad produkt som skapar en virvel i vatten, så kallad vortex. Detta vortex framkallar unika egenskaper i vatten och används bland annat för att avlägsna gaser i vatten och minska vattnets ytspänning för lättare upptagning i jordbruket. Produkten används idag primärt för energi- och vattenbesparing i vattenbaserade kyltorn, samt för energibesparing i ishallar då isen ska kylas ned. Företaget riktar sig bland annat till livsmedelsindustrin, jordbruksbranschen och fastighetsbranschen.	www.watreco.com	Rening, Produktleverantör
WIP Innovation	Företaget är leverantör och projektör av maskiner för användning inom lantbruk och biogas. WIP Innovation levererar gödselutrustning, separatorer för rötningsprocesser och pumpar för olika bruk. Med hjälp av utrustning från WIP Innovation kan företag sluta näringskretsloppet genom att återvinna den separerade näringen. Företaget riktar sig till lantbruk, biogas och industri.	www.wipinnovation.com	Produktleverantör
Viby Teknik	Företaget levererar lösningar för bevattningssystem. Viby Teknik erbjuder bland annat pivot- och kanonbevattning, pumpar och slangar. Företaget samarbetar med tjänsten Raindancer som	www.vibyteknik.se	Produktleverantör

Företag	Kort beskrivning av företagets produkt/tjänst för vatteneffektivisering	Hemsida	Kategori
	via GPS-övervakning ger ökad kontroll för att optimera bevattningen av jordbruksmarker. Företaget riktar sig till jordbruksbranschen.		
Vultus	Vultus är ett IT-tjänsteföretag som samlar in data via satellitövervakning i syfte att optimera gödslingsrekommendationer för lantbrukare. Vultus vill därmed minska överanvändningen av kväve för jordbruksbranschen. Företaget samlar därtill även in data om vattenstressnivåer hos grödor, och skulle vid ökad efterfrågan kunna leverera en vattenmodell för bevattningsrekommendationer. Företaget riktar sig mot jordbruksbranschen.	www.vultus.io/sv/	IT, Tjänsteleverantör

9.2 Resultat från kartläggningen

Enligt tabell 11 finns 49 skånska teknikleverantörer som arbetar med vatteneffektivisering. Samtliga har säte i Skåne. Teknikleverantörerna erbjuder produkter/tjänster och har delats in i fyra olika kategorier som angivits i tabell 11. Ett företag kan tillhöra flera kategorier beroende på dess utbud av produkter och tjänster. Flest företag, 37 av 49 skånska teknikleverantörer, tillhör kategori produktleverantör (företag som erbjuder tekniska produkter och komponenter för vatteneffektivisering). 25 företag återfinns inom kategorin rening (företag som erbjuder olika typer av vattenrening). 15 företag återfinns inom kategorin tjänsteleverantör (företag som erbjuder tjänster, såsom konsulttjänster inom vatteneffektivisering). Sju företag återfinns inom kategorin IT (företag som erbjuder programvara och diverse IT-tjänster).

16 teknikleverantörer skriver på företagets hemsida att de har patenterad teknik inom vattenområdet. Detta tyder på att det finns innovationer inom vattenteknik i Skåne.

Efterfrågan på produkter och tjänster inom vatteneffektivisering har hittills legat på en låg nivå enligt många teknikleverantörer som det förts en dialog med. Flera av teknikleverantörerna i denna kartläggning marknadsför inte heller sina produkter eller tjänster tydligt inom vatteneffektivisering, vilket kan bidra till att det är svårt för företag att hitta rätt produkter och tjänster.

De flesta teknikleverantörer i denna kartläggning erbjuder dellösningar inom vatteneffektivisering till olika företag. Få teknikleverantörer erbjuder helhetslösningar för att vatteneffektivisera ett företags hela produktionskedja (från vattenkartläggning till implementering av diverse åtgärder). I samtal med en del av teknikleverantörerna framkommer det att flera leverantörer menar att deras produkt och/eller tjänst behöver kompletteras med ytterligare lösningar för att ytterligare öka vatteneffektiviseringen. Detta betyder att man kan behöva nyttja flera olika teknikleverantörer för att hitta en lösning som passar ett specifikt företag.

Sammantaget bedöms att produkter och tjänster som erbjuder vatteneffektivisering vara en marknad med betydande potential för ökad tillväxt, nyetableringar och nya innovationer.

9.3 Tekniker inom vatteneffektivisering som saknas i Skåne

Under arbetet med kartläggningen av de skånska teknikleverantörerna utfördes även en begränsad omvärldsbevakning. Denna är främst baserad på

involverade företags tekniska behov som identifierats under arbetets gång. Nedan sammanställning av tekniker är tänkt att fungera som en inspiration för skånska teknikleverantörer som eventuellt vill expandera sin verksamhet. Region Skåne hade gärna sett fler av dessa lösningar och tekniker tillhandahållna av teknikleverantörer i Skåne.

- Dagvatten (regn) kan samlas in från exempelvis taktor och användas som en resurs. Idag finns ett fåtal decentraliserade minireningsverk som kan rena dagvatten från tak med hjälp av UV-strålning. Vattnet kan därefter utnyttjas i industrins processer, allmänna utrymmen och hushåll.
- Befintliga toaletter förbrukar 3–12 liter vatten vid varje spolning. Med en vakuumtoalett kan vattenspolningen minimeras till en halv liter vatten vid varje spolning.
- Idag utvecklas toaletter som värmer upp urinet direkt under toaletten. Vattnet avdunstar och kvar blir koncentrerad växtnäring som kan användas för till exempel gödsel.
- Munstycken till kökskranar, badrumskranar och dusch är idag oftast inte optimerade för sitt användningsområde och förbrukar därför mer dricksvatten än vad som behövs. Idag sker utveckling av munstycken som minskar vattenförbrukningen genom att modifiera vattentrycket, droppstorleken och temperaturen med bibehållen tvättupplevelse.
- Flera liter vatten förbrukas varje gång en tvättmaskin används. För att minska denna vattenförbrukning utvecklas en lösning där en vattentank kopplas på tvättmaskiner för att rena och återanvända vatten.
- Idag bevattnas grödor både för mycket och för lite. Det finns idag IT-företag som levererar bevattningsrekommendationer till jordbrukare i syfte att ge rätt mängd vatten utifrån grödans vattenstressnivå med hjälp av satellitövervakning och sensorer. Tjänsten ger rekommendationer ner på 3x3 meter rutors upplösning.
- För att säkra låg bakteriehalt vid lagring av vatten används ibland giftiga biocider. Vissa företag testar en apparat som reducerar bakterieinnehållet i vattentankar med hjälp av UV-ljus istället för användning av giftiga ämnen. Detta skulle kunna möjliggöra en säker lagring av vatten och därmed även öppna upp möjligheter för återcirkulation av industriellt vatten.
- PFAS och läkemedel är idag svårhanterligt och lösningen är ännu inte etablerad. En möjlig teknik som testas är att använda magnetiserat aktivt biokol för att separera dricksvatten och industriellt

vatten från mikroföroreningar såsom läkemedel och PFAS.
Separation av dessa föroreningar möjliggör ökad vattenåtervinning
då risken för att föroreningar återcirkuleras i processen minskar.

10 Referenser

Boverket. 2021. Individuell mätning och debitering av uppvärmning och tappvarmvatten, IMD. <https://www.boverket.se/sv/byggande/bygg-och-renovera-energieffektivt/IMD/>

Castellum. 2021. 56% av wc-spolningarna – med regnvatten. <https://www.castellum.se/om-castellum/press/nyheter/2021/02/wc-spolning/>

Datta S., Miranda J.J., Zoratto L., Calvo-González O., Darling M., Karina L. 2015. A behavioral approach to water conservation: evidence from Costa Rica. Policy Research Working Paper 7283.

Engvall E., Corner R., Emenius G., Hult M. 2009. Upplevd inomhusmiljö och hälsa i Stockholms flerbostadshus 2005. Rapport 1: Hälsomässigt Hållbara Hus -3H projektet. <https://www.yumpu.com/sv/document/read/42390727/rapport-1-fran-3h-projektet-arbets-och-miljamedicin-uppsala>

Frihammar E., Barup J. 2021. Vilket vatten till vad? Hållbar vattenförsörjning genom användning av alternativa vattenkällor. SVU rapport 2021-20.

Gilbertsson, I. 2019. Bevattning av spannmål – en ekonomisk analys. Examensarbete Uppsala universitet.

Graytech. 2021. <https://sv.graytec.se/>

Helsingborgs kommun. 2021. H+ med Oceanhamnen. <https://helsingborg.se/trafik-och-stadsplanering/stadsutvecklingsprojekt/h/>

HIR Skåne. <https://hushallningssallskapet.se/alla-sallskap/valj-sallskap/hir-skane/Holm C., Schulte-Herbrüggen H. 2021. Vattenbesparande åtgärder – exempelsamling för kommuner och hushåll.>

Hotell S:t Clemens. 2021. Ett hållbart hotell. <https://clemenshotell.se/om-hotellet/miljo/>

HS Skåne (hushållningssallskapet). <https://hushallningssallskapet.se/>

HSB. 2021. Följ oss på resan mot framtidens boende. <https://www.hsb.se/hsblivinglab/Om/>

Jordbruksverket. 2018. Jordbrukets behov av vattenförsörjning. RA18:18.

Kalmar Vatten. 2021. Vattenrapporten. <https://www.kalmarvatten.se/om-kalmar-vatten-ab/vattenrapporten.html>

Köhler H. 2017. Individual metering and debting (IMD) in Sweden: A qualitative long-term follow-up study of householders' water-use routines. *Energy Policy* 108:344-354

Köhler H. 2018. Presentation konferens Lunds universitet. https://www.youtube.com/watch?v=n_OpCOJoBNc

Lunds kommun. 2021. <https://lund.se/foretag-naringsliv-och-forening/mark-exploatering-lokaler-och-bygglov/markanvisningar>

Maskinkalkylgruppen. 2021. Maskinkostnader 2021 – underlag och kalkylexempel. <http://maskinkostnader.se/>

Mimbly. 2021. <https://www.mimbly.se/>

NSVA. 2021. Helsingborg: Tre rör ut. <https://projekt.nsva.se/kommuner/helsingborg/tre-ror-ut/>

Oras. 2021. Oras Hydractiva Digital. <https://info.oras.com/sv/oras-hydractiva-digital?hsCtaTracking=d1941bcf-d347-415c-802c-4622e6e77f33%7Ce18b0d7e-27fe-4b95-b4a2-3b11d61d9d21>

Orbital Systems. 2021. <https://orbital-systems.com/sv/>

Ostheimer S.E., Unger V. 2021. Nudge Me if You Can: Social Nudging to Reduce Water Consumption in Private Households on the Island of Gotland, Sweden. Examensarbete Uppsala universitet.

SCB. 2022. Sökning efter SNI-kod. <https://sni2007.scb.se/>

SCB. 2017. Vattenanvändningen i Sverige 2015

Sjöstrand K., Klingberg J., Sadehi Zadeh N. 2021. Värdet av vattenförsörjning. En studie av hur svenska företag påverkas ekonomiskt vid avbrott i vattenförsörjningen. SVU rapport 2021-19.

Smartvatten. 2021. <https://smartvatten.com/se/>

Smartvatten. 2022. 1:a årliga vattenrapporten 2022. https://smartvatten.com/se/wp-content/uploads/2022/02/annual_report_swedish.pdf

SMHI. 2018. Camping på Öland bytte till havsvattenpooler, fördjupning.
<https://www.smhi.se/klimat/klimatanpassa-samhallet/exempel-pa-klimatanpassning/camping-pa-oland-bytte-till-havsvattenpooler-fordjupning-1.118547>

Svenskt Vatten. 2021. Vattenförbrukning i hushåll.
<https://www.svensktvatten.se/fakta-om-vatten/dricksvattenfakta/140-liter-per-person-och-dygn/>

Värnqvist S., Billsten T. 2019. Dagvattenåtervinning i byggnader – analys av effektivitet, kostnad och miljöcertifiering i system inom Norden.
Examensarbete Kungliga Tekniska högskolan, Stockholm.