



UPPSALA  
UNIVERSITET

W 20 040

Examensarbete 30 hp  
Augusti 2020

# Regnvatteninsamling

Vattenbesparingspotential i svenska förhållanden  
med fallstudie i Järlåsa

---

Lina Oskarsson

## REFERAT

### Regnvatteninsamling - Vattenbesparingspotential i svenska förhållanden med fallstudie i Järlåsa

*Lina Oskarsson*

Vattenbesparing och alternativa lösningar för att tillgodose vattenbehovet har blivit mer aktuellt de senaste åren med torra. Regnvatteninsamling för hushållsanvändning används redan på många platser runtom i världen men är begränsad i Sverige idag. Syftet är att dels undersöka en lämplig dimensionering av ett system för regnvatteninsamling för hushåll i Järlåsa och att identifiera olika drivkrafter och hinder. Metoden i denna studie har varit dels massbalans- och effektivitetsberäkningar för att se hur mycket regnvatten som kan samlas in och dels intervjuer med två teknikleverantörer och fem kommuner för att utvärdera den juridiska, sociala och ekonomiska potentialen. Resultatet visade att tankstorlek på mellan 1000 och 4000 liter är rimligt för hushållsanvändning till toalett eller toalett och tvättmaskin och ger en effektivitet (procent av vattenbehovet som täcks av regnvatten) på mellan 83,6 % och 96,0 %. Vilken storlek som är mest lämplig beror på faktorer såsom vad regnvattnet används till, takyta, antal personer i hushållet och om *first-flush* bortledning används. Beräkningar visar att ungefär 19-29 % av den totala dricksvattenförbrukningen skulle kunna sparas i Järlåsa, vilket motsvarar ungefär 4 400 till 6 700 kubikmeter dricksvatten per år. Resultatet visar även att torrperioder då tanken är tom blir kortare med en större tankstorlek och det finns tydliga skillnader i volym vatten i tanken mellan olika nederbördsrika år. Enligt kommuner ansågs potentialen för regnvatteninsamling vara störst för bevattning i dagsläget men att de även var positivt inställda till annan användning såsom toalettspolning och tvättmaskin. Identifierade hinder var oro kring kontamination av dricksvatten, brist på ekonomisk lönsamhet till följd av låga dricksvattenpriser i Sverige och behov av förtydligande av krav och vilka risker som finns med regnvatteninsamling. Idag är potentialen och motivationen som störst för de som har dålig tillgång på vatten och en ökad miljömässig medvetenhet skulle kunna öka implementeringen av regnvatteninsamling i Sverige. Slutsatsen är att det finns potential för regnvatteninsamling men att det fortfarande krävs viss utveckling och mer kunskap om regnvatteninsamling under svenska förhållanden.

**Nyckelord:** Regnvatten, Resursförbrukning, Regnvatteninsamling, Vattenbesparingspotential, Vattenbesparing, Vattenförsörjning, System för regnvatten

*Institutionen för geovetenskaper, Uppsala universitet*

*Villavägen 16, SE-752 36 Uppsala*

## ABSTRACT

### Rainwater Harvesting - Water saving potential under Swedish conditions with a case study of Järlåsa

*Lina Oskarsson*

Water saving and alternative solutions to supply drinking water have become more important due to several consecutive droughts in recent years in Sweden. Rainwater harvesting for households is already being used in many places around the world but still has limited application in Sweden. The purpose with this study is to investigate a suitable sizing of a rainwater harvesting system in Järlåsa and to identify drivers and obstacles for implementation. The methods used in this study were firstly calculations based on mass balance and efficiency estimates and secondly interviews with two technology providers and five municipalities. The results showed that a tank size between 1000 and 4000 liters would be suitable for the purpose of supplying water for flushing toilets and for washing machines and the efficiency (percentage of water demand being met by rainwater) would be between 83,6% and 96,0%. What size tank is recommended depends on factors such as what rainwater is used for, roof area, number of people in household and whether first-flush is diverted. Results show that around 19-29%, around 4 400 to 6 700 cubic meters per year, of the total potable water consumption could be saved in Järlåsa every year using rainwater harvesting. The results also show that the dry periods, when the tank was empty, become shorter with a larger tank size and that there are distinct differences in the volume rainwater in the tank between years with varying precipitation. According to municipalities the potential was highest for irrigation purposes today but there was also potential for use in household for flushing toilets and supplying washing machines. The identified obstacles were concern regarding contamination of the drinking water supply, lack of economic profitability as a consequence of low water prices and the need for clarification of requirements and risks with rainwater harvesting. Today the potential and motivation is highest for those with an insufficient water supply and an increase in the environmental awareness could possibly enhance implementation further. The conclusion is that there is potential for rainwater harvesting but that there still is a need for some development and more knowledge regarding rainwater harvesting under Swedish conditions.

**Keywords:** Rainwater, Rainwater harvesting, Water resource management, Water Saving Efficiency (WSE), Water conservation, Domestic water supply, Rainwater system

*Department of Earth Sciences, Uppsala University*

*Villavägen 16, SE-752 36 Uppsala, Sweden*

## FÖRORD

Detta examensarbete på 30 hp är avslutande för mina fem år på civilingenjörsprogrammet i miljö- och vattenteknik vid Uppsala universitet (UU) och Sveriges lantbruksuniversitet (SLU). Arbetet har genomförts under vårterminen 2020 och för företaget Ecoloop i Stockholm.Handledare på Ecoloop har varit Helfrid Schulte-Herbrüggen, ämnesgranskare på Uppsala universitet har varit Roger Herbert, vid institutionen för geovetenskaper och examinator Monica Mårtensson på institutionen för geovetenskaper.

Jag vill tacka både min handledare Helfrid och min ämnesgranskare Roger för stöd, vägledning och engagemang under exjobbets gång. Jag vill även tacka min opponent Hampus Vestman och examinator Monica Mårtensson. Ett stort tack till de personer på kommuner och Uppsala Vatten som ställt upp på intervjuer och bidragit till att detta examensarbete kunnat genomföras. Tack till de teknikleveratörer som ställt upp med information. Jag vill även rikta ett stort tack till min syster Elsa och min pappa Olle för deras intresse för detta exjobb och även att de stöttat mig under de tunga perioderna av utbildningen och motiverat mig både i toppar och dalar. Jag är tacksam för alla mina studiekamrater, speciellt Monika Kalecinska och Unni Barge, för deras ovärderliga vänskap och alla oförglömliga stunder vi haft de senaste fem åren, tack! Sist så vill jag tacka alla anställda på Ecoloop för en otroligt trevlig arbetsmiljö och intressanta diskussioner.

Uppsala, juni 2020

*Lina Oskarsson*

Copyright © Lina Oskarsson, Institutionen för geovetenskaper, Luft-, vatten- och landskapslära, Uppsala universitet

UPTEC W 20 040 ISSN 1401-5765

Digitalt publicerad i DiVA 2020 genom Institutionen för geovetenskaper, Luft-, vatten- och landskapslära, Uppsala universitet. (<http://www.diva-portal.org/>)

# POPULÄRVETENSKAPLIG SAMMANFATTNING

## Regnvatteninsamling - Vattenbesparingspotential i svenska förhållanden med fallstudie i Järlåsa

*Lina Oskarsson*

Vattenbesparing och hur samhället kan minska sin vattenanvändning har blivit ett mer omtalat ämne i Sverige de senaste åren i och med torka och oron för klimatförändringarnas påverkan på vattentillgången. I flera länder i världen har det länge varit vanligt att samla upp regnvatten och använda det i hushåll. I detta examensarbete har potentialen för regnvattenanvändning i hushåll utvärderats. Det är ett relativt nytt område i Sverige och vi har tidigare sällan behövt oroa oss för vattenförsörjningen tack vara den goda vattentillgången.

Regnvatteninsamling fungerar på så sätt att man samlar upp regnvatten som faller på ytor, som i de flesta fall är tak. Därefter leds vatten ner till en lagringstank och kan sedan via rör distribueras för användning i hushåll eller för bevattning. För att undersöka vattenbesparingspotentialen i Järlåsa utanför Uppsala har dels beräkningar gjorts och dels intervjuer med kommuner och teknikleverantörer. Beräkningarna visade på hur mycket dricksvatten som kan sparas om regnvatten samlas upp och används i hushåll och resultatet blev att omkring 19-29 % av dricksvattnet i Järlåsa skulle kunna sparas. Detta avsåg då när användningen av regnvattnet var för att spola toaletter och tvättmaskin. Beroende på tankstorlek och användningsområden för vattnet blir systemen olika effektiva. Med effektivitet i detta sammanhang avses hur stor del av vattnet som används i hushåll som kan ersättas med regnvatten och resultatet visade på effektivitet på mellan 83,6 och 96 % för tankstorlekar på mellan 1000-4000 liter.

Resultatet från intervjuerna, vars syfte var att identifiera hinder och drivkrafter för användning av regnvatten i Sverige, visade generellt att intresset och potentialen för regnvatteninsamling ökar men att det finns vissa hinder på vägen. De tydligaste hindret var bristen på ekonomisk lönsamhet till följd av bland annat de låga vattenpriserna som finns i Sverige. Hos vissa kommuner fanns även oron för om regnvatten av användare skulle kunna blandas ihop med dricksvatten eller kontaminera dricksvatten i ledningar och vem som blev ansvarig i dessa fall. En annan utmaning är att det kan ta tid för att etablera nya tekniska lösningar, som regnvatteninsamling, och att kunskap om risker och fördelar kan behöva förtydligas både hos privatpersoner och kommuner. Motivationen ansågs vara som störst för de som har dålig vattentillgång och en ökning i den miljömässiga medvetenheten kan vara en drivkraft för personer att vilja installera system för regnvatteninsamling. De användningsområden för regnvatten som ansågs ha högst potential var främst bevattning

men även toalettpolning och för tvätt av kläder. Som vatten som avsågs drickas sågs i dagsläget för stora risker och för detta sågs potentialen vara låg. Slutsatsen är att det finns potential för regnvatteninsamling men att det fortfarande kan krävas viss utveckling och mer kunskap om regnvatteninsamling under svenska förhållanden än vad som finns i dagsläget.

# Innehåll

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>1</b>
1.1	Syfte . . . . .	1
1.2	Frågeställningar . . . . .	1
<b>2</b>	<b>Bakgrund</b>	<b>3</b>
2.1	Dricksvattentillgången i Sverige . . . . .	3
2.2	Vattenanvändning i hushåll . . . . .	5
2.3	Regnvatteninsamling . . . . .	6
2.4	Kvalitet på regnvatten . . . . .	8
2.5	Reningstekniker för regnvatten . . . . .	10
2.6	Juridiska aspekter om vatten i Sverige . . . . .	12
2.7	Social acceptans och ekonomiska aspekter med regnvatteninsamling . . . . .	14
<b>3</b>	<b>Metod</b>	<b>17</b>
3.1	Litteraturstudie . . . . .	17
3.2	Intervjuer . . . . .	17
3.3	Datainsamling . . . . .	18
3.4	Beräkningar . . . . .	19
3.5	Ekonomi . . . . .	22
<b>4</b>	<b>Fallstudie: Regnvatteninsamling i Järlåsa</b>	<b>23</b>
4.1	Järlåsa . . . . .	23
4.2	Vattenbrist i Järlåsa . . . . .	23
4.3	Vattenförbrukning . . . . .	24
4.4	Nederbörd . . . . .	25
4.5	Hydrologiska förhållanden och grundvattennivåer . . . . .	26
4.6	Råvattenuttag, producerat och debiterat dricksvatten . . . . .	28
<b>5</b>	<b>Resultat</b>	<b>30</b>
5.1	Beräkningar för regnvatteninsamling . . . . .	30
5.2	Intervjuer med kommuner och teknikleverantörer . . . . .	35
5.3	Ekonomi . . . . .	45
<b>6</b>	<b>Diskussion</b>	<b>46</b>
6.1	Vattenbesparingspotential och användningsområden för regnvatten . . . . .	46
6.2	Effektivitet och tankstorlek . . . . .	47
6.3	Årstidsvariationer . . . . .	48
6.4	Antaganden och osäkerheter i beräkningar . . . . .	48

6.5	Kostnad vs nytta . . . . .	49
6.6	Eventuella hinder och drivkrafter för implementering i Sverige . . . . .	50
6.7	Fortsatta studier . . . . .	51
<b>7</b>	<b>Slutsats</b>	<b>52</b>
<b>A</b>	<b>Appendix</b>	<b>59</b>
<b>B</b>	<b>Appendix</b>	<b>61</b>
<b>C</b>	<b>Appendix</b>	<b>62</b>



# 1 Inledning

Några av de senaste årens torra somrar, snöfattiga vintrar och nederbördsfattiga vårar och höstar har lett till grundvattennivåer långt under de normala och vattenbrist på flera platser runtom i Sverige, särskilt i de södra delarna och ö- och kustområden. Detta har ökat intresset för tekniker som kan minska på dricksvattenanvändningen. Ett område som fått ökat intresse är regnvatteninsamling. Globalt finns mycket kunskap om olika vattenbesparings- och återvinnande tekniker då vattentillgången länge varit ett problem i stora delar i världen. Insamling av regnvatten är en teknik som använts i årtusenden, men som väckt intresse på senare tid i Sverige, i och med ett förändrat klimat och förändrade hydrologiska förhållanden (Rahman, 2018). I Sverige finns det dock fortfarande ett behov av lättillgänglig information och utvärdering av hur dessa system kan användas för att spara på vatten av dricksvattenkvalitet. Denna information efterfrågas dels av enskilda hushåll som är ansvariga för sitt eget dricksvatten och dels av kommuner som har ett ansvar att på sikt säkra vattentillgången för invånarna. Det har den senaste tiden utförts en del andra studier och examensarbeten som berör området om regnvatteninsamling (Shkurenko, 2019; Ahlgren et al., 2019).

I världen finns det länder som arbetat med regnvatteninsamling en längre tid, såsom exempelvis Tyskland och Australien (Fewkes, 2012). Även i vårt grannland Danmark är det mer vanligt förekommande och landet har lyckats minska sin vattenförbrukning de senaste åren (Stoyanov, 2020; DANVA, 2017). Detta examensarbete ämnar undersöka de förutsättningar som finns i Sverige för regnvatteninsamling.

## 1.1 Syfte

Syftet är att utvärdera potentialen för regnvatteninsamling i ett svenskt sammanhang, med Järlåsa som fallstudie. Ett regnvatteninsamlingssystem kommer att föreslås och utvärderas med avseende på hur mycket av vattenbehovet för enfamiljshushåll kan tillgodoses av nederbörd i Järlåsa. Dessutom är syftet att utvärdera den sociala, ekonomiska och juridiska potentialen för att se om och hur regnvatteninsamling kan implementeras i Sverige idag.

## 1.2 Frågeställningar

Projektet har ämnat att besvara följande frågeställningar:

- Vad skulle en lämplig dimensionering av ett system för insamling och lagring av regnvatten vara och vad blir effektiviteten i vattenanvändning med avseende på nederbörd, säsongsvariationer i nederbörd och lagringskapacitet?

- Vad finns det för acceptans inom kommuner för regnvatteninsamling i hushåll? Vilka juridiska och ekonomiska förutsättningar finns?

## 2 Bakgrund

Nedan kommer en bakgrund ges till ämnet regnvatteninsamling. Det som kommer beskrivas är vattentillgången i Sverige med fokus på nederbörd och grundvatten, vattenanvändning, system för regnvatteninsamling och hur de är uppbyggda, kvalitet och rening av regnvatten, lagar om vatten samt social acceptans och ekonomiska faktorer kring regnvatteninsamling.

### 2.1 Dricksvattentillgången i Sverige

I Sverige har vi i dagsläget 1750 vattenverk och av dessa är drygt 1450 små grundvattenverk. Det vatten som renas i ytvattenverk kräver generellt mer omfattande rening och mer komplexa reningsmetoder medan grundvatten oftast är av god kvalitet och behöver mindre rening. Idag kommer hälften av allt dricksvatten som produceras i Sverige från ytvatten, och den andra hälften från grundvatten sett till volym (NSVA, u.å.). Trots den goda tillgången på vatten i Sverige går det inte att säkerställa att den alltid kommer förbli lika god. Föroreningar i grundvattnet, och saltvatteninträngning i kustområden kan exempelvis påverka tillgången på råvatten av god kvalitet (SGU, u.å.[b]). Det är utifrån ett samhällsplaneringsperspektiv viktigt att hänsyn tas till vattenresurser, så att det går att tillgodose en trygg dricksvattenförsörjning även med ökat behov och förändrade hydrologiska och klimatologiska förutsättningar (SGU, u.å.[c]).

Små och stora grundvattenmagasin har olika känslighet för variationer i nederbörd. Små magasin påverkas snabbare, de fylls på snabbare vid mer nederbörd men torkar även ut snabbare när det blir torka. De större magasinen är mindre känsliga för torka, men det tar även längre tid för dessa att fyllas på. Den kommunala vattenförsörjningen är ofta beroende av de stora magasinen. Enligt data från SGU har de små magasinen fyllts på under hösten 2019 och nivåerna var i januari 2020 generellt över de normala i landet. För de större magasinen var dock nivåerna i södra och östra Sverige fortfarande något under det normala i början av 2020 eftersom de återhämtar sig långsammare (SGU, 2020a).

Även om Sverige generellt är ett land med god vattentillgång finns det områden där vattenbrist förekommer. Till dessa områden hör exempelvis Gotland, Öland och skärgårdskommuner. Saltvatteninträngning är något som måste tas hänsyn till nära kuster och i områden som tidigare varit under havsytan. I dessa områden kan, om grundvattenuttaget blir för stort, relik havsvatten tränga in och förorena dricksvattentäkter. Föroreningar i grundvatten kan även härstamma från avloppsvatten eller naturligt uranrik berggrund (Livsmedelsverket, 2013; Aqua Expert, u.å.[a]).

### 2.1.1 Nederbörd

I Sverige regnar det hela året om och det finns inga tydligt distinkta torr- eller regnperioder, även om det tenderar att regna mer under sommarmånaderna (Kottek et al., 2006; SMHI, 2020a). Förutom områden i fjällen och i sydvästra Sverige, där det förekommer mer nederbörd, ligger årsmedelnederbörden generellt mellan 500 och 800 mm. I vissa kustområden och öar utmed östersjökusten kan nederbörden vara ner mot 400 mm/år (SMHI, 2020a).

### 2.1.2 Grundvattenbildning och grundvattennivåer

Generellt bidrar endast en mindre del av nederbörd till grundvattenbildning (Naturvårdsverket, u.å.). De två faktorer som har störst inverkan på grundvattenbildning är nederbörd och evapotranspiration. Grundvattenbildningen är högre under höst och vår. Under sommaren regnar det generellt som mest i Sverige men då avdunstar även stora delar av vattnet till följd av växtupptag och evapotranspiration. Markens magasinering förmåga är viktig för vattentillgången och hur mycket grundvatten som kan lagras. Magasinering förmågan kan vara begränsande för grundvattenbildning och påverkas av platsens geologi och topografi (Naturvårdsverket, u.å.).

Olika jordarter är olika genomsläppliga för vatten och har en betydande påverkan på grundvattenbildningen. Generellt sett är dock jordarterna i Sverige tillräckligt genomsläppliga för att tillåta grundvattenbildning. En ökad nederbörd behöver inte nödvändigtvis innebära att grundvattennivåerna ökar, då det beror på flera faktorer och även när på året som nederbörden faller (Naturvårdsverket, u.å.). Bedömningen om det finns en risk för vattenbrist görs genom att jämföra aktuella nivåer mot de lägsta uppmätta nivåerna och även så görs en bedömning av hur de kommer att vara en tid framöver beroende på exempelvis årstid (SMHI, u.å.[b]).

### 2.1.3 Klimatförändringarnas påverkan på nederbörd och grundvattennivåer

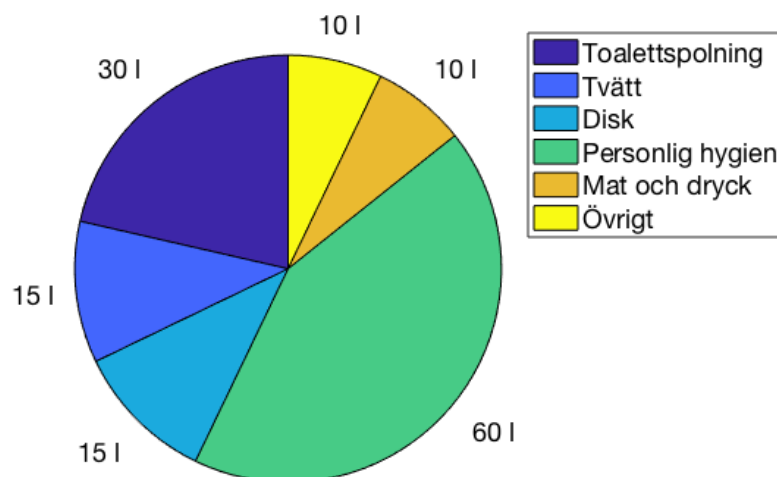
Klimatförändringarna kommer att påverka grundvattennivåer och grundvattenbildning i Sverige (SGU, u.å.[d]). En ökning av temperaturen har en påverkan på vatten och dess kretslopp och det är viktigt att förstå klimatologiska och hydrologiska förändringar i och med att vi är så beroende av vatten. Modellsimuleringar visar att nederbörd och nederbördsmönster kommer att förändras med ett förändrat klimat. De visar även att de kontraster som finns mellan torrare och nederbördsrikare platser kommer öka. Detta kan då ha en inverkan på vattentillgången och även på hur de stora vattenmängderna ska hanteras vid kraftigare regn. Varmare temperaturer gör även att is och snömängder minskar och det kan påverka vattenflöden som vanligen sker till följd av snösmältning (SMHI, u.å.[c]). Dessa effekter har redan kunnat ses i landet. Under de senaste åren har

sommarens torrperioder förlängts och det har även observerats att den skillnad som finns mellan lägsta och högsta grundvattennivåer ökat (Naturvårdsverket, u.å.; SGU, u.å.[d]).

Det förväntas att nederbörden och vattentillgången i landet kommer att öka, men däremot med undantag för landets sydöstra delar (SGU, u.å.[e]). Regionala scenarier från Rossby centre på SMHI visar på temperaturökningar i Sverige som förlänger vegetationsperioden (SMHI, u.å.[c]). Temperaturökningen väntas ligga mellan 1,5 till 7 °C (SGU, u.å.[e]). En längre vegetationsperiod kan påverka grundvattenbildningen då växter under en längre period kan ta upp vatten i marken och högre temperatur leder även till större avdunstning (SGU, u.å.[d]). Perioden under sommaren då grundvattennivåerna sjunker har mellan år 1975 och 2014 blivit omkring 2 veckor längre. Konsekvensen av detta kan bli att de lägsta grundvattennivåerna blir lägre för både små och stora magasin i södra Sverige. Även att perioden då vegetation tar upp vatten blir längre, och grundvattenbildning började senare på hösten. I sydöstra Sverige kan grundvattenbildning minska med omkring 5-15 % i framtiden (SGU, u.å.[d]).

## 2.2 Vattenanvändning i hushåll

Den genomsnittliga dricksvattenanvändningen i Sverige ligger idag på cirka 140 liter/person och dygn (Svenskt Vatten, 2019a). En uppskattning av hur detta är fördelat mellan olika användningsområden kan ses i Figur 1. Exempelvis kan det utläsas att vattenförbrukningen till dusch uppgår till omkring 60 liter/person och dygn och står för över 40 % av hushållens förbrukning. Till toalettspolning används ungefär 30 liter/person och dygn medan för mat och dryck används endast cirka 10 liter/person och dygn. Jämförs förbrukningen i Sverige med andra länder finns det länder där de förbrukar betydligt mindre men även länder där det förbrukas mer. Exempelvis i Nya Zeeland uppgår den till 227 liter/person och dygn (Hydrotech, u.å.). En studie i Indien (Shaban et al., 2007) anger ett medel för sex städer till 92 liter/person och dygn. I Danmark användes år 2017 104 liter/person och dygn i genomsnitt (DANVA, 2017). I Tyskland ligger dricksvattenanvändningen på mellan 120 och 123 liter/person och dygn i genomsnitt (BMU, u.å.). I Storbritannien ligger motsvarande siffra på 143 liter/person och dygn (Discover Water, 2019). Det kan även finnas lokala skillnader i hur mycket dricksvatten som konsumeras av hushåll. Vattenanvändningen kan bero på exempelvis om vattenmätare finns och antalet boende i hushållet. Det finns data som visar att vattenkonsumtionen är lägre i hushåll som har vattenmätare jämfört med de hushåll som inte har det (Discover Water, 2019) och att det generellt används mindre vatten per person i hushåll med fler boende jämfört med hushåll med färre boende (Energy Saving Trust, 2013).



**Figur 1:** Fördelning mellan olika användningsområden av dricksvatten i Sverige. Utgår från en total dricksvattenanvändning på 140 l/person (Svenskt Vatten, 2019a).

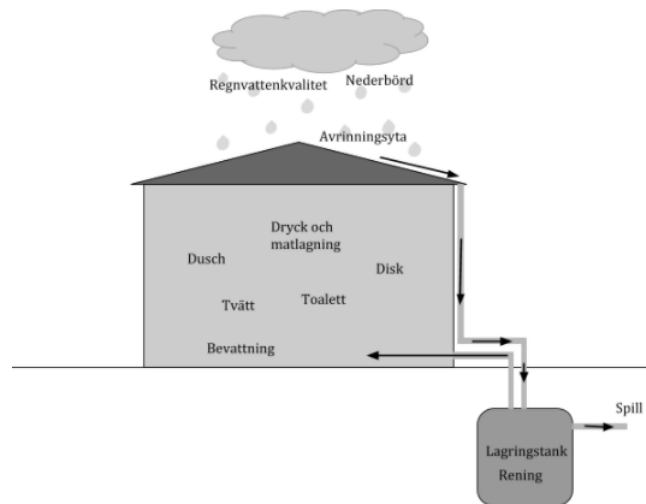
Vad gäller vattenbehovet för bevattning så finns det olika rekommendationer som även kan bero på jordtyp och växter (NelsonGarden, 2017). Ofta rekommenderas att bevattna mycket men sällan och exempelvis kan rekommendationer på 30 mm en gång i veckan ges (olda.nu, u.å.). Detta motsvarar då en volym på 30 liter/m<sup>2</sup> och vecka. Vattenbehovet för bevattning ingår inte i Svenskt Vattens förbrukning som visas i Figur 1.

## 2.3 Regnvatteninsamling

Regnvatten är något som används globalt och använts länge på platser där det rått vattenbrist. Exempel på länder där det är mer vanligt förekommande är Tyskland och Australien (enHealth, 2010; Fewkes, 2012). Enligt en studie från 2007 installerades det i Tyskland cirka 50 000 nya regnvatteninsamlingssystem varje år (Nolde, 2007). Det finns fortfarande ett begränsat antal studier som har gjorts på regnvatteninsamling i Sverige. Däremot visade en studie genomförd av Villarreal et al. (2005) att det fanns potential av vattenbesparing på upp till 60 % för hushållsanvändning i det bostadsområde som studerades. Detta avsåg då behovet för vatten till toalettspolning, tvättmaskin och för bevattning. Regnvatten kan vara en bra källa till vatten där det inte finns andra alternativ att tillgå och även för att minska på uttag av grundvatten och dricksvattenanvändningen i hushåll (enHealth, 2010). Även om det kan förekomma hälsorisker med användning av regnvatten i hushåll så anses generellt den fysio-kemiska kvaliteten vara god (Gikas et al., 2017).

### 2.3.1 Uppbyggnad av regnvatteninsamlingssystem

I Figur 2 visas en principiell och förenklad bild över ett regnvatteninsamlingssystem för hushåll.



**Figur 2:** Principiell ritning över ett regnvatteninsamlingsystem för hushåll. Pilarna visar regnvattnets flöde.

De olika komponenterna för ett system som samlar upp regnvatten kan delas in enligt följande (Sanches Fernandes et al., 2015; Patel et al., 2008):

- Avrinningsyta (vanligtvis tak)
- Takrännor
- Lagringstank
- Filter och reningssystem
- Rörssystem för distribution

Flera leverantörer av regnvatteninsamling i Sverige erbjuder färdiga lösningar för uppsamling (ConClean, u.å.; WaterCare, u.å.; TyskaMRV, u.å.; 4evergreen, u.å.). Systemen består för hushåll av nedgrävda tankar i olika storlekar. Regnvatten leds via takrännor ner i tanken och kan därefter dras in i hushållet via ledningar och pumpar och användas till exempelvis toalettspolning, tvättmaskin eller bevattning (ConClean, u.å.).

### 2.3.2 Avrinningskoefficient

När det regnar på ett tak kommer aldrig allt vatten kunna samlas upp. Det sker avdunstning och kan absorberas av material (exempelvis dammpartiklar och annat avsatt material från luften) som ackumuleras på taket. För att göra beräkningar av hur mycket regnvatten som faktiskt kan samlas upp används en så kallad avrinningskoefficient (run-off coefficient) som anger hur stor del av nederbörden på en yta som kan samlas upp. Avrinningskoefficienten kan variera beroende på faktorer såsom takmaterial och lutning på taket. För hårda tak är avrinningskoefficienten högre och för gröna tak är den lägre.

Typiska värden för avrinningskoefficienten är mellan 0,70 till 0,95 för hårdgjorda ytor, såsom tak (Liu et al., 2014; Sanches Fernandes et al., 2015; Patel et al., 2008; Hofman-Caris et al., 2019). För gröna tak beror avrinningskoefficienten på bland annat tjockleken på överbyggnaden med vegetation och lutningen på taket och varierar mellan 0,1 och 0,8 (Vinnova, 2017).

## 2.4 Kvalitet på regnvatten

Regnvatten som samlas upp kan komma att bli kontaminerat under flera skeden under insamling. Det kan ske till följd av att regndroppar kommer i kontakt med partiklar eller gaser i luften, takmaterial eller andra material på vägen till användning såsom takrännor, lagringstank och rör (Shakya et al., 2013). Föroreningar som kan förekomma i regnvatten kan bland annat vara (Gikas et al., 2012):

- Metaller (exempelvis bly, koppar)
- Mikroorganismer
- Löv och andra större föremål
- Organiskt material

Mikroorganismer kan vara bakterier, virus eller protozoer och härstammar oftast från fekalt material. *E. coli*-bakterier är en vanlig indikatororganism för den mikrobiologiska kontaminationen. Ofta när den mikrobiella kvaliteten på vatten utvärderas mäts koliforma bakterier (Aqua Expert, u.å.[b]). I studien av Gikas et al. (2012) visades det att i 84,4-95,8 % av prover från regnvattentankar förekom koliforma bakterier. Ofta uppfylls inte den mikrobiologiska kvaliteten av regnvatten som WHO anger (där exempelvis *E. coli* bakterier inte får detekteras i något 100 ml prov) (World Health Organization, 2006), och därav bör det inte direkt konsumeras av människor då det potentiellt kan orsaka sjukdom (Gikas et al., 2012).

Den kemiska kvaliteten på regnvatten är en beskrivning av vattnets kemiska komposition som kan påverkas av exempelvis tungmetaller, såsom bly, eller andra kemiska ämnen som kommer i kontakt med regnvattnet. Med den fysiska kontaminationen menas större föremål, såsom löv och sand, men även färg, smak och lukt av vattnet (RAIN, 2008). Generellt sett har det visats att uppsamlat regnvatten har god fysio-kemisk kvalitet (Gikas et al., 2017).

Det finns fördelar med användning av regnvatten kopplat till exempelvis dess låga mineralinnehåll. Exempelvis ogillar växter hårt vatten och då uppsamlat regnvatten är mjukt fungerar det väl för bevattning (Rosén, 2020). Om regnvatten används för att tvätta



kläder behövs mindre tvättmedel och behovet av sköljmedel och tvättmedel minskar även vid användning av mjukt vatten (Vargas-Parra et al., 2019; Grumme, u.å.; Bosch, u.å.). En nackdel med regnvatten är att det finns orolighet kring hälsoeffekterna av att dricka mineralfattigt vatten (Hearn, u.å.; Brandt et al., 2017). Detta är en aspekt som behöver beaktas vid konsumtion av regnvatten som avses drickas.

#### **2.4.1 Inverkan av luftkvalitet**

Vattendroppar kan påverkas av exempelvis saltpartiklar, damm och gaser i luften. Dessa kan påverka den kemiska sammansättningen av vattnet. Därför är det viktigt att se till luftkvaliteten på platsen där regnvattnet samlas in då det kan ha en betydande påverkan på vattenkvaliteten. Trafik och industriutsläpp i närheten kan därmed ha en betydande påverkan (RAIN, 2008). Det är viktigt att väga in vilka källor till luftföroreningar som kan finnas och ta reda på den lokala föroreningssituation, detta för att utvärdera risken för skadliga ämnen som kan hamna i vattnet (Förster, 1999).

Regnvatten får ett naturligt lågt pH på 5,6 till följd av att luftens koldioxid löser sig i vattnet. Lägre värden för pH kan bero på mänskliga utsläpp i luften av exempelvis svavel (Charlson et al., 1982). Regnvattnets pH är generellt lägre än WHO:s standard för dricksvatten som ligger på mellan pH 6,5-8,5 (Yaziz et al., 1989). I studien av Yaziz et al. (1989) förekom höga halter av bly i direkt uppsamlat regnvatten (som alltså inte avrunnit från en yta innan uppsamling), som troligen berodde på närhet till en större motorväg. Förekomsten av organiskt material var däremot låg och det hittades inte heller några koliforma bakterier i regnvattnet, då eftersom det inte varit i kontakt med någon yta innan uppsamling (Yaziz et al., 1989).

#### **2.4.2 Inverkan av takytor**

Mängden av föroreningar som kan komma från tak beror på bland annat på faktorer som underhåll och rengöring av tak samt meteorologiska faktorer såsom nederbördsintensitet, längd på torrperioder och vindförhållanden (Kwaadsteniet et al., 2013; Yaziz et al., 1989). Dessa faktorer påverkar hur mycket som kan ackumuleras och avrinna från en yta. För att minska risker bör hänsyn tas till takmaterial och takets egenskaper. Det bör även undvikas att ha oskyddade ytor av metaller som kan hamna i regnvattnet (Förster, 1999). Exempelvis i en studie av Yaziz et al. (1989) som studerade skillnaden i kvalitet av regnvatten uppsamlat från ett tegeltak och ett galvaniserat järntak visades att halterna av zink skiljde sig. För ett galvaniserat järntak var halterna fem gånger högre än för ett tegeltak. En annan studie av Mendez et al. (2011) visade att regnvatten från tak av asfalt, fiberglas, shingel, betong, plåt samt gröna tak och kalltak alla behövde rening om dricksvattenstandarden satt av EPA (United States Environmental Protection Agency)

skulle nås. Metalltak rekommenderas ofta för regnvatteninsamling eftersom kvaliteten oftast är högst för dessa, men studien visade även att kvaliteten var god för exempelvis tak med betongplattor. Shingeltak och gröna tak påvisade högre halter av organiskt material än övriga takmaterial (Mendez et al., 2011).

### 2.4.3 Påverkan under lagring

Kvaliteten på det uppsamlade regnvattnet kan även påverkas under lagring och av distributionsystemet. Exempelvis bör en tank dimensioneras så att den är full 3-5 gånger om året (WaterCare, u.å.). Pollen som lägger sig på vattenytan inuti tanken spolats bort med överflödet när tanken blir full <sup>1</sup>. Partiklar kan sedimentera i tanken och i vissa fall skapa odör till följd av anaerobisk nedbrytning av organiskt material. Om solljus tillåts in i tanken kan det gynna algutväxt. Även temperaturen på vattnet bör hållas nere för att inte gynna bakterie- och algutväxt (Haq, 2017).

## 2.5 Reningstekniker för regnvatten

Beroende på vilken användning det insamlade regnvattnet är ämnat för kan det finnas olika behov av rening. Mikroorganismer som kan förekomma i uppsamlat regnvatten bör avlägsnas om vattnet ska kunna användas som dricksvatten (Gikas et al., 2017). Studien av Gikas et al. (2017) menar dock att regnvattnet kan användas för ändamål i hushållet såsom bevattning och toalettspolning utan att behöva renas. Regnvattenkvaliteten bör utvärderas för varje plats där ett regnvatteninsamlingsystem etableras. Beroende på vad regnvattnet ska användas till kan olika grader och metoder vara lämpade för rening (Haq, 2017).

Li et al. (2010) drar slutsatsen att om regnvatteninsamlingsystem är välskött kommer vattenkvaliteten vara hög. Exempel på reningstekniker som är vanligt förekommande för regnvatten är filtration, desinfektion och bortledning av *first-flush*, och ofta rekommenderas en kombination av dessa (Mendez et al., 2011). Dessa reningstekniker beskrivs mer nedan. Innan dessa reningstekniker appliceras är det ofta bra att med hjälp av exempelvis ett nät eller ett såll för att ta bort löv och andra större föremål (Haq, 2017).

### 2.5.1 Bortledning av *first-flush*

Med begreppet *first-flush* bortledning menas att det första regnvattnet som avrinner från en yta bortleds. Detta eftersom det första regnvattnet oftast innehåller högre halter av material som ansamlats på taket. *First-flush* bortledning är vanligt förekommande för regnvatteninsamling och rekommenderas ofta som en del av reningen (Silva Vieira et al., 2013).

---

<sup>1</sup>Dennis Hammargren, ConClean, intervju, 19 mars 2020.

Anledningen till de högre halterna är att det under tiden då det inte regnar ackumuleras partiklar och annat på takytan som sedan sköljs med regnet (Gikas et al., 2012). Studier har påvisat att just det första vattnet har högre koncentrationer av organiskt material och exempelvis koliforma bakterier. För att uppnå lägre halter i regnvattnet kan därför *first-flush* bortledas (Gikas et al., 2012). Det har även påvisats att regnintensiteten har påverkan på hur snabbt ackumulerat material spolas bort och att med en högre intensitet blir ytan fortare ren och en mindre volym *first-flush* krävs (Förster, 1999). För volymen som bör bortledas finns olika rekommendationer. Förster (1999) föreslår de första 1-2 mm av varje regn, Coombes et al. (2002) använde sig av 0,5 mm och Yaziz et al. (1989) anger 2 mm. Dessutom finns det en korrelation mellan antalet dagar utan nederbörd och föroreningsgraden av *first-flush* regnvattnet och högre halter av bland annat organiskt material och antalet mikroorganismer med ett ökat antal nederbördfria dagar (Yaziz et al., 1989).

### 2.5.2 Filtrering

Det finns flera olika metoder för att rena regnvatten med hjälp av filter. Bland teknikleverantörer i Sverige förekommer regnvatteninsamlingssystem med lösningar såsom filterschakt, vertikala filter, självrensande filter och partikel- och kolfilter (WaterCare, u.å.; TyskaMRV, u.å.; ConClean, u.å.; 4evergreen, u.å.). För tak som kan avge tungmetaller, såsom zink, kan även rening som avlägsnar dessa användas. Teknikleverantörer Watercare har en HMR anläggning för detta ändamål (WaterCare, u.å.). Vertikala filter har fördelen jämfört med horisontella att smuts inte kan ansamlas på samma sätt och därför inte kräver samma underhåll (TyskaMRV, u.å.). Kolfilter är effektiva för att rena bort lukt och smak från vatten. Kolfilter är porösa och har en stor yta dit föroreningar kan binda. En nackdel med dessa är dock att bakterier och andra mikroorganismer inte dör och därför kan metoden kombineras med annan rening som avlägsnar dessa (Rainharvesting systems, 2018).

Silva Vieira et al. (2013) undersökte effektiviteten för rening av uppsamlat regnvatten med filtration. Målet var att filtrationen enkelt ska kunna appliceras i hushåll, inte kräve energi och dessutom var självrenande. Slutsatsen var att det går att designa enkla system som kan uppnå en relativt effektiv rening, men att det är viktigt att använda passande material. Det filtermaterial som enligt studien var mest effektivt för att ta bort partiklar i regnvattnet var polypropylen. Membranfilter har även visats kunna vara effektivt för att rena regnvatten till dricksvattenkvalitet (Helmreich et al., 2009). Dessa filter har en mindre porstorlek och mikroorganismer som är större fastnar. Däremot kan de som är mindre än porstorleken ta sig igenom och därför kan kombination med desinfektion vara nödvändig för säker konsumtion (Helmreich et al., 2009).

### 2.5.3 Desinfektion

En av de vanligaste och praktiskt enklaste metoderna för att förbättra den mikrobiella kvaliteten av regnvatten är klorinering. Klorinering har visats inaktivera de flesta mikroorganismer som kan vara skadliga, även om det finns en risk att vissa kan vara resistenta (Helmreich et al., 2009). För klorinering bör halten klorin hållas inom spannet 0,2-0,5 mg/l för att säkerställa att vattnet är desinfekterat och inte utgör en risk för hälsa (RAIN, 2008). Om halten organiskt material är hög i regnvattnet kan det skapa problem i samband med klorinering, detta eftersom det då kan bildas oönskade biprodukter. Det är rekommenderat att klorinering sker efter lagring men innan användning i hushåll eftersom det finns en risk att det kommer in organiskt material i tanken (Helmreich et al., 2009).

I en studie från USA visades att den vanligast förekommande reningsmetoden för regnvatteninsamling i landet var behandling med UV-strålning (Thomas et al., 2014). Metoden har fått uppmärksamhet då den visats kunna ta bort flera skadliga organismer mycket effektivt (Naddeo et al., 2013). Det är dock nödvändigt att minska på organiskt material även vid UV-desinficering som kan bli mindre effektiv vid en hög turbiditet (Naddeo et al., 2013).

Pastörisering är en billig metod som kan fungera genom att värme oskadliggör mikroorganismer tillsammans med direkt solljus. Detta kan göras genom att ha vattnet i genomskinliga behållare. För att rena effektivt är det bra om vattnets temperatur uppgår till minst 50 °C och att vattnet är fullt syresatt. Även denna metod kräver en låg halt organiskt material för att fungera effektivt (Li et al., 2010).

## 2.6 Juridiska aspekter om vatten i Sverige

Lagstiftningen i Sverige som berör vatten är ett resultat av en lång tids kontinuerliga åtgärder och tillkommandet av nya lagar. Frågan berörs i flera olika lagstiftningar, där de viktigaste kan anses vara Miljöbalken (MB) (SFS1998:808), Plan- och bygglagen (PBL) (SFS2010:900) och Lagen om allmänna vattentjänster (LAV) (SFS2006:412). Det finns även viss influens från EU. På grund av det sätt som lagstiftningen kommit till i Sverige, det vill säga stegvis, kan det finnas vissa frågor som inte regleras någonstans och vissa kan omnämnas i flera lagar parallellt, och bidra till viss inkonsekvens av vad som gäller (Christensen, 2015). Olika aktörer har olika ansvar vad gäller vatten och vattenförsörjning. En stor del av ansvaret ligger på kommuner, men även myndigheter och fastighetsägare. Myndigheter som har ansvar som berör vattenfrågan är bland annat Sveriges geologiska undersökning (SGU), Havs- och vattenmyndigheten (HaV), Livsmedelsverket och Boverket (Christensen, 2015).

I avsnitten nedan beskrivs övergripligt de olika lagstiftningarna och aktörer som berör vatten och som påverkar hur vattenfrågan hanteras i Sverige.

### **2.6.1 Lagar**

MB finns till för att skydda miljö och människors hälsa. MB berör vatten på flera olika sätt, däribland skydd av vattentäkter, beredning och distribution av dricksvatten och hantering av dagvatten (Svenskt Vatten, 2016). Syftet med MB är även att främja hållbar utveckling och att förespråka återanvändning och kretslopp samt att använda resurser på ett hållbart vis (Christensen, 2015).

LAV reglerar när ansvaret för vattenförsörjningen ligger på kommunen. I den regleras även hur kostnader bestäms och vilka skyldigheter och rättigheter som den som erhåller vattnet har (Christensen, 2015). I LAV är det ”i första hand hushållens behov av vatten som ska tillgodoses”.

PBL finns till för att beskriva hur mark och vatten ska användas i planering och lagen tillämpas av kommuner (Christensen, 2015). Ett syfte med PBL är att se till att vatten kan tillgodoses och att kvaliteten av vatten är tillräckligt god för att kunna drickas, laga mat och sköta hygien med utan att det ger en risk för hälsan (Boverket, 2017). I MB finns en formulering som gör att den ska tolkas med begreppet hållbar utveckling i åtanke medan det inte finns en liknande formulering i PBL (Christensen, 2015).

En kommun kan exempelvis inte ge bygglov om det inte finns förutsättningar att tillgodoses avlopp och vatten mot rimliga kostnader. Rent teoretiskt kan oftast VA-frågan lösas på alla platser tekniskt sätt. Däremot måste även kostnader vägas in enligt PBL och anses vara rimliga. Om det ligger tryck på exploatering på en plats kan exempelvis högre kostnader accepteras (Christensen, 2015). Om det inte finns en detaljplan för området görs bygglovsansökan och det prövas om lämplighet och krav på utformning kan ställas. Finns detaljplan görs bedömning mot denna (Christensen, 2015).

### **2.6.2 Aktörer**

Kommuner har ansvar för bland annat att göra bygglovsprövningar och ge bygglov i enlighet med PBL. Ansvaret för framtagande av detaljplaner, översiktsplaner och VA-planer ligger även på kommuner. Enligt LAV ska kommuner ansvara för vattenförsörjningen i de fall där lagen gäller och även ansvara för drift och underhåll. Dessutom är kommuner tillsynsmyndighet för bland annat små och stora avloppsanläggningar, vattentäkter, enskilda brunnar och för utsläpp av dagvatten. De är även fastighetsägare som behöver VA-tjänster själva (Christensen, 2015). Kommunerna kan även välja att lägga över vattenförsörjningsansvaret på ett kommunalt bolag.

Länsstyrelser och statliga myndigheter skriver myndighetsföreskrifter för respektive område som myndigheten ansvarar för (Christensen, 2015). Länsstyrelser är ofta drivande i framtagande av vattenförsörjningsplaner, de kan inrätta vattenskyddsområden och är tillsynsmyndighet för viss miljöfarlig verksamhet och större grund- och ytvattentäkter. I Sverige är dricksvatten sett som ett livsmedel och därför ligger ett ansvar på livsmedelsverket att ta fram föreskrifter om dricksvattenstandarder för att skydda människors och djurs hälsa. Deras föreskrifter gäller för de anläggningar som försörjer 50 personer eller fler, eller anläggningar som levererar mer än 10 m<sup>3</sup> dricksvatten per dygn. Livsmedelsverket ger även råd för enskilda brunnar. HaV har ansvaret för att samordna regionala vattenmyndigheter för att förvalta kvalitet på vattenmiljö i landet. Dessutom ansvarar HaV för föreskrifter om hur sjöar och vattendrag ska förvaltas. Boverkets ansvarsområden inkluderar bland annat hushållning av mark och vattenområden, frågor om boende och föreskrifter om byggande. Boverkets byggregler ställer exempelvis krav på tappkallvattnets kvalitet i installationer. SGU är den myndighet som bestämmer kvalitetskrav för grundvatten (Christensen, 2015).

Ansvaret för vattenförsörjning ligger på fastighetsägaren i de fall den befinner sig utanför det kommunala verksamhetsområdet. Dessa områden inkluderas därmed inte i LAV. Rätten till en enskild va-anläggning kan skrivas på en fastighet eller dess ägare. Skillnaden blir att om den är knuten till fastigheten övergår rätten även om fastighetsägaren byts. Fastighetsägare kontrollerar sina egna vattentäkter i dessa fall och ska även kontrollera sina dricksvattenanläggningar i egenhet med ett egenkontrollprogram (Christensen, 2015).

## **2.7 Social acceptans och ekonomiska aspekter med regnvatteninsamling**

Social acceptans är en viktig del i att anamma nya tekniker som regnvatteninsamling och flera studier har gjorts på området. Även om det idag redan finns en välfungerande och effektiv teknik, innebär det inte att acceptans nödvändigtvis finns hos befolkningen. I en studie genomförd i Storbritannien av Fewkes (2012) konstaterades att det finns sociala hinder för implementering av regnvatteninsamlingssystem. En stor del i denna problematik är att det saknas kunskap och inte finns tillräcklig och lättillgänglig information. Studien konstaterade även att det behövs mer forskning om de positiva effekterna på hållbarhet från användning av regnvatteninsamlingssystem. Dessa kan vara exempelvis effekterna av minskat uttag av grundvatten och minskad föroreningsbelastning vid kraftiga regn, men även påverkan från materialanvändning vid konstruktion av system för regnvatteninsamling. Om det finns stora miljövinster kan det bidra till att öka viljan hos invånare att installera systemen (Fewkes, 2012).

Det finns flera viktiga steg för att integrera nya tekniker i samhället och att öka deras användning (Brown et al., 2009), såsom regnvattenanvändning i Sverige. Dessa inkluderar medvetenhet och insikt om att det finns ett problem och en lösning till problemet. Därefter insikt om de fördelar som finns med tekniken och det bör finnas lättillgänglig information. Dessutom behövs gynnsamma förhållanden med regler samt att en marknad kan växa fram för tekniken. Klimatförändringar och en ökande befolkning är drivande i att ifrågasätta den konventionella vattenförsörjningen och att det kan krävas mer hållbara lösningar. Det finns i dagsläget viss acceptans mot lösningar för regnvatteninsamling men mer arbete och studier behövs på området. De identifierade hinder för implementering som fanns vara dels hälsa, men även andra faktorer såsom kostnader, skötsel och godkännandeprocesser för systemen (Brown et al., 2009).

Papasozomenou et al. (2019) visade att projekt för regnvatteninsamling kan tillkomma på många olika sätt. Tre olika angreppssätt identifierades i studien i tre olika projekt. Ett projekt uppkom som en gräsrotsrörelse, ett var statligt finansierat och ett var initierat av ett företag. Studien rekommenderar att använda de olika möjliga vägarna att utöka användningen av regnvatteninsamling och utnyttja olika angreppssätt. Platser kan skilja sig och vad som fungerar på en plats kanske inte är effektivt på en annan (Papasozomenou et al., 2019).

Kostnad är en viktig faktor för att få personer att installera regnvatteninsamlingssystem. Det är viktigt att analysera och designa ett regnvatteninsamlingssystem noggrant innan det installeras för att säkerställa att det blir effektivt i drift och fungerar som det är tänkt (Santos et al., 2013). Enligt en studie genomförd i Australien om regnvatteninsamling angavs att över hälften av de personer som i en undersökning valt att inte installera regnvatteninsamlingssystem att anledningen var kostnaden (enHealth, 2010).

Olika regleringar kan gynna den ekonomiska lönsamheten med regnvatteninsamling. En förklaring till att regnvatteninsamlingssystem är mer utbrett i Tyskland skulle kunna vara deras två-delade vattenavgift. Det är dels en kostnad för mängden avloppsvatten och dels en kostnad kopplad till takyta. Detta innebär därmed att det även finns en större vinst i att avleda regnvatten för att minska på vattenkostnaderna (Fewkes, 2012). I Australien har de bland annat underlättat implementering med förenklade regler och även infört ekonomiska medel för att öka användningen (Parsons et al., 2010). Regeringen i Australien erbjuder bidrag för de hushåll som installerar system för regnvatteninsamling (Domènech et al., 2011). Forskningen inom regnvatteninsamling har idag inte ett fokus på miljövinster och återanvändning utan mer på ekonomiska faktorer och att dra ner på vattenförbrukningen (Parsons et al., 2010).

En studie genomförd i Barcelona visade att det finns ett påvisat stöd för att använda regnvatten till dricksvatten och även att det finns potential i att införa bidrag för att öka användningen av regnvatteninsamling (Domènech et al., 2011). Det största hindret var de långa återbetalningstiderna som regnvatteninsamlingssystem ofta innebär. Vid nybyggnation är lokala regler en bra metod för att se till att implementeringen ökar. I vissa kommuner i Katalonien har de infört bidrag för de som installerar regnvatteninsamlingssystem, men bidraget inte kan överstiga 50 % av kostnaden. Det finns även krav för byggnader som har en bevattningsyta på över 300 m<sup>2</sup> att installera system för regnvatteninsamling (Domènech et al., 2011).



## 3 Metod

Nedan beskrivs metoden för studien som innehåller litteraturstudie, beräkningar av hur mycket regnvatten som kan samlas in i Järlåsa och effektivitet samt intervjuer med kommuner och teknikleverantörer.

### 3.1 Litteraturstudie

En litteraturstudie genomfördes för att samla in information om regnvatteninsamlingsystem. Områden som studerats var lagring av regnvatten, regnvattenkvalitet, reningstekniker och juridiska aspekter i Sverige. Studier både från Sverige och andra länder lästes. Även lämpliga beräkningsmetoder som andra studier använts sig av för dimensionering av regnvatteninsamlingsystem har inkluderats i litteraturstudien.

### 3.2 Intervjuer

Kvalitativa semi-strukturerade intervjuer (Bryman, 2011) genomfördes med fem stycken kommuner. Syftet med frågorna var att förstå de olika kommunernas syn på regnvatteninsamling och hur mycket det används idag. Frågorna berörde områden såsom användning av regnvatteninsamling idag inom kommunen, bygglov och krav samt hinder och drivkrafter för implementering. Fokus lades på kommuner i området kring Stockholm och Uppsala, samt att Gotland inkluderades eftersom de länge haft vattenbrist. För att få kontakt med kommuner skickades mejl de som arbetar med vattenfrågor hos de olika kommunerna. De som deltog i intervjuer var Uppsala kommun, Värmdö kommun, Haninge kommun, Region Gotland och Östhammars kommun. Dessutom genomfördes en intervju med Uppsala Vatten, eftersom det är dem som till stor del hanterar vattenfrågor i Uppsala län. Uppsala Vatten frågades, utöver de frågor som formulerats för kommunen, även om situationen i Järlåsa som en del av beskrivningen av problemsituationen i detta område. Frågorna som ställdes var öppna och intervjupersonerna tilläts svara fritt i enighet med intervjumetoden (Bryman, 2011).

Frågorna delades in utifrån kategorier baserat på berört ämne, se Tabell 1 för indelning. Detta gjordes för att kunna sammanställa de viktigaste punkterna för varje frågekategori och göra resultatet lättolkat. För de intervjufrågor som användes för intervjuer av kommuner, se Appendix B. Det totala antalet huvudfrågor var nio stycken och vissa av frågorna var uppdelade i delfrågor. I några av intervjuerna ställdes följdfrågor för att utvidga vissa svar där möjligheten fanns. Alla intervjuer genomfördes via telefon eller Skype och spelades in för att därefter transkriberas. Intervjusvaren för respektive kommun anges i resultatet som referat där det viktigaste svaren sammanställs.

*Tabell 1: Kategorier för intervjufrågor som ställdes till kommuner.*

Ämnesområde	Förkortning	Berörs i fråga
Användning av regnvatteninsamling idag	Användning	1, 3
Potentialen för regnvatteninsamling och inställning	Potential	2
Bygglov och krav från kommunen	Bygglov	4, 5
Hinder för implementering	Hinder	6, 7
Drivkrafter för implementering	Drivkrafter	8, 10
Uppmuntran till användande	Uppmuntran	9

Intervjuer genomfördes även med två teknikleverantörer. Metoden för dessa var delvis strukturerade intervjuer och frågor om bland annat om försäljning, underhåll och rening som redovisas i tabellform. Även inkluderades frågor om drivkrafter och hinder för implementering av regnvatteninsamlingssystem och dessa följde en semi-strukturerad metod. Det totala antalet intervjufrågor var elva, men även i dessa intervjuer fanns flera frågor som var uppdelade i delfrågor. För de intervjufrågor som användes för teknikleverantörer, se Appendix C.

### 3.3 Datainsamling

För fallstudien i Järlåsa behövdes data om nederbörd, vattenförbrukning och avrinningsytor. Nedan beskrivs datainsamlingen för respektive del mer ingående. Data begränsades av vattenförbrukningsdata som erhöles för en period på 19 år mellan 2000 till 2018.

#### 3.3.1 Nederbördsdata

Nederbördsdata har hämtats från SMHI:s mätstation ”Vittinge” som är beläget cirka 10 km väster om Järlåsa (år 2000-2005: N59.9007°, E17.0263°, år 2006-2018: N59.9000°, E17.0230°). Data är i form av dygnsnederbörd (mm) och samlas in för perioden 2000-01-01 t.o.m. 2018-12-31. Mätningar genomförs en gång per dygn på 2 m höjd över marken och mätstationen är belägen cirka 50 m över havet. Mätstationen har varit aktiv sedan 1973. Dygnsnederbörden registrerades kl 06 varje dygn (SMHI, u.å.[d]). I de fall där det hänvisas till ett nederbördsrikt år valdes 2012 och för ett nederbördsfattigt år valdes 2018.

#### 3.3.2 Temperaturdata

Data om temperatur användes för att avgöra om nederbörden föll som snö eller som regn. Temperaturdata togs från SMHI:s mätstation ”Uppsala Flygplats” som är beläget cirka 10 km nordväst om centrala Uppsala och cirka 20 km öster om Järlåsa (N59.8953°, E17.5935°). Mätstationen är belägen 21 meter över havet och mät höjden är 2 meter över

markytan. Luftmedeltemperaturen registreras 1 gång/dygn kl 00 och mätstationen har varit aktiv sedan 1949 (SMHI, u.å.[d]).

### 3.3.3 Avrinningsytor

Generellt har vatten som avrinner från takytor god kvalitet (Haq, 2017). Utifrån detta har det antagits att de ytor som kan användas för regnvatteninsamling i Järlåsa är takytor.

Svenskt Vatten utgår i sina beräkningar från ett hushåll med en takyta på 150 m<sup>2</sup> för ett 3 personshushåll, som de benämner Typhus A. Typhus A gäller ett fristående småhus med en vattenförbrukning på 150 m<sup>3</sup>/år (Svenskt Vatten, 2019b). I beräkningarna användes en takyta på 120 m<sup>2</sup> för ett hushåll. Detta var en uppskattning av vad en takyta för ett enbostadshus skulle kunna vara i Järlåsa. I känslighetsanalysen varierades takytan för att få en bild av hur den påverkar resultatet.

I litteratur förekommer olika värden för avrinningskoefficienter, och den beror främst av materialet samt lutningen på takytan. I Liu et al. (2014) angavs för byggnadstak avrinningskoefficienten till 0,85, i Sanches Fernandes et al. (2015) angavs spannet 0,80-0,95, i Patel et al. (2008) sattes den till 0,90 för metalltak och 0,80 för övriga taktyper och i Hofman-Caris et al. (2019) varierade den mellan 0,70-0,95 med ett medel på 0,80. Ett antagande gjordes baserat på litteratur att avrinningskoefficienten för taken i Järlåsa var 0,85.

### 3.3.4 Vattenförbrukning

Data på vattenförbrukningen i Järlåsa har erhållits från Uppsala Vatten för åren 2000 till och med 2018. Data var i form av volymer dricksvatten som debiterats av hushåll och även den totala volymen som även inkluderade industri och övrigt samt den producerade mängden dricksvatten från vattenverket per år. Desutom erhöles data på antalet anslutna personer för varje angivet år. Data på mängd som används till bevattning i Järlåsa har inte erhållits och vattenbehovet för bevattning har inte undersökts i denna studie.

## 3.4 Beräkningar

De beräkningar som gjordes använde nederbördsdata för att beräkna volymen som kan samlas in från takytor. Därefter beräknades effektiviteten, som är ett mått på hur stor del av vattenbehovet som kan ersättas av regnvatten. Beräkningarna gjordes i MATLAB för perioden år 2000 till 2018. Valet av tidsperiod berodde på vilken data som kunde samlas in och begränsades i detta fall av vattenförbrukningsdata.

### 3.4.1 Antaganden för beräkningar

Följande antaganden gjordes för beräkningarna:

- All nederbörd som föll när temperaturen understeg noll grader föll som snö och lagrades på taket. När temperaturen översteg noll började snön smälta med 3,5 mm/°C och dygn, även kallat graddagsfaktor och avser då att 3,5 mm nederbörd i form av vatten smälter per grad och dygn (Rodhe et al., 2006).
- Avrinningskoefficienten antogs var konstant hela året och sattes till 0,85.
- De första 1 mm nederbörd antogs bortledas varje dygn med *first-flush* de dygn nederbörden översteg 1 mm. De dygn då nederbörden understeg 1 mm blev inflödet till tanken noll.
- 2000-01-01 var lagringen på taket i form av snö och volymen i tanken båda noll.
- Fördelningen mellan olika användningsområden (exempelvis toalettspolning, dusch) antogs vara samma som medel i Sverige enligt data från Svenskt Vatten, se Figur 1.
- Vattenförbrukningen utgick från årsvärden på vattenförbrukning, och antogs vara samma för varje dygn under året.
- Temperaturdata från Uppsala Flygplats saknades för 15 dygn mellan datumen 2003-12-25 och 2000-01-08 och antogs vara -1 °C under perioden eftersom det var en vintermånad.
- Regnvatten användes endast till hushållsbehov och ett standardhushåll i Järlåsa antogs vara på tre personer och ha en takyta på 120 m<sup>2</sup>.

### 3.4.2 Massbalans

För att beräkna mängden regnvatten som lagras i en tank med en viss storlek och vid en viss tidpunkt användes en massbalans, se Ekvation 1. Beräkningar gjordes per dygn för perioden 2000-01-01 t.o.m. 2018-12-31, d.v.s. en tidsperiod på 19 år.

$$V_{tank,t} = V_{tank,t-1} + V_{in,t} - V_{out,t} \quad (1)$$

$V_{tank,t}$  är volymen i tanken vid en viss tidpunkt och  $V_{in,t}$  är den ingående volymen för varje dygn och  $V_{out,t}$  är den utgående volymen.  $V_{tank,t-1}$  är volymen som finns kvar i tanken från föregående dygn.  $V_{tank,t}$  kan inte överstiga tankens maximala kapacitet och inte heller anta negativa värden och sätts till noll om  $V_{tank,t}$  understiger noll. Alla volymer har enheten m<sup>3</sup>. I Ekvation 2 kan ses hur  $V_{in}$  beräknades.

$$V_{in,t} = \frac{P \cdot \varphi \cdot A}{1000} \quad (2)$$

Där P är nederbörden i mm,  $\varphi$  är avrinningskoefficienten och A är takytan i m<sup>2</sup>. I Ekvation 3 kan ses hur  $V_{out}$  beräknades.

$$V_{out,t} = N \cdot T \cdot R \quad (3)$$

Där N är antalet boende i hushållet, T är vattenförbrukningen i m<sup>3</sup>/person för varje dygn och R är andelen av den totala dricksvattenförbrukningen som kan ersättas med regnvatten. Hur R sattes beskrivs i avsnitt 3.4.4.

I simuleringen togs hänsyn till att en del av nederbörden försvann i och med *first-flush*, dvs att det första regnvattnet varje vid nederbördstillfälle avleds. Om nederbörden understeg *first-flush* togs den bort. Gränsen sattes till de första 1 mm nederbörd varje dygn. Detta motsvarade för ett tak på 120 m<sup>2</sup> cirka 100 liter givet en avrinningskoefficient på 0,85.

### 3.4.3 Effektivitet

Effektivitet är benämning som anger hur stor del av dricksvattenbehovet som kan ersättas av regnvatten, och kan även benämnas Water Saving Efficiency (WSE) (Villarreal et al., 2005). Effektiviteten av en viss tankstorlek har utvärderats genom att beräkna förhållandet mellan andelen regnvatten som används under en viss tidsperiod och det totala behovet av dricksvatten under den perioden. Det totala behovet beräknas vara de delar av dricksvattenförbrukningen som kan ersättas av regnvatten. Beräkningen av detta gjordes med Ekvation 4. För vidare analys av effektivitet så användes rekommendationen från Santos et al. (2013) på 80 % effektivitet. Tankstorlekar där detta krav uppnåddes analyserades ytterligare med avseende på år och årstidsvariationer.

$$WSE = \frac{I_R}{V_{behov}} \quad (4)$$

där  $I_R$  är den totala mängden insamlat regnvatten i m<sup>3</sup> från avrinningsytan och  $V_{behov}$  är den del av dricksvattenbehovet, även det i m<sup>3</sup>, som kan ersättas med regnvatten.

### 3.4.4 Vattenanvändning och indelning i scenarier

För att utvärdera den tekniska potentialen av regnvatteninsamling för hushåll i Sverige användes olika scenarier där regnvattnet antogs användas till olika ändamål. Utifrån schablonvärden (se Figur 1) och vattenförbrukningen i Järlåsa antogs mängden dricksvatten som går till olika ändamål, såsom tvätt och toalettspolning för varje person i ett hushåll. I Tabell 2 utgår scenarierna från olika användning av regnvatten baserat på dessa schablonvärden. Andelen av den totala dricksvattenförbrukningen används för att beräkna

volymen utflöde ur regnvattentanken, se Ekvation 3.

*Tabell 2: Scenarier som användes för beräkningar.*

	Användningsområden för regnvatten	Andel av totala dricks-vattenförbrukningen
<i>Scenario 1</i>	Toalettspolning	21 %
<i>Scenario 2</i>	Toalettspolning och tvättmaskin	32 %
<i>Scenario 3</i>	All förbrukning förutom mat och dryck samt disk	80 %
<i>Scenario 4</i>	All förbrukning	100 %

### 3.4.5 Känslighetsanalys

En känslighetsanalys genomfördes för simuleringen där olika parametrar varierades för att se vilken inverkan det hade på de framräknade värdena på effektiviteten för de olika scenarierna. De parametrar som varierades var takyta, antal personer i hushållet, avrinningskoefficient samt olika antaganden om *first-flush* bortledning. För känslighetsanalysen sattes tankstorleken till 4000 liter för samtliga scenarier. Syftet var att minska antalet beräkningar och att resultatet borde visa samma trend för även mindre tankstorlekar. 4000 liter valdes för att det var en undersökt tankstorlek för scenario 2 och att en större tank kunde behövas för att bli effektiv även för scenario 3 och 4. Det bedömdes kunna framgå tydligare med en större tankstorlek än med en mindre.

## 3.5 Ekonomi

### 3.5.1 Kostnader

Kostnader erhöles från intervjuer med teknikleverantörer, via mejlkontakt med teknikleverantörer samt sökning på hemsidor som säljer regnvatteninsamlingssystem. Kostnader kunde samlas in för kompletta system men däremot inte inkluderat installationskostnader.

### 3.5.2 Besparingar

Besparingar som kan göras med regnvatteninsamlingssystem där invånarna har kommunal vattenförsörjning är i VA-taxa till följd av en minskad dricksvattenförbrukning. VA-taxan i Uppsala är indelad i tre delar som är enligt följande (Uppsala Vatten, u.å.[b]):

- Fast avgift för vattenmätare: 2500 kr/år
- Per lägenhet: 1435 kr/år
- Rörlig avgift: 16,68 kr/m<sup>3</sup> (dag-, dricks- och avloppsvatten)

## 4 Fallstudie: Regnvatteninsamling i Järlåsa

### 4.1 Järlåsa

I Järlåsa bodde år 2019 554 invånare (Wikipedia, 2020). Orten är belägen cirka 25 km västerut från centrala Uppsala. Idag får invånarna sitt dricksvatten från ett vattenverk beläget i Järlåsa som varit i drift sedan år 1957 <sup>2</sup>. Enligt data från Uppsala Vatten debiterade vattenverket totalt 22 583 m<sup>3</sup> dricksvatten år 2018, varav 18 836 m<sup>3</sup> var till hushåll (83 %). Det totala antalet anslutna personer till vattenverket var det året 491 stycken <sup>3</sup>.

### 4.2 Vattenbrist i Järlåsa

148 hushåll i Järlåsa skrev under ett lokalt vattenuppror under år 2019 och anledningen till upproret var de återkommande bevattningsförbuderna som gjort invånarna missnöjda med vattenförsörjningen (Rydell, 2019). Enligt Uppsala Kommuns översiktsplan från 2016 finns kapacitet för 20 ytterligare bostäder i Järlåsa fram till år 2050 och antalet begränsas av den dåliga vattentillgången (Uppsala Kommun, 2016). Från Järlåsaborna finns önskemål om en vattenledning från Uppsala, men p.g.a. ortens få antal invånare kan det bli en orimligt dyr lösning (Rydell, 2019). Enligt Uppsala Kommun kan kostnaden uppgå i 150-200 miljoner kronor för en sådan lösning, baserat på en liknande ledning som dragits österut från Uppsala (Rydell, 2019). I översiktsplanen anges även att för finansiering av en vattenledning från Uppsala skulle vara rimlig behöver antalet hushåll öka med 2700 stycken (Uppsala Kommun, 2016).

Idag genomförs undersökningar för att se om grundvatten kan tas ut på tre andra platser. Flera olika lösningar undersöks, även lösningar som innebär infiltration (av exempelvis ytvatten) för att förbättra grundvattentillgången till dricksvattenverket och möjlighet för en närliggande sjö att bli vattentäkt. I närliggande områden har det funnits deponier och en skjutbana som skulle ha kunnat påverka grundvattnet och bidragit till föroreningar. Detta undersöktes också när möjligheterna för nya källor till råvatten utreds <sup>2</sup>.

Bevattningsförbud rådde i Järlåsa från juni till september 2017. Orsaken var låga grundvattennivåer i grundvattenmagasinen i sin tur berodde på låg nederbörd. Förbudet omfattade att det inte var tillåtet att fylla sin pool, använda högtryckstvätt, vattenslang eller vattenspridare och rengöring av exempelvis fasad. Uppsala Vatten försörjde Järlåsa med vatten som kördes ut med 5 tankbilar per dag under perioden (Olsson, 2017; Sandhammar, 2017). Kostnaden för dessa uppgick till 200 000 kronor det året

---

<sup>2</sup>Irina Persson och Maria Lindqvist Pettersson, Uppsala Vatten, intervju, 25 mars 2020.

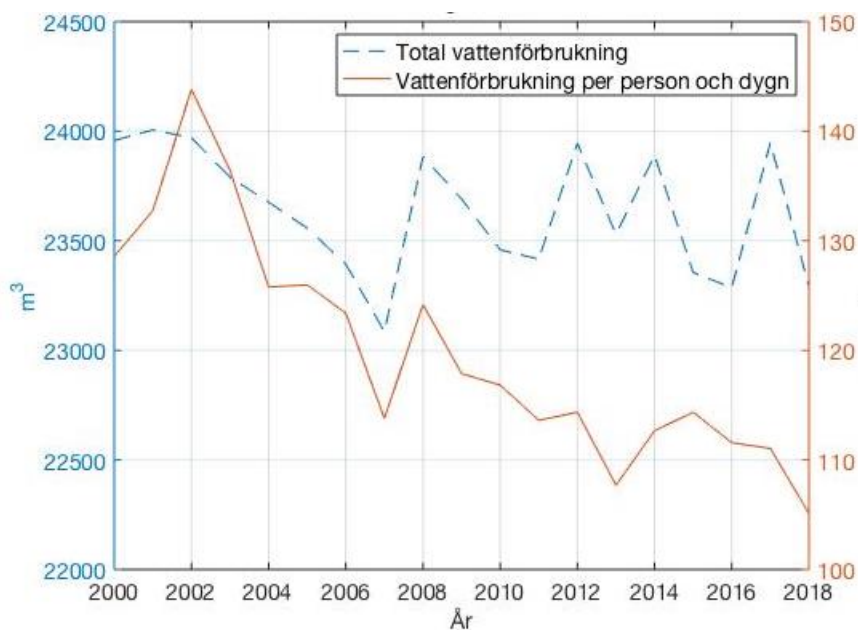
<sup>3</sup>Uppsala Vatten, E-post, 25 februari 2020.

Under bevattningsförbudet sparades totalt 35 000 m<sup>3</sup> vatten i de fyra orter som hade bevattningsförbud (Järlåsa, Vattholma, Ramstalund och Skyttorp). Av dessa orter minskade användningen mest i Vattholma och Ramstalund men minskningen var mindre i Skyttorp och Järlåsa. De mindre orterna kring Uppsala är mer känsliga på grund av de små magasinstorlekarna. I dessa områden där grundvattentillgången är känslig mot torka är det extra viktigt att hålla nere på uttaget från magasinerna (Uppsala Vatten, 2019).

År 2018 upptäcktes en bensinförening som gjorde att vattenverket tvingades minska produktionen och att Uppsala Vatten körde ut tankbilar från Uppsala för att täcka behovet. Nästan hela året 2018 kördes tankbilar ut och kostnaden för detta blev 2 miljoner kronor <sup>4</sup>.

### 4.3 Vattenförbrukning

I Figur 3 visas dricksvattenförbrukningen över tid i Järlåsa.



**Figur 3:** Vattenförbrukning (debiterat av anslutna hushåll) i Järlåsa. Total volym i m<sup>3</sup> debiterat (blå kurva) och per ansluten person i liter (orange kurva). Data från Uppsala Vatten för åren 2000-2018.

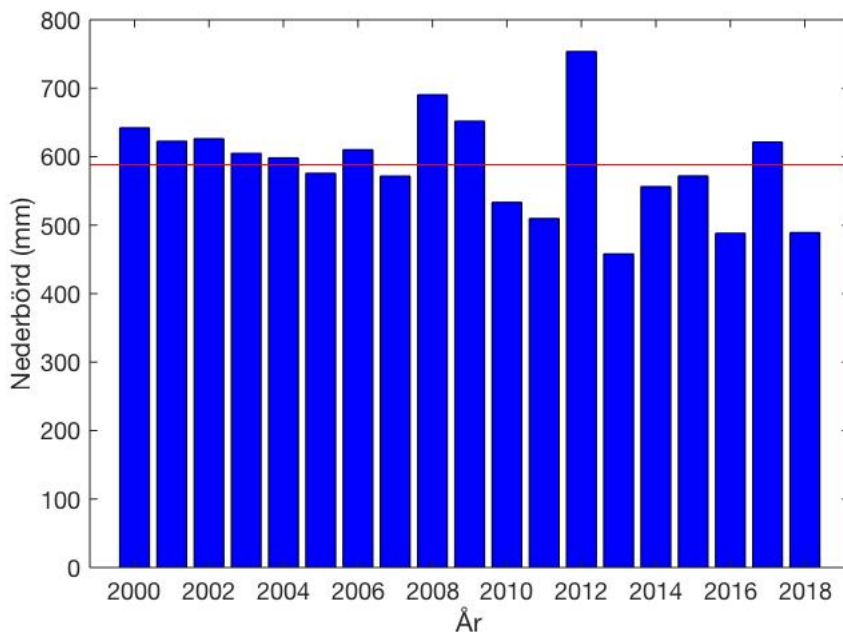
I Figur 3 går det att utläsa att vattenförbrukningen per person och dygn har gått ner sedan år 2000. År 2018 låg vattenförbrukningen på 105 L/person och dygn vilket är betydligt lägre än genomsnittet i Sverige som ligger på omkring 140 L/person och dygn (Svenskt Vatten, 2019a). Däremot går samma trend inte att se för den totala vattenförbrukningen i Järlåsa. Detta kan förklaras med att antalet invånare har ökat samtidigt som dricksvattenförbrukningen per person gått ner. År 2000 var antalet anslutna personer 390 och år 2018 hade antalet gått upp till 491 anslutna.

<sup>4</sup>Irina Persson och Maria Lindqvist Pettersson, Uppsala Vatten, intervju, 25 mars 2020.



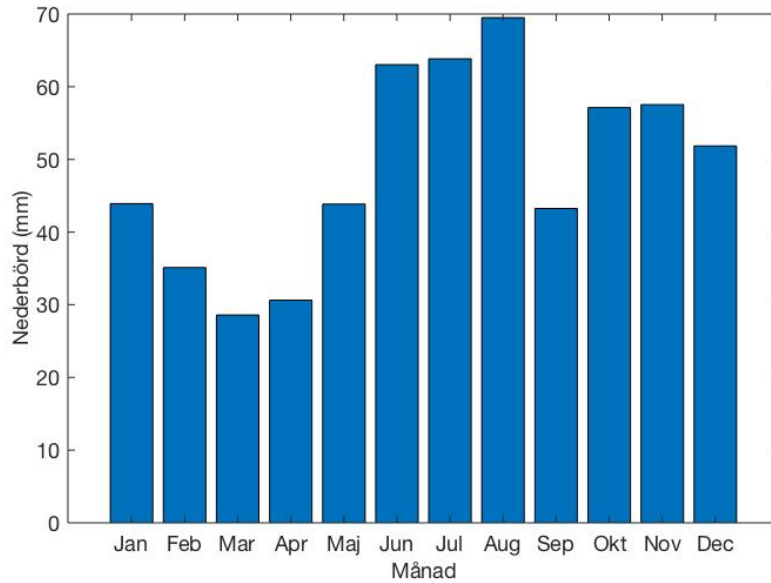
## 4.4 Nederbörd

Figur 4 visar den totala nederbörden per år för SMHI:s mätstation Vittinge mellan år 2000 och 2018. Det året med störst nederbörd var år 2012 och var då drygt 750 mm, och det år med lägst nederbörd var år 2013 då det endast regnade cirka 450 mm. Medelvärdet per år under perioden var cirka 590 mm/år.



**Figur 4:** Årsnederbörd (mm) från SMHI mätstation Vittinge år 2000 till 2018 (SMHI, u.å.[d]). Den röda linjen är årsmedel för perioden.

Figur 5 visar medelnederbörden per månad under perioden 2000-2018. Det går att se att den månad med mest nederbörd är augusti med strax under 70 mm och den nederbördsfattigaste månaden var mars med cirka 30 mm. Fördelningen över året är relativt jämn men nederbörden är generellt större på sommaren och som lägst i mars och april.



**Figur 5:** Månadsmedelvärde av i nederbörd (mm) från SMHI:s mätstation Vittinge för åren 2000 till 2018 (SMHI, u.å.[d]).

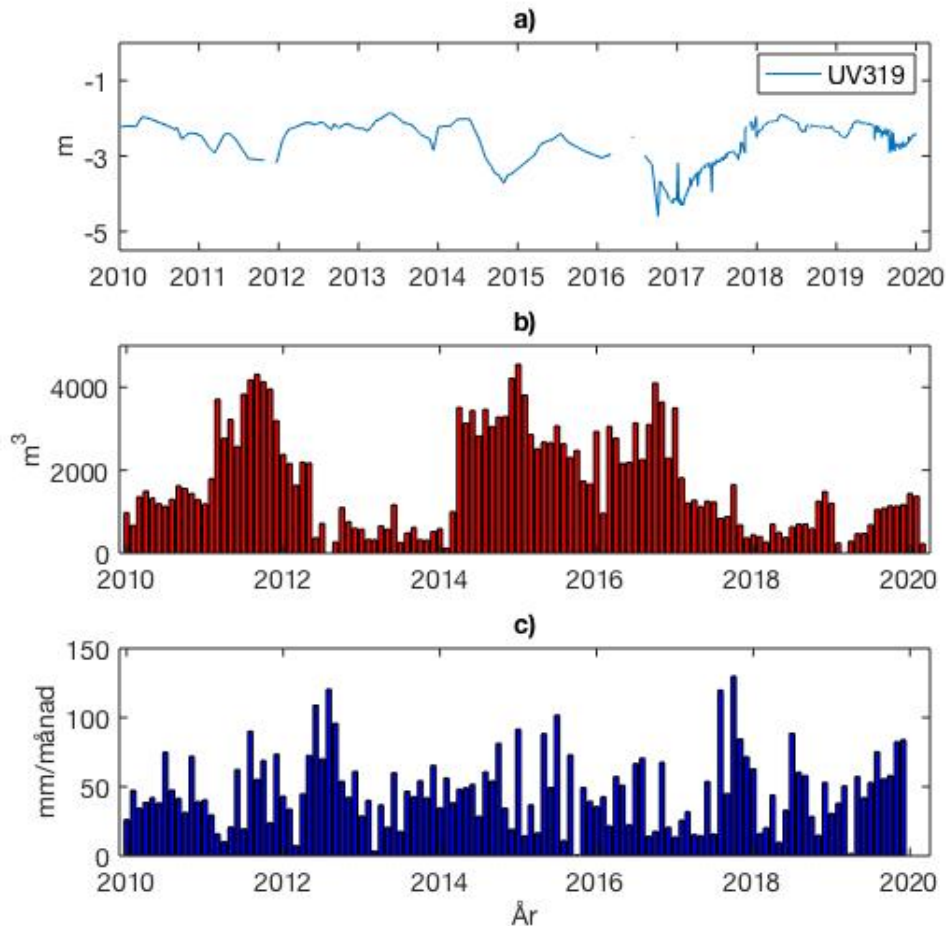
#### 4.5 Hydrologiska förhållanden och grundvattennivåer

Vattenverket i Järlåsa har två olika uttagspunkter för råvatten, dessa är belägna norr om samhället och ligger i Granås och i Nordanå. Uttaget sker från Järlåsaåsen, som är en smal ås (Uppsala Vatten, u.å.[c]). Placering kan ses i Figur 6.



**Figur 6:** Grundvattenmagasinen i Järlåsa (SGU, u.å.[f]). De två röda markeringarna visar ungefärliga placeringar av punkter för grundvattenuttag och den blå är vattenverkets läge.

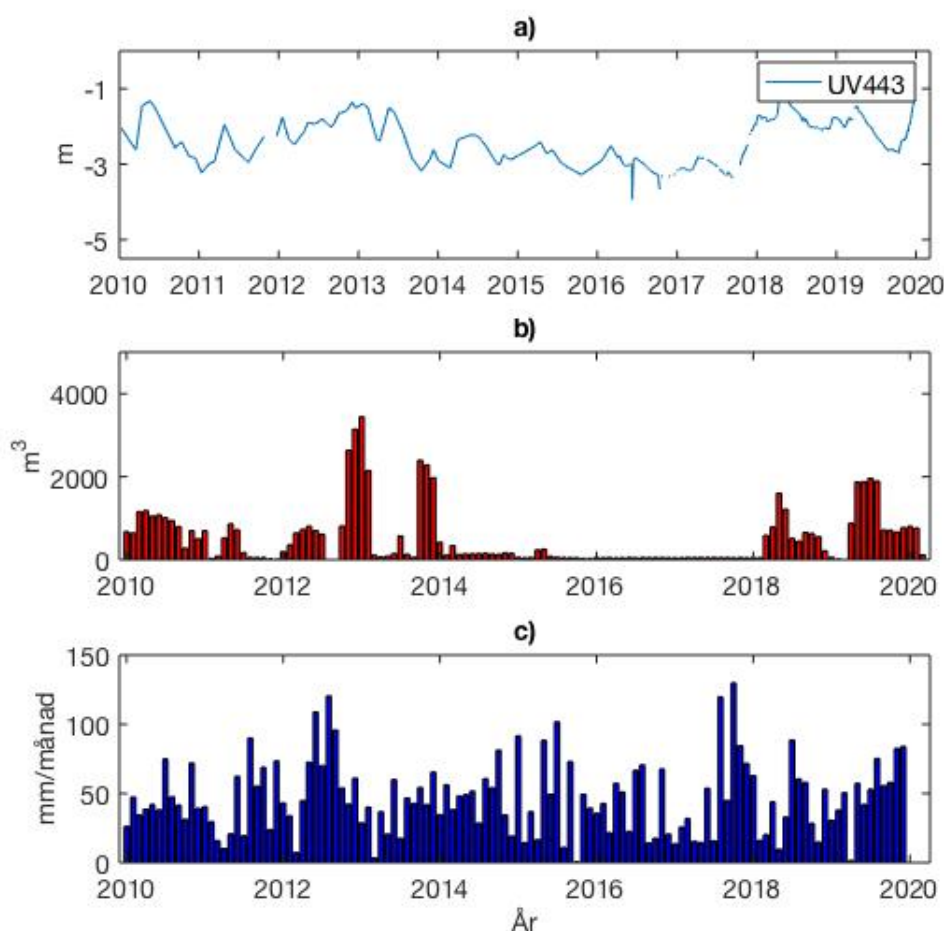
Figur 7 visar relationen mellan grundvattennivåer, grundvattenuttag och nederbörd. Det kan bland annat utläsas att ett minskat grundvattenuttag ur magasinet i Granås skedde från år 2017 och det sammanföll med stigande grundvattennivåerna. Mellan år 2014 och 2015 var grundvattenuttaget stort och det sammanföll även med lägre grundvattennivåer i magasinet.



**Figur 7:** a) Grundvattennivåer i Granås, b) Grundvattenuttag per månad i Granås och c) Nederbörd per månad i Granås. Data från Uppsala Vatten och SMHI (Uppsala Vatten, 2020a; SMHI, u.å.[d]).

I Figur 8 visas grundvattennivåer i Nordanå, grundvattenuttag ur magasiner samt nederbörd. Det kan utläsas att grundvattenuttaget ur magasinet var lågt mellan 2014 och 2018 men även att grundvattennivåerna inte steg betydande under den perioden. Under perioden 2013 till och med 2018 går det att utläsa ur figur 4 att nederbörden understeg genomsnittet alla år förutom 2017. Enligt SGU vattentäcksarkivet är det maximala uttaget  $80 \text{ m}^3/\text{dygn}$  ur magasinen som då är ett teoretisk framtaget värde (SGU, u.å.[f]). Vad som avgjort när grundvattennivån ansågs vara för låga och bevattningsförbud införts är en bedömning om hur nivåerna är jämfört med de minimalt uppmätta och medelnivån. Enligt Uppsala Vatten finns ingen exakt nivå där denna gräns dras, utan det görs

en bedömning <sup>5</sup>. År 2017 kördes tankbilar ut p.g.a. låga grundvattennivåer vilket kan observeras för båda magasinen, om än tydligare i Granås.



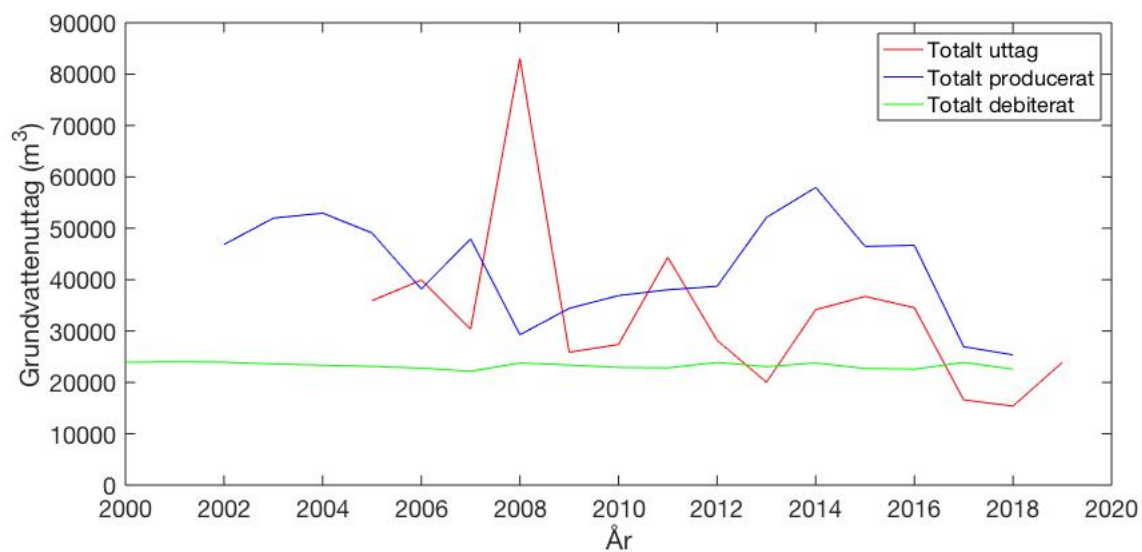
**Figur 8:** a) Grundvattennivåer i Nordanå, b) Grundvattenuttag per månad i Nordanå och c) Nederbörd per månad i Nordanå. Data från Uppsala Vatten och SMHI (Uppsala Vatten, 2020a; SMHI, u.å.[d]).

## 4.6 Råvattenuttag, producerat och debiterat dricksvatten

I Figur 9 visas det totala grundvattenuttaget ur de två magasinen per år, totalt producerat dricksvatten per år samt den totala debiterade volymen dricksvatten per år från vattenverket i Järlåsa. Under 2018 ses att uttaget understeg den producerade volymen, vilket berodde på utkörning av tankbilar från Uppsala. Den totala debiterade volymen (grön linje) är de värden som även visas i Figur 3. Generellt produceras det mer än vad som debiteras i Järlåsa. Däremot understiger ofta uttaget den producerade volymen. Osäkerhet finns dock om mätvärdena för grundvattenuttag och det är sannolikt att mätarna inte fungerat korrekt under hela mätperioden (Uppsala Vatten, 2020a). Den totala debiterade volymen hölls relativt konstant i jämförelse med grundvattenuttaget och den totala pro-

<sup>5</sup>Uppsala Vatten, E-post, 6 mars 2020.

ducerade volymen. Jämförs den producerade volymen generellt mot den debiterade är den producerade högre men det varierar med olika år. Detta kan tyda på läckage i ledningar. År 2008 går det att se en topp i grundvattenuttag. Förklaringen till detta är okänd.



**Figur 9:** Totala råvattenuttaget, totalt producerat dricksvatten och totalt debiterat av vattenverket i Järlåsa per år. Data från Uppsala Vatten (Uppsala Vatten, 2020a)

## 5 Resultat

Nedan presenteras beräkningsresultat, känslighetsanalys, kostnad och besparingsuppskattningar samt resultat från intervjuer med kommuner och teknikleverantörer.

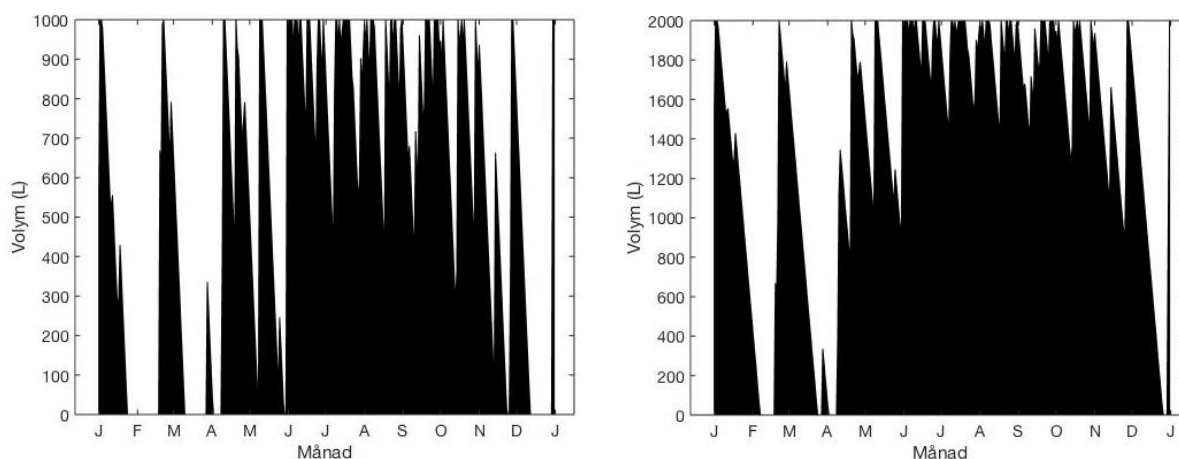
### 5.1 Beräkningar för regnvatteninsamling

#### 5.1.1 Jämförelse av olika tankstorlekar och olika nederbördsrika år

Vid utvärdering av olika tankstorlekar och hur tankens fyllnad ser ut över tid användes scenario 1 och 2. Anledningen till att utvärdering inte gjordes för scenario 3 och 4 var att en effektivitet på minst 80 % ville uppnås, se Figur 14 för effektiviteten för samtliga scenarier. Nedan visas figurer för år 2012 och 2018. För figurer för tankens innehåll sett över hela tidsperioden 2000-2018, se Appendix A.

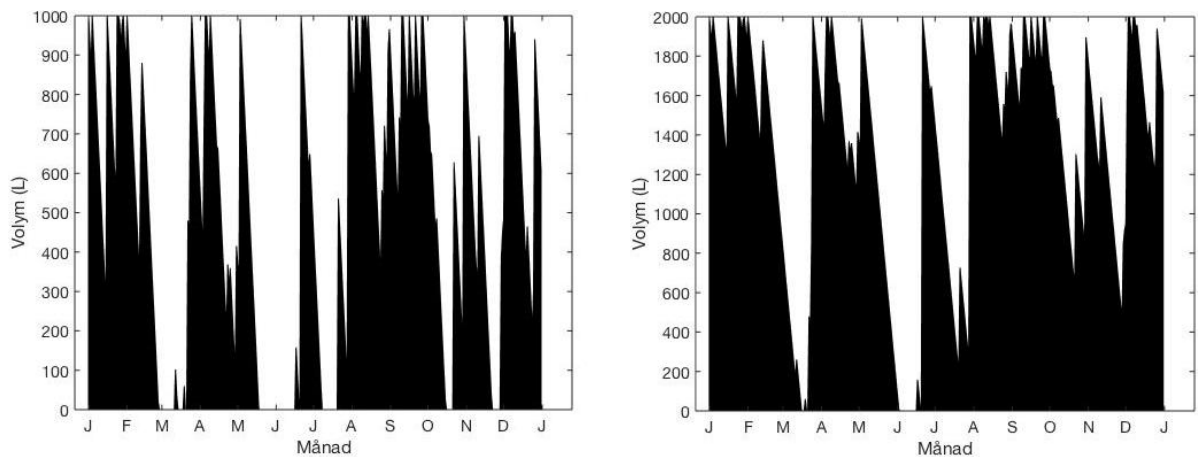
#### Scenario 1 - Toalettspolning

I Figur 10 visas hur tankens regnvatteninnehåll skulle variera med tid, beräknat enligt Ekvation 1 under det nederbördsrika året 2012 för två olika lagringskapaciteter (1000 och 2000 liter) antaget att vattnet användes för toalettspolning. Anledningen till dessa val av lagringskapaciteter utgick från att minst 80 % effektivitet skulle nås och avrundat till tusentals liter. Därefter dubblerades volymen för att se vilken förändring som kunde ses. Effektiviteten för en 1000 liters tank var 87,4 % medan för en 2000 liter tank var motsvarande effektivitet 96,0 %, detta för hela perioden år 2000 till 2018.



**Figur 10:** Volym regnvatten i tank (L) simulerat per dygn för en 1000 liter tank (vänster) och en 2000 liter tank (höger) för år 2012, som var ett nederbördsrikt år, för scenario 1.

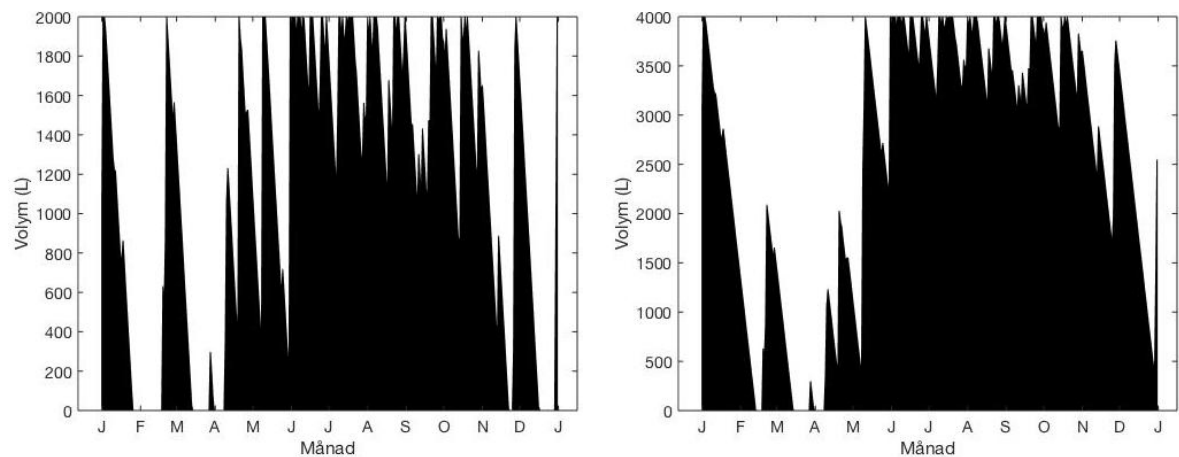
I Figur 11 visas hur tankens regnvatteninnehåll skulle variera med tid under det nederbördsfattiga året 2018 för två olika lagringskapaciteter (1000 och 2000 liter) antaget att vattnet användes till toalettspolning.



**Figur 11:** Volym regnvatten i tank (L) simulerat per dygn för en 1000 liter tank (vänster) och en 2000 liter tank (höger) för år 2018, som var ett nederbördsfattigt år, för scenario 1.

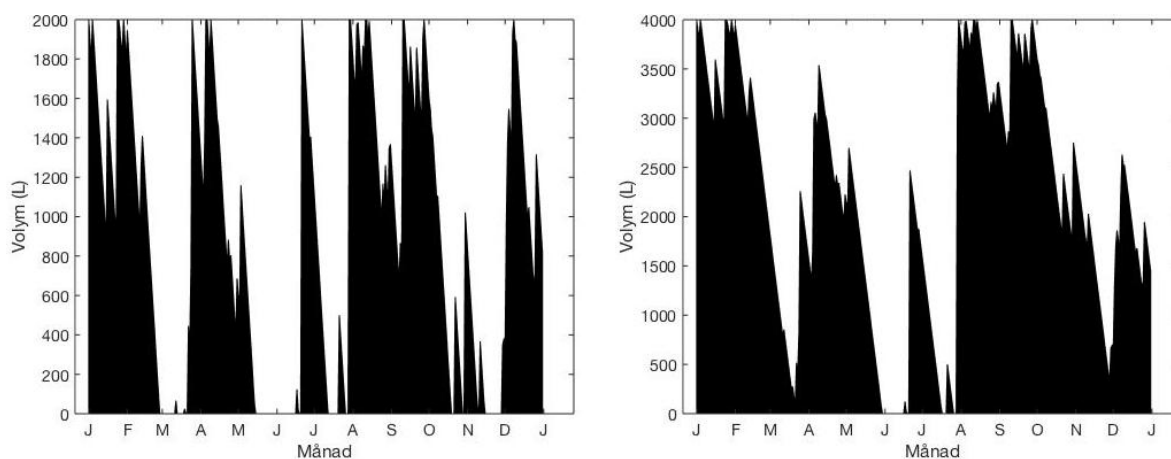
## Scenario 2 - Toalettspolning och tvättmaskin

I Figur 12 visas hur tankens regnvatteninnehåll skulle variera med tid under det nederbördsrika året 2012 för två olika lagringskapaciteter (2000 och 4000 liter) antaget att vattnet användes för toalettspolning och tvättmaskin. Dessa lagringskapaciteter valdes på samma sätt som för scenario 1. Effektiviteten för en 2000 liters tank var 83,6 % medan för en 4000 liter tank var motsvarande effektivitet 91,4 %, detta för hela perioden år 2000 till 2018.



**Figur 12:** Volym regnvatten i tank (L) simulerat per dygn för en 2000 liter tank (vänster) och en 4000 liter tank (höger) för år 2012, som var ett nederbördsrikt år, för scenario 2.

I Figur 13 visas hur tankens regnvatteninnehåll skulle variera med tid under det nederbördsfattiga året 2018 för två olika lagringskapaciteter (2000 och 4000 liter) antaget att vattnet användes för toalettspolning och för tvättmaskin.



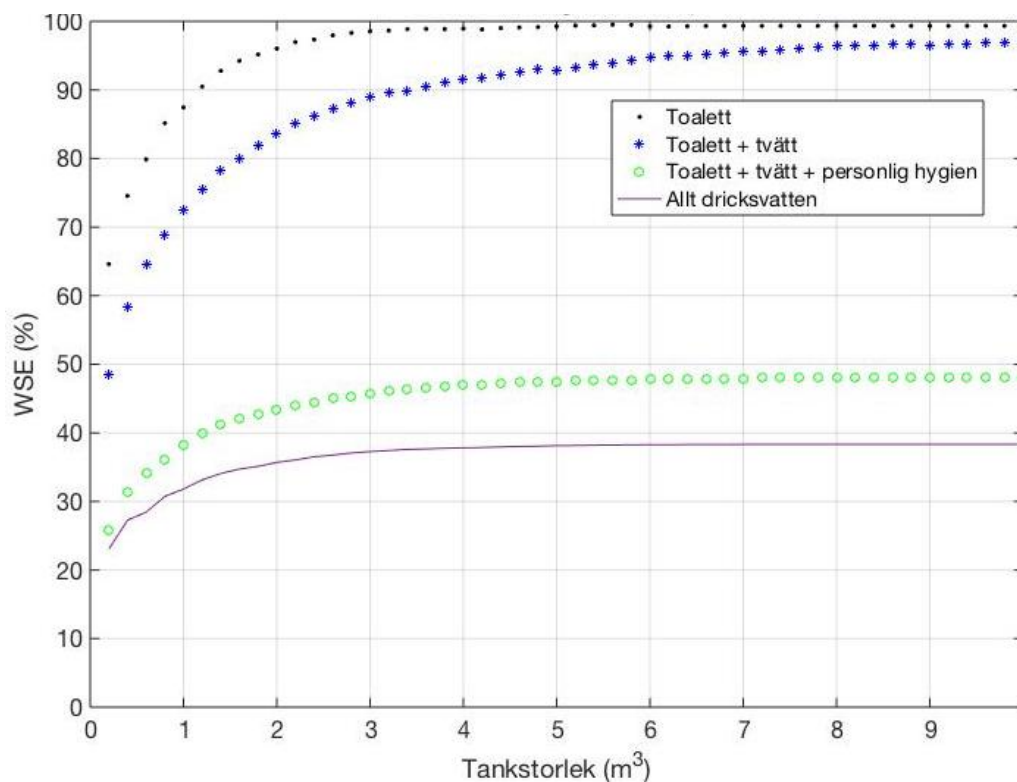
**Figur 13:** Volym regnvatten i tank (L) simulerat per dygn för en 2000 liter tank (vänster) och en 4000 liter tank (höger) för år 2018, som var ett nederbördsfattigt år, för scenario 2.

Figurerna visar att tankinnehållet varierar mellan olika år och att de torrperioderna då tanken är tom infaller vid olika tidpunkter. Det påverkas av när det regnar och även av förbrukningen. Förbrukningen antogs vara konstant under året utifrån beräkningarna gjorda i denna studie. Under år 2018, som klassats som nederbördsfattigt var tanken tom periodvis under sommaren. Perioden förkortades dock med en större tankstorlek, se Figur 11 och 13. Samma trend ses för det nederbördsrika året 2012 i Figur 10 och 12, men torrperioderna inföll i februari och april.

### 5.1.2 Effektivitet

Effektiviteten (WSE) och hur den varierar med tankstorleken för de fyra olika scenarierna som valts visas i Figur 14. Scenario 1 är endast för toalettspolning och motsvarar 21 % av den totala dricksvattenförbrukningen. I scenario 2 används regnvattnet till toalettspolning och för tvättmaskin (32 %). I scenario 3 inkluderades all användning förutom dricksvatten, matlagning samt disk (80 %). Scenario 4 inkluderar all hushållsförbrukning, d.v.s. 100 %.





**Figur 14:** Effektiviteten för fyra olika scenarier med tankstorlek. Beräkning gjordes med en takyta på 120 m<sup>2</sup> och för ett hushåll med 3 personer.

### 5.1.3 Känslighetsanalys

För att se hur olika parametrar påverkade resultatet genomfördes en känslighetsanalys. De parametrar som förändrades var takyta, antal personer i hushållet, volym *first-flush* samt avrinningskoefficient. Tankstorleken sattes till 4000 liter för känslighetsanalysen. I Tabell 3 visas hur WSE förändras för de olika scenarierna med en ökande takyta. Standardscenariot som användes i beräkningarna var 120 m<sup>2</sup> och både mindre och större takytor togs med i analysen. Det kan utläsas att med en ökad takyta så ökar effektiviteten. Skillnaden för scenario 1 blir dock relativt liten eftersom den redan vid en liten takyta har en effektivitet på 95 %. Skillnaden mellan ett tak på 80 m<sup>2</sup> jämfört med ett tak på 200 m<sup>2</sup> är 5,0 % för scenario 1, 23,3 % för scenario 2, 36,6 % för scenario 3 och 32,6 % för scenario 4. Effektivitetsökningen blir alltså störst för scenario 3 och 4. Detta är rimligt eftersom mer regnvatten kan samlas in och därmed ersätta dricksvattnet.

**Tabell 3:** WSE (%) med olika taktytor med en tankstorlek på 4000 liter och 3 personer i hushållet.

Taktyta		80 m <sup>2</sup>	100 m <sup>2</sup>	120 m <sup>2</sup>	150 m <sup>2</sup>	200 m <sup>2</sup>
Scenario 1	WSE %	95,0	97,8	99,0	99,8	100
Scenario 2	WSE %	75,6	86,3	91,4	96,4	98,9
Scenario 3	WSE %	31,4	39,6	46,9	56,6	68,0
Scenario 4	WSE %	24,6	31,3	37,8	46,1	57,2

I Tabell 4 visas hur förändringen i WSE blir om antalet personer i hushållet varierar. Det går att se att med ett ökat antal personer i ett hushåll går effektiviteten ner. Eftersom mer regnvatten behövs för att ersätta dricksvattenbehovet för varje scenario är det rimligt att effektiviteten i så fall sjunker. Skillnaden mellan 1 person och 5 personer i hushållet blir 11,7 %, 33,1 %, 68,6 % och 68,1 % för scenario 1 till 4.

**Tabell 4:** WSE (%) med olika antal personer i hushållet med en tankstorlek på 4000 liter och 120 m<sup>2</sup> takyta.

Antal personer		1	2	3	4	5
Scenario 1	WSE %	100	100	99,0	95,2	88,3
Scenario 2	WSE %	100	98,9	91,4	79,2	66,9
Scenario 3	WSE %	96,4	66,9	46,9	35,4	27,8
Scenario 4	WSE %	89,9	55,8	37,8	27,8	21,8

I Tabell 5 visas hur WSE ändras om avrinningskoefficienten ändras. Det tydliggörs att en högre avrinningskoefficient bidrar till en ökad effektivitet för samtliga scenarier, vilket även är ett väntat resultat. För scenario 1 är ökningen mellan en avrinningskoefficient på 0,7 till 0,90 1,4 %, för scenario 2 är den 7,1 %, för scenario 3 är den 10,3 % och för scenario 4 är den 8,8 %.

**Tabell 5:** WSE (%) med olika avrinningskoefficienter, tankstorlek på 4000 liter, 120 m<sup>2</sup> takyta samt 3 personer i hushållet.

Avrinningskoefficient		0,70	0,80	0,85	0,90
Scenario 1	WSE %	97,9	98,9	99,0	99,3
Scenario 2	WSE %	85,7	89,6	91,4	92,8
Scenario 3	WSE %	39,3	44,3	46,9	49,6
Scenario 4	WSE %	31,0	35,5	37,8	39,8

Tabell 6 visar hur WSE förändras med olika antaganden om *first-flush* bortledning. Det går att utläsa att med *first-flush* bortledning minskar effektiviteten. Ju större *first-flush* bortledning, desto lägre effektivitet. Skillnaden mellan 1 mm *first-flush* bortledning

jämfört med om ingen bortledning görs är för scenario 1 1,0 %, för scenario 2 6,0 %, för scenario 3 11,5 % och för scenario 4 9,4 %.

**Tabell 6:** WSE (%) med olika volymer first-flush (uttryckt i mm av nederbörd som bortleds), tankstorlek på 4000 liter, 120 m<sup>2</sup> takyta samt 3 personer i hushållet.

<i>First-flush</i>		<b>0 mm</b>	<b>0,5 mm</b>	<b>1 mm</b>
Scenario 1	WSE %	100	99,6	99,0
Scenario 2	WSE %	97,4	95,0	91,4
Scenario 3	WSE %	58,4	52,3	46,9
Scenario 4	WSE %	47,2	42,9	37,8

## 5.2 Intervjuer med kommuner och teknikleverantörer

Nedan presenteras resultatet från intervjuer med kommuner i form av en sammanställande tabell och referat för varje kommun samt resultatet från intervjuer med teknikleverantörer.

### 5.2.1 Kommuner sammanfattning

I Tabell 7 visas en sammanställning av intervju svaren från Värmdö kommun <sup>6</sup>, Haninge kommun <sup>7</sup>, Region Gotland <sup>8</sup>, Östhammars kommun <sup>9</sup> samt Uppsala kommun <sup>10</sup> och Uppsala Vatten <sup>11</sup>. Resultatet är sorterat efter huvudområden för frågorna som kan ses i Tabell 1.

---

<sup>6</sup>Marie Sundbom, Värmdö kommun, intervju, 13 mars 2020.

<sup>7</sup>Maria Jaki Borg, Haninge kommun, intervju, 24 mars 2020.

<sup>8</sup>Mikael Tiouls, Region Gotland, 24 mars 2020.

<sup>9</sup>Camilla Andersson och Sofie Telning Gisslen, Östhammars kommun, intervju, 26 mars 2020.

<sup>10</sup>Zahrah Lifvendahl, Uppsala kommun, intervju, 18 mars 2020.

<sup>11</sup>Irina Persson och Maria Lindqvist Pettersson, Uppsala Vatten, intervju, 25 mars 2020.

*Tabell 7: Sammanfattning av resultat från intervjuer med fem kommuner samt Uppsala Vatten.*

---

Kategori	Sammanfattning
<i>Användning</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vattenbesparing är ett relativt nytt ämne för flera kommuner, med undantag för Gotland. Vissa områden är mer utsatta än andra, exempelvis kustområden och områden där vattentillgången är sämre.</li><li>• Regnvatteninsamling är idag inte utbrett för användning i hushåll men däremot är det vanligare att regnvatten samlas upp av invånare för bevattning. Det finns generellt få kommunala projekt där regnvatten används, förutom på Gotland. I flera av kommunerna har dock diskussioner förts och det börjar komma exempel på projekt med regnvatteninsamling.</li><li>• Intresset för vattenbesparing och regnvatteninsamling har ökat i och med de senaste årens torra somrar. Det är vanligare med diskussioner inom kommuner än tidigare.</li></ul>
<i>Potential</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Generellt ser kommuner potential för regnvatteninsamling för att minska på dricksvattenförbrukningen.</li><li>• Potentialen ansågs vara lägre för användning som dricksvatten. Om regnvatten ska drickas behövs en mer omfattande rening och även betydligt mer kontroller för att inte riskera människors hälsa.</li><li>• För bevattning var potentialen högst, detta då reningsbehovet då är lågt och det inte finns samma hälsorisker.</li><li>• Tekniken finns och potentialen i nybyggnation är stor. Det skulle underlätta för kommuner om det fanns tydligare kvalitetskrav för olika användningsområden.</li></ul>
<i>Bygglov</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Det är viktigt att vattenförsörjningen säkras innan bygglov ges. Däremot anser ingen kommun idag att bygglov kan ges för nybyggnation genom att förlita sig på regnvatteninsamling för att tillgodose vattenbehovet. Det kan beviljas men då som komplement till en vattenförsörjning som helt kan täckas på annat sätt.</li><li>• Det krävs ej bygglov för regnvattentankar om de är nedgrävda och det inte innebär en markhöjning på mer än en halvmeter. Däremot kan avloppet kräva tillstånd enligt miljöbalken.</li><li>• För enkla regnvattentunnor krävs inte bygglov.</li><li>• I Haninge kommun har de än så länge sagt nej till regnvatteninsamling för hushållsanvändning i fastigheter kopplade till det kommunala nätet p.g.a. risken att blanda ihop med det kommunala dricksvattnet.</li><li>• De krav som ställs idag av kommuner på vattenbesparing är bevattningsförbud i perioder där vattentillgången är dålig. Det finns en vilja att kunna ställa högre krav på vattenbesparande teknik, speciellt vid nybyggnation.</li></ul>

---

---

### *Hinder*

- Det gavs varierande svar på vad som hindrar en implementering av regnvatteninsamling i dagsläget. Gemensamt för alla svar var att dagens låga vattenpriser är ett ekonomiskt hinder och att lönsamheten idag är för låg.
- Ett hinder är resistansen mot ny teknik. Det är enklare att räkna på ekonomin med beprövade tekniker. En beteendeförändring kan ta tid.
- Oron för att kontaminera dricksvatten är ett hinder och även oklarheten i ansvarsfrågan och vem som blir ansvarig om regnvatten misstas för dricksvatten.
- Den goda vattentillgången i Sverige har gjort att medvetenheten om begränsade vattentillgångar ibland är låg. Invånare är ofta inte vana av att behöva spara på vatten.

---

### *Drivkrafter*

- Drivkraften finns i områden med dålig vattentillgång och där det krävs nya källor till vatten. Även bevattningsförbud kan fungera som en drivkraft.
- En drivkraft kan vara hälsoaspekten, regnvatten är mindre hårt och är bättre för huden. Regnvatten är även bättre för växter och kan vara en drivkraft för odlare.
- En drivkraft ur kommunal synvinkel kan vara tillväxt och möjlighet till mer bebyggelse. Dessutom kan belastningen på dagvattensystemet minska om fler samlar upp sitt regnvatten.
- En ökad medvetenhet om vattenbrist kan vara drivande faktor för vattenbesparing. Miljöhänsyn är drivande för regnvatteninsamling för vissa personer.
- De viktigaste aktörerna ansågs vara kommuner och myndigheter som bör styra upp och förtydliga krav samt bidra med information och kunskap.
- Andra viktiga aktörer ansågs vara media och större företag. Media kan hjälpa till att sprida kunskap om ny teknik. Större företag har ofta möjlighet att vara föregångare med system för regnvatteninsamling.

---

### *Uppmuntran*

- Om priset på vatten ökar kan det skapa större ekonomiska incitament att samla upp regnvatten.
  - Uppmuntran kan ske genom informationskampanjer och ökad kunskap.
  - Alla kommuner ansåg att bidragssystem skulle öka motivationen och troligen bidra till en större implementering av ny teknik och ökad användning av regnvatteninsamling.
  - Det är svårt att reglera VA-taxan, men införande av differentierad VA-taxa eller en ökning av den rörliga delen av VA-taxan skulle kunna skapa ekonomiska incitament att samla upp regnvatten och har diskuterats i ett par kommuner.
-

### 5.2.2 Värmdö kommun

På Värmdö kommun intervjuades en anställd på bygglovskontoret som även tidigare arbetade som miljöinspektör. Grundvatten är generellt en brist på Värmdö och på grund av detta ställer kommunen höga krav på att fastighetsägaren ska kunna visa att det finns en tillgång till vatten vid nybyggnation. Regnvatteninsamling har varit uppe för diskussion i några ärenden i kommunen, och då för användning till exempelvis tvättmaskin. Regnvatteninsamling har inte varit aktuellt kopplat till vatten som avses drickas eller rör livsmedel vad den intervjuade känner till. Deras uppfattning är att utbredningen av regnvatteninsamling i Värmdö inte är så stor i dagsläget för privatpersoner. För om det diskuteras att använda sig av regnvatteninsamling för den egna kommunala verksamheten hänvisades till kommunens enhet för vatten och avlopp. De främsta användarna av regnvatteninsamling inom kommunen är gissningsvis de med enskild vattenförsörjning.

Miljöinspektörer kan i vissa fall ställa villkor med stöd av Miljöbalken i samband med avloppstillstånden som krävs. Det skulle kunna handla om teknik såsom snålspolande toaletter genom att villkora max antal liter vid spolning. De krav som anges i Plan- och bygglagen är att byggnader ska ha tillgång till vatten och avlopp och i ansökan ska detta visas hur det är tänkt att lösas. Det måste då visas att kraven för miljö och hälsa uppfylls i ansökan om bygglov. Kommunen anser att de flesta lösningar är bra så länge byggherren i ansökan kan visa hur man ska tillgodose vatten- och avloppsfrågan. Finns det några risker ska byggherren visa hur dessa risker ska avlägsnas. De hinder som kommunen såg är främst hälsorisker när regnvatten används i hushåll och detta kan bli ett hinder ur ett juridiskt och bygglovsperspektiv. Det kan även förekomma funktionskrav eller tekniska krav som kan ställas på system som installeras.

Drivkraften för implementering av regnvatteninsamling på Värmdö finns troligen främst för de som har dålig tillgång på vatten och som tvingas hitta andra lösningar. Det skulle kanske uppmuntra folk om det tillkom en ökning av VA-taxan. Viktiga aktörer ansågs vara politiker för styrning. Sedan har kommunen även en roll i och med rådgivning (ex VA-rådgivare i samband med tillståndsansökningar för enskilt vatten och avlopp) och även i sin egen verksamhet. Det ansågs finnas ett ansvar att informera vilka lösningar som finns och hur folk kan spara på vatten. De tror att intresset för dessa nya lösningar finns hos de som jobbar med det på kommunen och att det där finns en möjlighet att få ut information till invånare.

### 5.2.3 Haninge kommun

På Haninge kommun intervjuades en VA-rådgivare, som arbetar på stadsbyggnadsförvaltningen. På senare tid har det börjat diskuteras mer kring att spara på vatten.

Det finns exempelvis riktlinjer inom kommunen att kräva extremt snålspolande toaletter för de med enskilt avlopp som inte har en vattenspolande toalett idag. Kommunen ser potential i regnvatteninsamling då det regnar överallt och att det är bra att utnyttja resurserna som finns lokalt. Detta gäller dock inte vatten som avses drickas kopplat till hälsorisker med det låga mineralinnehållet i regnvatten.

Det finns lite oklarheter i hur kommunen ska ställa sig till bygglov. Det finns en vilja att kunna ställa krav på exempelvis regnvatteninsamling vid beviljande av bygglov. Detta gäller även annan vattenbesparande teknik, och främst i områden där det råder vattenbrist. Kommunen har dock sagt nej till att garantera att folk får ha kvar regnvatteninsamling om de ansluter till det kommunala dricksvattnet. Detta p.g.a. risken att blanda ihop regnvattnet med dricksvatten. I dessa fall har det dock inte undersökts vidare om denna risk kan elimineras och om det går att genomföra på ett säkert vis. Skulle man ha bortledning av *first-flush* och exempelvis UV-rening ansågs hälsoaspekten inte bli ett problem. Inom kommuner finns en resistans och generellt ett lågt intresse för nya lösningar. De tror att de mer avancerade lösningarna är lämpade för de med enskilt VA som det ser ut i dagsläget. Bland enskilda fastighetsägare har de stött på regnvatteninsamling i de områden där det är förbud mot vattenspolande toaletter och där finns det ett större intresse. Enskilt VA ger en högre medvetenhet hos användarna. Det är ett problem med det kommunala system vi har idag och det sågs gärna en utveckling mot mer enskilt VA i framtiden av denna anledning.

De ser ett problem i att det i lagen inte görs skillnad på olika typer av vatten, och att vatten för all användning benämns dricksvatten. Ett behov av ett förtydligande av hur mycket vatten som lagligen måste levereras finns och även vilka kvalitetskrav som finns för olika användning. WHO anger 30-50 liter per person medan vi i Sverige levererar upp till 150 liter per person. De ser att vi successivt måste bygga om våra system och ställa fler och högre krav. Ett hinder finns om det inte tänks på regnvatteninsamling redan i planeringsfasen eftersom det blir svårare och dyrare att bygga in det i ett senare skede. Drivkraften är idag störst för de med dålig vattentillgång och även för odlare eftersom regnvatten är bättre för växter. För kommunens del ligger drivkraften snarare i en ökad bebyggelse.

En uppmuntran till regnvatteninsamling kan ske genom att öka kunskapen, eftersom folk idag generellt kan lite om vatten och avlopp. Det är även viktigt att belysa i vissa områden att det råder vattenbrist och att folk blir medvetna om begränsningarna i vattenanvändning. Även vattenmätare kan vara ett bra verktyg för att folk ska kunna följa sin förbrukning. Det finns även potential i bidrag eller i andra ekonomiska åtgärder. En likande princip som för sophantering skulle gärna ses, där man betalar mindre om

man sorterar, och mer om man inte gör det. En ökning av den rörliga delen av VA-taxan skulle potentiellt kunna skapa större ekonomiska incitament ansåg kommunen.

Kommuner och myndigheter anses ha en viktig roll vid implementering av regnvatteninsamlingssystem. Detta genom att det från kommuner och myndigheter måste börja ställas krav och styras upp. Myndigheter kan styra upp kommunernas arbete och detta skulle skapa en mer enhetlig situation i landet. Resurshushållningsprinciperna i miljöbalken borde börja följas, vilket inte görs idag. En större potential finns vid nybyggnation och ett behov finns av att lösningarna måste anpassas efter de enskilda förutsättningarna för varje fall.

#### **5.2.4 Region Gotland**

På Region Gotland intervjuades en säkerhetssamordnare på VA-avdelningen. På Gotland finns många projekt inom vattenbesparing och de har exempel på områden där regnvatten utnyttjas redan idag. Vattenfrågan blir viktig i de flesta projekten på Gotland då där länge funnits problem med vattentillgången och vattenbrist. Det är vanligt att privatpersoner, fastighetsägare och villaägare främst, samlar in regnvatten i tunnor för bevattning i och med de återkommande bevattningsförbuden. Kommunen ser potential i att använda regnvatten, och deras syn är att allt vatten är råvatten av olika kvalitet. Regnvatten som faller på tak anses vara ett råvatten av god kvalitet. Ett behov av rening finns dock för all användning, med undantag för bevattning. För hushållsanvändning blir det alltid en kostnad när man måste lägga in dubbla ledningar. Även ändamål såsom toalettspolning kan behöva renas mycket för att inte få en negativ visuell effekt.

Vad gäller krav som kan ställas från kommuner finns lagstiftning på lokal nivå som gör att kommuner kan gå in och göra lokala föreskrifter. I dessa kan man relativt långtgående skriva vad vattnet får användas till. Om VA-huvudmannen anser att det missbrukas kan vattnet stängas av. Kommunen skulle säga nej till att se regnvatten som en lösning för att stå för hela eller en del av vattenförsörjningen vid nybyggnation. Detta eftersom en sådan lösning inte innebär någon garanti för vattenförsörjning och regnvatten ses av den anledningen som en bonus i dagsläget och med rådande lagstiftning.

Ett hinder är att enligt MB klassas allt vatten som faller på hårdgjorda ytor, marken och dräneringsvatten, som avloppsvatten. Dock gäller detta inte regnvatten som faller på tak, detta räknas inte som avloppsvatten och där finns potential. Generellt är det begränsningen av vatten som gjort att regnvatteninsamling blivit vanligare. Sen kan det finnas en drivkraft i att vara självförsörjande på vatten. Gotland jobbar mycket med projekt på kommunal nivå. Dels för att spara vatten inom kommunens egen användning och dels för att visa att nya tekniska lösningar är möjliga om man så vill. Det är enklare



att fortsätta som man alltid gjort, även kring det ekonomiska eftersom det är enklare att förutspå och räkna på kostnader för beprövade tekniker. Inom kommunal verksamhet är det mycket pengarna som styr beslut. De anser att vatten är för billigt i dagsläget och att det är en begränsning för att få regnvatteninsamling att bli lönsamt. Skulle priset gå upp skulle incitamenten för en beteendeförändring bli större.

Det enklaste sättet att uppmuntra till regnvatteninsamling är genom informationskampanjer och att öka kunskapen om hur viktigt vatten är. Det är svårt att göra förändringar i VA-taxan. Bidrag däremot anses kunna bidra till fler och mer innovativa lösningar på vattenområdet och för regnvatteninsamling. Myndigheter, kommuner och företag bör gå före och visa och vara drivande i utvecklingen. Trots detta kan det nog ofta fungera åt andra hållet, och att privatpersoner är drivande och att det är dessa påtryckningar som får kommuner att agera. Ett problem sågs i att myndighetsvärlden ofta är långsam och att det tar tid med förändring.

### **5.2.5 Östhammars kommun**

På Östhammars kommun intervjuades två anställda båda från samhällsbyggnadsförvaltningen där en var miljöskunnig och en var miljöinspektör. Arbetet med vattenbesparing inom kommunen är bland annat införande av bevattningsförbud och krav på snålspolande toaletter för vissa hushåll. Inom kommunens egen verksamhet har man installerat tankar som samlar upp regnvatten för bevattning. De upplever ett ökat intresse för vattenbesparing i och med de senaste årens torka. De ser potential i användande av regnvatten och kommunen ställer sig positiv till sådana lösningar, och tror även att det kommer bli mer vanligt framöver. Regnvatteninsamling är vanligt bland kommunens invånare men då mestadels för bevattning och av hushåll som har enskild vattenförsörjning. Kommunen är osäkra huruvida regnvatten kan fungera som dricksvatten och vilka risker som kan finnas.

Eftersom området med regnvatteninsamling för hushåll är relativt nytt för Sverige finns det vissa oklarheter vad som gäller avseende bygglov och vilka krav som kan och bör ställas på regnvatteninsamlingssystem. Det finns även osäkerheter på om man inom kommunen vill förlita sig på regnvatten som vattentillgång i och med bygglovsansökningar, detta är eftersom det inte går att styra när det regnar. Men de ser potential för regnvatteninsamling som komplement och i kombination med andra lösningar.

Kommunen kan ställa krav på vattenbesparing med stöd av lagstiftning och då enklast i och med nybyggnation. Däremot är det oklart vilka typer av åtgärder och krav som kan bli aktuella om det råder mer akut brist, utöver bevattningsförbud som införs idag. Lösningar skulle kunna kopplas till VA-taxa men de är osäkra på vad VA-huvudmannen

rent juridiskt kan göra.

De gissar att det främsta hindret för implementering av regnvatteninsamling är ekonomin och det än så länge är för dyrt. Som med mycket ny teknik, så kan det ta tid att få fäste i samhället. I Sverige är det ett nytt område, men tron finns att det kommer bli mer och mer vanligt att ta till nya lösningar. För kommuner och kommunpolitiker är det idag en fråga om tillväxt och att man inte kommer undan vattenfrågan. Det kan bli en ekonomisk drivkraft i att hitta nya lösningar och tror det blir mer och mer en tillväxtfråga för kommuner.

Vad gäller uppmuntran sker det bäst genom information och Östhammar tror även att utvecklingen delvis driver sig själv genom att ny teknik sprids, exempelvis genom sociala medier och spridande av pågående projekt. Alla aktörer anses vara viktiga, och ett ansvar ligger hos kommuner och myndigheter att börja våga ställa krav och på så sätt hjälpa en utveckling av en marknad. Om myndigheter styr upp och tar fram vägledningar skulle kommuner känna sig mer trygga i att de gör rätt bedömningar och förenkla arbetet motsvarande myndigheternas vägledningar för enskilda avlopp. Media kan även ha en viktig roll i markandsförning och spridandet av ny teknik.

### **5.2.6 Uppsala kommun och Uppsala Vatten**

På Uppsala kommun intervjuades en anställd på stadsbyggnadskontoret. På Uppsala Vatten intervjuades två personer. Den ena personen arbetar med dagvattenfrågor och den andra som utredningsingenjör för dricksvattenförsörjning på längre sikt och arbetar med framtagandet av VA-planer.

På kommunen arbetar man inte så mycket med vattenbesparing, men frågan börjar diskuteras i några nybyggnadsprojekt. Uppsala Vatten har satt upp ett mål att minska hushållens vattenförbrukning och jobbar idag med information till sina användare. Införande av digitala vattenmätare är även något som diskuteras för att öka medvetenheten. Dessutom jobbar Uppsala Vatten med att fixa vattenläckor i ledningsnätet och för en dialog med större verksamheter om vattenbesparing.

Uppsala ser potential för alla användningsområden för regnvatten, men de tror även att det behövs förtydligande av krav på kvalitet och vilka krav på rening som bör ställas. De ser att det kan bli svårt att använda regnvatten som dricksvatten som avses drickas och även möjligen problem med användning för dusch. Däremot ser de stor potential för bevattning. Det finns flertalet exempel på områden i Uppsala där regnvatten används i regnbäddar, exempelvis i Rosendal och i Sala Backe. Många enskilda fastighetsägare i kommunen samlar upp regnvatten för bevattning men de tror att användningen idag är

relativt låg vad gäller andra användningsområden. Ett exempel på där regnvatten används för toalettpolning är Livsmedelsverkets nya kontorsbyggnad.

Vad gäller bygglov behövs det för regnvattentankar om installationen syns ovan jord. Det går att ställa krav på exempelvis snålspolande toaletter i och med bygglov med stöd av PBL. Det finns lagligt stöd att ställa krav på skydd av grundvatten, men kommunen har idag inga medel för att kunna kontrollera vattenanvändningen hos dess invånare. Uppsala Vatten ser inga juridiska problem med att föra in använt regnvatten från hushåll till deras ledningsnät och vidare till avloppsreningen. Uppsala Vatten känner sig idag inte trygga med att luta sig på regnvatteninsamling för att tillgodose vattenbehovet vid ett ökat bostadsbyggande.

Uppsala kommun tror inte det finns några egentliga hinder för implementering men att det däremot är ekonomin viktig och det behöver bli mer lönsamt än vad det är idag. Dricksvatten är idag väldigt billigt vilket gör lönsamheten låg. Enligt Uppsala Vatten kan ett hinder vara vanan vid god tillgång på vatten och att det blir en fråga om beteendeförändring hos folk. Sedan kan implementering av ny teknik få folk att tveka och det kan behövas fler exempelanläggningar att titta på. Perioder med torka kan driva en utveckling och fungera som motivation för regnvatteninsamling. En motivation kan finnas hos dem som råkar ut för återkommande bevattningsförbud då de med regnvatteninsamling kan fortsätta vattna även under ett rådande bevattningsförbud.

Uppsala Vatten ser att de har potential att ställa högre krav på vattenförbrukning och att dricksvatten endast ska få användas till hushållsförbrukning. Det finns en skyldighet att leverera dricksvatten men inte att leverera t.ex. bevattningsvatten. En hårdare tolkning lagstiftningen i LAV är möjlig och vad vatten faktiskt får användas till. Detta kan beröra vissa verksamheter som får vatten levererat, men att det då blir ett politiskt beslut om vilka man ska leverera vatten till.

Uppmuntran kan ske genom att kommunicera ut information till invånare genom exempelvis informationskampanjer och få folk att inse att vatten är en begränsad resurs. Ur ett ekonomiskt perspektiv har det varit en del diskussioner om differentierad VA-taxa och det är möjligt att det kan bli aktuellt i framtiden. Dels för att få folk att konsumera mindre och dels för att förenkla för alternativa lösningar att ta sig in på marknaden. De tror även att statliga bidrag skulle ge effekt i en ökad användning av regnvatteninsamling.

Kommuner och myndigheter är viktiga aktörer om implementering av regnvatteninsamling ska ske. Även universitet kan hjälpa till att sprida kunskap och de tror även att media och större företag kan spela en viktig roll. Stora företag har kapacitet i större utsträckning att testa nya lösningar och vara föregångare med ny teknik.

## 5.2.7 Teknikleverantörer

I Tabell 8 visas en sammanställning av intervjuresultatet med teknikleverantörer.

*Tabell 8: Sammanställning av intervjuresultat för teknikleverantörer.*

	ConClean	TyskaMRV
	<i>Tekniska egenskaper</i>	
<i>Generellt system</i>	Nedgrävd tank	Nedgrävd tank
<i>Energibehov</i>	1,1 kW + 0,66 kW	-
<i>First-flush</i>	Nej	Ja
<i>Risk för alg tillväxt</i>	Nej	Nej
<i>Rening innan lagring</i>	Filter	Filter
<i>Rening innan användning</i>	Filter	UV-lampa
<i>Krav på underhåll</i>	Litet (3-4 ggr/år)	Litet
<i>Svårighetsgrad på underhåll</i>	Enkelt	Enkelt
<i>Frysproblem under vinter</i>	Nej	Nej
	<i>Försäljning</i>	
<i>Försäljningstrend</i>	Ökar	Ökar
<i>Områden</i>	Gotland, Öland, Skåne	Skärgård, Gotland, Öland
<i>Vanligaste användning</i>	Bevattning	Hushåll, djur, lantbruk
	<i>Hinder/drivkrafter</i>	
<i>Största hindret</i>	Kostnad	Kostnad
<i>Största drivkraften</i>	Miljöansvar, medvetenhet	Dålig vattentillgång
	<i>Kostnad</i>	
<i>Kostnad system (hushåll)</i>	45-50 000 kr	38-40 000 kr
<i>Kostnad installation</i>	Tillkommer	Tillkommer

Båda de intervjuade teknikleverantörerna hade system som bestod av en nedgrävd tank och erbjöd system för antingen bevattning eller för användning i hushåll. Riskerna för exempelvis frysning på vintern och alg tillväxt i tanken bedömdes av båda leverantörerna som låg. De har hittills inte upplevt några problem med underhåll för de system de sålt och anger att det inte krävs någon speciell kompetens för att sköta systemen. ConClean använder sig av filtration som reningsmetod och filtrering sker då både före lagring och innan användning i hushåll. TyskaMRV använder sig av rening med filter innan lagring och sedan desinfektion med UV-ljus innan användning i hushåll.

Försäljningen har, både enligt ConClean och TyskaMRV, ökat och att det gissningsvis har att göra med de torrare somrarna de senaste åren. De områden som försäljningen är som störst var i områden där vattentillgången är sämre, såsom exempelvis Gotland, Öland och skärgårdskommuner. ConClean angav även att de har kunder i Skåne eftersom det där förekommer ett högre miljöintresse hos invånare enligt deras uppfattning <sup>12</sup>.

<sup>12</sup>Dennis Hammargren, ConClean, intervju, 19 mars 2020.

Båda leverantörerna nämnde att kostnaden idag kan vara ett hinder och att de som har störst motivation att installera system är de som har dålig vattentillgång. Även miljöansvar och en ökad medvetenhet nämndes vara drivkrafter. Kostnaderna för systemen varierar beroende på användning och de system de har för bevattning är billigare. Kostnaden för systemen för hushåll ligger på mellan 38 000 kr och 50 000 kr. Utöver detta tillkommer kostnader för installation men dessa är svåra att göra generella uppskattningar för då det beror på många olika faktorer. Däremot kan det antas att kostnaderna blir lägre vid nybyggnation jämfört med installation i befintlig bebyggelse där nya ledningar måste dras <sup>12</sup>.

## 5.3 Ekonomi

### 5.3.1 Kostnader

Kostnaden för regnvatteninsamlingssystem uppskattades till 38 000 till 50 000 kr <sup>12 13</sup> och att det utöver det tillkommer kostnader för installation, underhåll och drift.

### 5.3.2 Besparingar

De direkta besparingar som kan göras vid installation av regnvatteninsamlingsystem är den minskade kostnaden för VA-taxan. Detta påverkar i dagsläget endast den rörliga delen av VA-taxan som beror på hur många kubikmeter dricksvatten som används. Denna avgift ligger på 16,68 kr/m<sup>3</sup> i Uppsala (Uppsala Vatten, u.å.[b]). I Tabell 9 visas besparingarna (vattenvolym samt kostnad) för scenario 1 och 2 för 1000 liter och 2000 liter respektive 2000 liter och 4000 liter.

**Tabell 9:** Kostnadsbesparing för de olika undersökta scenarierna och tankstorlekarna. De uträknade värdena är årsmedel för hela perioden 2000-2018.

	Vattenbesparing/år	Kostnadsbesparing/år
Scenario 1 (1000 liter)	24,0 m <sup>3</sup>	400 kr
Scenario 1 (2000 liter)	26,5 m <sup>3</sup>	440 kr
Scenario 2 (2000 liter)	35,0 m <sup>3</sup>	585 kr
Scenario 2 (4000 liter)	38,5 m <sup>3</sup>	640 kr

Jämförelse mellan kostnader och besparingar visar att det skulle ta lång tid för systemen att bli lönsamma. Grovt uppskattat kan det handla om 50-100 år med dagens VA-taxa och kostnader för regnvatteninsamlingssystem.

<sup>13</sup>Gabriele Engel, TyskaMRV, intervju, 13 mars 2020.

## 6 Diskussion

Nedan diskuteras tankstorlekens påverkan på effektiviteten, torrperioder, sett till hela Järlåsa, osäkerheter, en analys av kostnaden mot nyttan, eventuella hinder för implementering och risker med regnvatteninsamling i Sverige samt förslag på fortsatt arbete med regnvatteninsamling.

### 6.1 Vattenbesparingspotential och användningsområden för regnvatten

Om alla hushåll i Järlåsa hade regnvatteninsamling skulle cirka 19-20 % av den totala dricksvattenförbrukningen sparas om regnvatten användes till toalettspolning och 27-29 % om det utöver toalettspolning även användes till tvättmaskin. Det blir en större vattenbesparing med scenario 2. Detta är en grov uppskattning utifrån beräkningarna, men ger en bild av den potential som finns för regnvatteninsamling i Järlåsa. Teoretiskt finns det enligt denna studie potential att spara mellan ungefär 4 400 och 6 700 kubikmeter dricksvatten per år för hela Järlåsa. Regnvatteninsamling kan därför inte fungera som den enda källan till dricksvatten med den förbrukning vi har idag i Järlåsa. Detta baseras på att det finns begränsning av vad som är rimligt när det kommer till lagringskapacitet, takytor för uppsamling, utrymme på tomten och även kostnader. Om större uppsamlingsytor är tillgängliga än vad som antagits i denna studie kan också en högre effektivitet uppnås. En till faktor som påverkar denna begränsning är reningen av vattnet. I flertalet studier anges att en mer omfattande rening behövs för exempelvis användning av regnvatten som avses drickas (Gikas et al., 2012). En kostnadsinvestering i en avancerad reningsanläggning för ett enskilt hushåll och även underhållet som kan krävas kan bli problematiskt. Däremot kan man tänka sig att gemensamma anläggningar för flera hushåll skulle kunna ge en högre lönsamhet. För att få till sådana lösningar kan det förenkla om det tas med vid detaljplanering och vid nybyggnation. Flertalet kommuner ansåg att det finns större potential för regnvatteninsamling vid nybyggnation av den anledningen.

I denna studie har inte beräkningar gjorts för scenarier med bevattning utan fokus har legat på hushållsanvändning. Däremot har, utifrån intervjuerna, bevattning identifierats som det användningsområde som har störst potential i dagsläget. Skillnader mellan bevattning och hushållsanvändning är bland annat att för bevattning är behovet av vatten inte konstant över året utan är som högst under de varmare månaderna. Vattenbehovet för bevattning kan variera kraftigt beroende på storleken på ytan som behöver bevattnas och den är svår att uppskatta i ett generellt fall.

Det blev även klart från intervjuer att motivationen att installera regnvatteninsamlings-

system är som störst för de som har dålig tillgång på vatten. Detta är även i linje med där företag säljer flest system. Det handlar om exempelvis Gotland, Öland och skärgårdskommuner. Gissningsvis är det mest aktuellt för personer med enskild vattenförsörjning att installera dessa system och då speciellt i områden med dålig tillgång.

Ofta ligger kommunala intressen i att öka bebyggelse som leder till ökade skatteintäkter för kommunen. I de fall där vattentillgången är begränsande för nybyggnation, såsom anges i Uppsala översiktsplan från 2016 för Järlåsa, kan det finnas mer potential och intresse i att titta på alternativa lösningar. I och med detta borde det vara aktuellt att exempelvis överväga lösningar såsom regnvatteninsamling på platser som Järlåsa där vattentillgången är begränsad. Det finns ett behov av att minska på dricksvattenförbrukningen dessutom undvika dyra vattenförsörjningslösningar såsom långa ledningsdragningar.

## 6.2 Effektivitet och tankstorlek

Storleken på lagringstanken är viktigt för regnvatteninsamlingssystemens effektivitet. En större tank leder till en större vattenbesparingspotential och Figur 14 visar tydligt att effektiviteten ökar med ökande lagringsvolymen för att sedan mattas av. För scenario 1 och toalettpolning ökar effektiviteten upp till omkring 2000-3000 liter för att sedan mattas av. För toalettpolning uppnådes en hög effektivitet redan vid låga lagringskapaciteter och för en 1000 liter tank var effektiviteten 87,4 %. I Sverige regnar det generellt året om och detta bidrar till att tanken fylls på kontinuerligt och därför behövs oftast inte stora lagringskapaciteter utan det kan räcka med exempelvis 1000-2000 liter för enklare hushållsanvändning som toalettpolning och för tvättmaskin. De torrperioder som kommer i framtiden kan komma att bli längre på grund av klimatförändringarna (Naturvårdsverket, u.å.). Detta kan bidra till att regnvatteninsamlingssystem kan kräva större lagringskapaciteter för att bli effektiva även under längre perioder utan nederbörd.

Vad gäller vilken effektivitet som ska eftersträvas när regnvatteninsamlingssystem dimensioneras finns argument om att spara så mycket vatten som möjligt men även att hålla nere kostnaderna. Att sträva mot att uppnå en effektivitet på 100 % kan leda till betydligt högre kostnader utan att egentligen uppnå en stor skillnad i vattenbesparing. En annan beräkningsmetod kan vara att räkna utifrån längden på torrperioden, men detta är vanligare i sammanhang där det finns tydliga torrperioder utan nederbörd. Santos et al. (2013) rekommenderar exempelvis att sträva efter en effektivitet på 80 %. I beräkningarna i denna studie blir en rekommenderad lagringskapacitet då, avrundat uppåt till närmsta 1000 liter, 1000 liter för toalettpolning och 2000 liter för toalettpolning samt tvättmaskin för standardscenariot.

### 6.3 Årstidsvariationer

Perioderna då tanken är tom infaller under olika tider på året beronde mycket på nederbörden och dessa är intressanta att analysera. I Figur 10, 11, 12 och 13 visas hur tankens innehåll varierar över tid. År 2012 hade torrperioder som inföll under våren medan år 2018 inföll dessa under sommaren. Generellt regnar det mer i Järlåsa under sommarmånaderna, se Figur 5. Effektiviteten blir av denna anledning högre för perioden maj till september för samtliga scenarier. För en 1000 liter tank för scenario 1 ökar effektiviteten för den perioden från 87,4 % till 89,6 %. För scenario 2 och en tank på 2000 liter blev ökningen från 83,6 % till 90,1 %. Även om en generellt högre effektivitet under sommaren finns så är det också då av större vikt att ha regnvatten att tillgå. Detta eftersom grundvattenresurser oftast är som mest begränsade denna period och inte heller fylls på (Eveborn et al., 2017). För att få en större kapacitet och ha regnvatten att tillgå under dessa torrperioder, då även ofta bevattningsförbud kan råda, kan alltså en större tank övervägas, då det förkortar perioder där tanken är tom.

### 6.4 Antaganden och osäkerheter i beräkningar

Vid beräkningar gjordes olika antaganden och vissa värden uppskattades utifrån litteratur. Exempelvis avrinningskoefficient och snösmältningstakt togs från litteratur. Utifrån känslighetsanalysen blev effektiviteten högre med en högre avrinningskoefficient, vilket var väntat, se Tabell 5. Det är sannolikt att avrinningskoefficienten är rimligt uppskattad till omkring 0,85 förutsatt att det inte handlar om exempelvis gröna tak som har en betydligt lägre avrinningskoefficient. Vad gäller snösmältning gjordes antagandet att all snö som faller lagrades på taket tills den smälte och rann ner i lagringstanken. Beräkningarna tog inte hänsyn till om snö faller av taket eller om snö skottas bort, vilket i verkligheten skulle kunna ske och även beror på takens utformning.

Osäkerheten i vattenförbrukningsdata är okänd. Data var per år och initialt planerades att göra beräkningar med data per månad eller dygn. Anledningen till detta var att undersöka tydligare årstidsvariationer. Eftersom förbrukningsdata erhöles per år var skillnader i vattenförbrukning beroende på tidpunkt på året okänd. Antagandet att vattenförbrukningen är konstant under året är alltså troligtvis inte helt korrekt men detta antagande gjordes beroende på typen av data som fanns tillgänglig. Det finns faktorer som kan påverka vattenförbrukningen såsom antalet som bor där under olika årstider, vatten till bevattning och restriktioner såsom bevattningsförbud. De skillnader som diskuterats i denna rapport beror därför endast på skillnad i nederbörd beroende på årstid.

Gällande annan data som erhöles för grundvattennivåer och grundvattenuttag, är osäkerheten i dessa inte känd. Det är dock misstänkt att mätarna för grundvattenuttag



inte fungerat under hela mätperioden, enligt Uppsala Vatten <sup>14</sup>.

## 6.5 Kostnad vs nytta

De mest uppenbara besparingarna för regnvatteninsamlingssystem är de ekonomiska i och med en minskad kommunal dricksvattenförbrukning och besparingar i VA-taxa. Jämförs dessa besparingar med vad kostnaden är för dessa system tar det lång tid att uppnå lönsamhet. Utöver kostnader för installation så tillkommer även driftkostnad kopplat till elförbrukning av systemen. En annan faktor som påverkar kostnaden kan bli besparingar i och med en minskad förbrukning av tvättmedel om regnvatten används till tvätt, detta eftersom det krävs mindre tvättmedel i mjukt regnvatten. I flertalet intervjuer togs just kostnaden upp som ett hinder för implementering. På frågan om någon form av bidragssystem skulle kunna öka implementering blev svaret från samtliga intervjupersoner ja. Exemplet med bidragssystem för solceller togs upp och att det gett en ökning i försäljning av solceller i Sverige. Om något sånt system för vattenbesparing eller regnvatteninsamling skulle kunna bli aktuellt har inte undersökts inom denna studie. En annan ekonomisk aspekt som har påverkan på besparingarna med regnvatteninsamling är VA-taxan. I flertalet intervjuer diskuterades möjligheterna i att göra förändringar i denna för att förespråka vattenbesparing. Däremot ansåg flera intervjupersoner att det är krångligt att göra förändringar i VA-taxan, vilket skulle kunna försvåra en sådan ekonomisk uppmuntran. Vattenpriser kan även komma att förändras i framtiden och det skulle kunna skapa bättre förutsättningar för regnvatteninsamling.

Andra ekonomiska aspekter som kan vägas in är exempelvis kostnader kopplat till dålig vattentillgång såsom utkörande av tankbilar, som skett flera år i Järlåsa. Däremot skulle en minskning av dessa kostnader inte gynna de som betalar för regnvatteninsamlingssystem som är privatpersoner eller fastighetsägare i Järlåsa, utan minska de kommunala utgifterna. Därför är det svårt att väga in det i någon form av beräkning, men det är heller inte en oviktig faktor i sammanhanget.

Om regnvatteninsamling rent ekonomiskt är försvarbart är svårt att säga i ett generellt fall. Enligt PBL finns det specificerat att kostnader bör vara rimliga och hur detta påverkar regnvatteninsamling kan antagligen variera i olika fall. Dels kan kostnader variera från fall till fall i och med installationskostnader och dels kan förutsättningarna vara olika på olika platser. En plats kan ha andra källor, såsom ytvattentäkter eller andra grundvattenmagasin, som blir billigare än regnvatteninsamling och en annan kanske det inte finns att tillgå vatten alls såsom kan vara fallet för exempelvis kustområden. Då Sverige på de flesta ställen har god vattentillgång kan det nog i dagsläget på de platserna antas att

---

<sup>14</sup>Uppsala Vatten, E-post, 6 mars 2020.

potentialen för regnvatteninsamling inte är speciellt stor. Däremot på platser där dyrare lösningar övervägs till följd av dålig tillgång har tekniken med största sannolikhet störst potential med dagens förutsättningar.

Som Fewkes (2012) betonar, berör studier ofta bara vattenbesparing och de ekonomiska aspekterna. Miljönyttan, såsom exempelvis sparande på naturens resurser och minskad mängd föroreningar från dagvatten vid kraftigare regn, av systemen undersöks mer sällan men kan ändå vara en drivande kraft. Ekonomin har alltid en stor påverkan men i och med utveckling i samhället med många personers ökade miljömedvetenhet kan detta bli allt viktigare.

## **6.6 Eventuella hinder och drivkrafter för implementering i Sverige**

I Sverige har vi generellt god tillgång på dricksvatten och detta är även något som kan påverka medvetenheten hos befolkningen och det finns många områden där invånare inte har behövt spara på vatten. En högre medvetenhet om vattenbrist och miljö hos invånare kan vara gynnsamt för att få folk att spara på vatten och även att ta till sig nya lösningar såsom regnvatteninsamling. Situationen de senaste åren, med torra och sjunkande grundvattennivåer, har gett vattenbesparing mer uppmärksamhet och flera kommuner börjar diskutera frågan allt mer. Om utvecklingen fortsätter, och om vi har fler somrar med liknande problem skulle det kunna hjälpa regnvatteninsamling att bli mer utbrett, speciellt i mer utsatta områden såsom Järlåsa. Den resistens som kan finnas för ny teknik är också ett potentiellt hinder, i alla fall i de tidigare skedena av implementering. Huruvida detta kommer fortsätta vara en begränsning är osäkert, och det finns länder där det används mycket mer än i Sverige. Det är troligt att det finns möjligheter att göra regleringar i lagstiftning och underlätta i att göra det mer ekonomiskt lönsamt. Exakt vilka förändringar som bör göras i lagstiftning eller vilka åtgärder kommuner och myndigheter kan göra har denna studie inte tittat närmre på. Däremot skulle det kunna röra som förenklingar i att ändra VA-taxan, förtydligande av kvalitetskrav för olika användningsområden för dricksvatten och riktlinjer för hur bedömningar av dessa system kan göras.

En oro som finns bland kommuner är risken för dricksvattenkontamination och kopplat till eventuella hälsorisker med regnvatteninsamling. I intervjuer med teknikleverantörer identifierades dock inga tydliga risker med system för regnvatteninsamling i Sverige. System de hade sålt har fungerat väl och inte haft några problem i drift. Systemen är designade så att de ska vara relativt självgående och även enkla att underhålla utan någon speciell kompetens. Däremot, även om den generella inställningen var positiv ansåg kommunerna i vissa fall att det behövs förtydligande av krav på dessa system. Ett förtydligande av hur

system bör utformas, vilka kvalitetskrav som ska sättas för olika användningsområden och hur systemen säkert kan användas utan att utgöra en risk för att kontaminera dricksvatten skulle troligtvis leda till en ökning i antalet system som installeras. Problem såsom fryshet av ledningar, att någon komponent går sönder, missfärgning av toalett eller kläder och lågt mineralinnehåll kom på tal. Risken för dessa bedöms dock vara låg, enligt intervjuerna med teknikleverantörer men med tanke på den här studiens omfattning och att inga egna undersökningar har gjorts kan det inte dras några starka slutsatser. Även om riskerna är låga kan det ändå finnas viss resistens mot nya lösningar. Det kan ta tid innan personer som användare och personer som beviljar tillstånd och gör bedömningar inom kommuner att ha tillräcklig kunskap för att kunna känna sig säkra på riskerna och hur de ska undvikas.

## 6.7 Fortsatta studier

Denna studie är relativt övergripande om regnvatteninsamling i Sverige, med fokus på Järlåsa. Det finns behov av flera studier inom liknande områden och att undersöka förutsättningar på andra platser i Sverige. Sverige är ett stort land med regionala skillnader och olika angreppssätt kan vara aktuella beroende på vald plats. En viktig del är självklart ekonomi och hur det ska bli mer lönsamt med regnvatteninsamling. Detta skulle behöva undersökas vidare, och om det finns möjlighet eller potential för införandet av ekonomiska incitament såsom bidrag eller förändring i VA-taxan. Ett behov kan även finnas att undersöka den sociala acceptansen för regnvatteninsamling i Sverige och även vilka juridiska förändringar som kan underlätta eller gynna implementering. Det finns många studier om social acceptans för regnvatteninsamling från andra länder (Parsons et al., 2010; Brown et al., 2009) men det verkar saknas större studier gjorda på området i Sverige.

En annan aspekt som kan vara intressant är de positiva effekter som vattenbesparing kan ha på miljö. Dessa är svåra att kvantifiera i ekonomiska termer men det skulle kunna bli en stark drivkraft för personer att installera system och kan även redan vara drivande för vissa individer. Om fler system installeras i Sverige kommer även troligtvis en mer gynnsam marknad växa fram och tekniken bli mer accepterad av både kommuner och privatpersoner. Vad gäller riskerna, som flertalet kommuner såg, skulle fler installerade system kunna visa på tekniken fungerar och minska oron kring dessa. En studie om vilka risker som kan finnas, sannolikheten för dessa och hur de kan undvikas skulle kunna bidra till en ökad acceptans hos bland annat kommunerna. En större säkerhet på prestandan av regnvatteninsamlingssystem skulle vara gynnsam för utvecklingen.

## 7 Slutsats

Syftet med detta examensarbete var att utvärdera regnavatteninsamling och vattenbesparingspotential i ett svenskt sammanhang. I Järlåsa där det rått brist på vatten skulle lösningar som insamling av regnvatten kunna bli aktuella. Slutsatsen är att det finns teknisk potential att spara omkring 19-29 % av den totala dricksvattenförbrukningen i Järlåsa med regnvatteninsamling för hushåll där regnvatten används till toalettspolning och tvättmaskin, vilket i fallet med Järlåsa handlar om omkring 4 400 till 6 700 kubikmeter dricksvatten per år. En lämplig dimensionering av en tank är 1000-4000 liter och beror på bland annat takyta, antal personer i hushållet och om *first-flush*bortledning används. Perioderna där tanken är tom blir kortare med en större lagringskapacitet och det finns även betydande skillnader mellan olika år sett till tankens innehåll över tid. Med regnvatteninsamling skulle kommunen kunna spara pengar på att slippa köra ut tankbilar till Järlåsa, vilket varit fallet vid flertalet tillfällen.

Potentialen ansågs vara som störst för bevattning men var även stor för exempelvis toalettspolning och för tvättmaskin. Vad gäller acceptans för regnvatteninsamling kan det ta tid och det finns en del identifierade hinder. Till dessa hör bland annat oron för kontamination och ihopblandning med dricksvatten, brist på ekonomisk lönsamhet och behov av förtydligande av krav och risker för regnvatteninsamling. Motivationen att använda regnvatteninsamling är som störst för de som har dålig tillgång på dricksvatten och även personer med en stor miljömässig medvetenhet. Potential finns för regnvatteninsamling i Sverige men det behövs fortsatt arbete för att få en ökad implementering.

# Referenser

- 4evergreen (u.å.). *Återvinning av regnvatten*. 4evergreen. Tillgänglig: <https://www.4evergreen.se/atervinning-av-regnvatten/> [2020-04-28].
- Ahlgren, E. & Nordborg, M. (2019). *Rainwater harvesting på Storsundet*. Självständigt arbete på grundnivå, Skolan för arkitektur och samhällsbyggnad, Hållbar utveckling, miljövetenskap och teknik. KTH. Tillgänglig: <http://kth.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1329156&dsid=-9479>.
- Aqua Expert (u.å.[a]). *Uran i dricksvatten - Orsaker, risker och åtgärder - Aqua Expert*. Tillgänglig: <http://aquaexpert.se/vattenproblem/uran> [2020-05-14].
- Aqua Expert (u.å.[b]). *Bakterier i vatten - Mikroorganismer, E. coli & Koliforma bakterier*. Tillgänglig: <http://aquaexpert.se/vattenproblem/bakterier> [2020-05-20].
- BMU (u.å.). *Drinking water*. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. Tillgänglig: <https://www.bmu.de/en/topics/water-waste-soil/water-management/drinking-water/> [2020-04-27].
- Bosch (u.å.). *Hur mycket tvättmedel behövs och hur fyller man behållaren?* Tillgänglig: <https://www.bosch-home.se/upplev-bosch/bosch-stories/hur-mycket-tvattmedel-behovs> [2020-08-23].
- Boverket (2017). *Vatten och avlopp*. Boverket. Tillgänglig: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/boverkets-byggregler/vatten-och-avlopp/> [2020-01-31].
- Brandt, M. J., Johnson, K. M., Elphinston, A. J. & Ratnayaka, D. D. (2017). "Chapter 8 - Storage, Clarification and Chemical Treatment". *Twort's Water Supply (Seventh Edition)*. Utg. av M. J. Brandt, K. M. Johnson, A. J. Elphinston & D. D. Ratnayaka. Boston: Butterworth-Heinemann, s. 323–366. Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780081000250000089> [2020-04-28].
- Brown, R., Farrelly, M. & Keath, N. (2009). Practitioner Perceptions of Social and Institutional Barriers to Advancing a Diverse Water Source Approach in Australia. *International Journal of Water Resources Development*, vol. 25 (1), ss. 15–28. Tillgänglig: <https://doi.org/10.1080/07900620802586090> [2020-02-05].
- Bryman, A. (2011). *Bryman\_kvalitativ\_intervju.pdf*. Tillgänglig: [http://www.kursplaneringen.se/files/Bryman\\_kvalitativ\\_intervju.pdf](http://www.kursplaneringen.se/files/Bryman_kvalitativ_intervju.pdf) [2020-05-27].
- Charlson, R. J. & Rodhe, H. (febr. 1982). Factors controlling the acidity of natural rainwater. *Nature*, vol. 295 (5851). Number: 5851 Publisher: Nature Publishing Group, ss. 683–685. DOI: 10.1038/295683a0. Tillgänglig: <https://www.nature.com/articles/295683a0> [2020-06-29].
- Christensen, J. (2015). *Juridiken kring vatten och avlopp*. text 2015:15. Göteborg: Havs- och Vattenmyndigheten, s. 166. Tillgänglig: <https://www.havochvatten.se/hav/uppdrag--kontakt/publikationer/publikationer/2015-12-11-juridiken-kring-vatten-och-avlopp.html> [2020-01-22].
- ConClean (u.å.). *Regnvattensystem — Återvinner regnvatten för trädgård och hushåll*. Tillgänglig: [https://www.conclean.se/produkter/regnvattensystem/regntankar\\_under\\_jord/](https://www.conclean.se/produkter/regnvattensystem/regntankar_under_jord/) [2020-04-28].
- Coombes, P. J., Kuczera, G. & Kalma, J. D. (2002). Economic, Water Quantity and Quality Results from a House with a Rainwater Tank in the Inner City.
- DANVA (2017). *Water in Figures*. Tillgänglig: [https://www.danva.dk/media/4662/water-in-figures\\_2017.pdf](https://www.danva.dk/media/4662/water-in-figures_2017.pdf) [2020-04-27].
- Discover Water (mars 2019). *The amount we use*. Find out how water companies in England & Wales are performing. Tillgänglig: <https://discoverwater.co.uk/amount-we-use> [2020-04-27].

- Domènech, L. & Saurí, D. (2011). A comparative appraisal of the use of rainwater harvesting in single and multi-family buildings of the Metropolitan Area of Barcelona (Spain): social experience, drinking water savings and economic costs. *Journal of Cleaner Production*, vol. 19 (6), ss. 598–608. Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652610004440> [2020-02-04].
- Energy Saving Trust (2013). *At Home with Water*, ss. 36.
- enHealth (2010). *enhealth-raintank.pdf*. Commonwealth of Australia. Tillgänglig: [https://www1.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/OD71DB86E9DA7CF1CA257BF0001CBF2F/\\$File/enhealth-raintank.pdf](https://www1.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/OD71DB86E9DA7CF1CA257BF0001CBF2F/$File/enhealth-raintank.pdf) [2020-01-29].
- Eveborn, D., Vikberg, E. & Thunholm, B. (2017). *Grundvattenbildning och grundvattentillgång i Sverige*. 2017:09. SGU, s. 57.
- Fewkes, A. (2012). A review of rainwater harvesting in the UK. *Structural Survey*, vol. 30 (2), ss. 174–194. Tillgänglig: <https://doi.org/10.1108/02630801211228761> [2020-02-04].
- Förster, J. (1999). Variability of roof runoff quality. *Water Science and Technology*, vol. 39 (5), ss. 137–144. Tillgänglig: <https://iwaponline.com/wst/article/39/5/137/7127/Variability-of-roof-runoff-quality> [2020-01-27].
- Gikas, G. D. & Tsihrintzis, V. A. (2012). Assessment of water quality of first-flush roof runoff and harvested rainwater. *Journal of Hydrology*, vol. 466-467, ss. 115–126. Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169412006993> [2020-01-24].
- Gikas, G. D. & Tsihrintzis, V. A. (2017). Effect of first-flush device, roofing material, and antecedent dry days on water quality of harvested rainwater. *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 24 (27), ss. 21997–22006. Tillgänglig: <https://link-springer-com.ezproxy.its.uu.se/article/10.1007/s11356-017-9868-6> [2020-01-24].
- Grumme (u.å.). *Smarta tips för dosering av tvättmedel — Grummes tvätttips*. Grumme. Tillgänglig: <https://www.grumme.se/tvatttips/dosering/> [2020-08-23].
- Haq, S. A. (2017). *Harvesting rainwater from buildings*. Dhaka, Bangladesh: Springer. 282 s. Tillgänglig: <https://link-springer-com.ezproxy.its.uu.se/content/pdf/10.1007%2F978-3-319-46362-9.pdf> [2020-01-22].
- Hearn, N. (u.å.). *Drinking Rain Water - Health Advantages and Disadvantages*. Water Benefits Health. Library Catalog: [www.waterbenefitshealth.com](http://www.waterbenefitshealth.com). Tillgänglig: <https://www.waterbenefitshealth.com/drinking-rain-water.html> [2020-04-28].
- Helmreich, B. & Horn, H. (2009). Opportunities in rainwater harvesting. *Desalination*, vol. 248 (1), ss. 118–124. Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S001191640900575X> [2020-01-24].
- Hofman-Caris, R., Bertelkamp, C., Waal, L. de, Brand, T. van den, Hofman, J., Aa, R. van der & Hoek, J. P. van der (2019). Rainwater Harvesting for Drinking Water Production: A Sustainable and Cost-Effective Solution in The Netherlands? *Water*, vol. 11 (3), ss. 511. Tillgänglig: <https://www.mdpi.com/2073-4441/11/3/511> [2020-01-24].
- Hydrotech (u.å.). *9 countries that consume the biggest amount of water*. Hydrotech. Tillgänglig: <https://www.hydrotech-group.com/blog/9-countries-that-consume-the-biggest-amount-of-water> [2020-02-12].
- Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B. & Rubel, F. (2006). World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, vol. 15 (3), ss. 259–263. Tillgänglig: [http://www.schweizerbart.de/papers/metz/detail/15/55034/World\\_Map\\_of\\_the\\_Koppen\\_Geiger\\_climate\\_classificat?af=crossref](http://www.schweizerbart.de/papers/metz/detail/15/55034/World_Map_of_the_Koppen_Geiger_climate_classificat?af=crossref) [2020-01-31].
- Kwaadsteniet, M. d., Dobrowsky, P. H., Deventer, A. v., Khan, W. & Cloete, T. E. (2013). Domestic Rainwater Harvesting: Microbial and Chemical Water Quality and Point-of-Use Treatment Systems.

- Water, Air, & Soil Pollution*, vol. 224 (7), ss. 1–19. Tillgänglig: <https://link-springer-com.ezproxy.its.uu.se/article/10.1007/s11270-013-1629-7> [2020-02-04].
- Li, Z., Boyle, F. & Reynolds, A. (2010). Rainwater harvesting and greywater treatment systems for domestic application in Ireland. *Desalination*, vol. 260 (1), ss. 1–8. Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0011916410003504> [2020-02-04].
- Liu, S. L., Zhao, M. & Liu, L. (2014). *Analysis of Initial Rainwater Treatment Scheme in Small Area*. Advanced Materials Research. Tillgänglig: <https://www.scientific.net/AMR.955-959.2589> [2020-01-24].
- Livsmedelsverket (2013). *Mikrobiologiska risker vid dricksvattendistribution - översikt av händelser, driftstörningar, problem och rutiner*. Tillgänglig: <https://www.svensktvatten.se/globalassets/dricksvatten/distribution/mikrobiologiska-risker-vid-distribution.pdf> [2020-05-14].
- Mendez, C. B., Klenzendorf, J. B., Afshar, B. R., Simmons, M. T., Barrett, M. E., Kinney, K. A. & Kirisits, M. J. (2011). The effect of roofing material on the quality of harvested rainwater. *Water Research*, vol. 45 (5), ss. 2049–2059. Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135410008535> [2020-01-24].
- Naddeo, V., Scannapieco, D. & Belgiorno, V. (2013). Enhanced drinking water supply through harvested rainwater treatment. *Journal of Hydrology*, vol. 498, ss. 287–291. Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169413004472> [2020-01-24].
- Naturvårdsverket (u.å.). *MULTIFUNKTIONELLA VÅTMARKER*. Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/upload/sa-mar-miljon/vatten/vatmark/1-grundvattenbildning.pdf>.
- NelsonGarden (2 juni 2017). *Vattna rätt hela odlingsäsongen*. Din odlarvän. Library Catalog: [dinodlarvan.nelsongarden.se](http://dinodlarvan.nelsongarden.se) Section: Din trädgård. Tillgänglig: <https://dinodlarvan.nelsongarden.se/din-tradgard/vattna-ratt-hela-odlingssasongen/> [2020-07-01].
- Nolde, E. (2007). Possibilities of rainwater utilisation in densely populated areas including precipitation runoffs from traffic surfaces. *Desalination*. MEDAWATER International Conference on Sustainable Water Management, Rational Water Use, Wastewater Treatment and Reuse, vol. 215 (1), ss. 1–11. Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S001191640700389X> [2020-05-04].
- NSVA (u.å.). *Vattentäkter - NSVA*. Tillgänglig: <http://37.221.224.70/kundservice/vattenkvalitet/vattentakter/> [2020-01-31].
- olda.nu (u.å.). *Hur mycket ska jag vattna och när? — Odlan.nu*. Tillgänglig: <https://www.odla.nu/inspiration/hur-mycket-ska-jag-vattna-nar> [2020-07-01].
- Olsson, E. (12 juni 2017). Bevattningsförbud i Järlåsa fram till i höst. *SVT Nyheter*. Tillgänglig: <https://www.svt.se/nyheter/lokalt/upsala/forbud-mot-bevattning-i-jarlasa> [2020-01-31].
- Papasozomenou, O., Moss, T. & Soler, N. G. (2019). Raindrops keep falling on my roof: imaginaries, infrastructures and institutions shaping rainwater harvesting in Berlin. *Journal of Environmental Policy & Planning*, vol. 21 (4), ss. 358–372. Tillgänglig: <https://doi.org/10.1080/1523908X.2019.1623658> [2020-02-04].
- Parsons, D., Goodhew, S., Fewkes, A. & Wilde, P. D. (2010). The perceived barriers to the inclusion of rainwater harvesting systems by UK house building companies. *Urban Water Journal*, vol. 7 (4), ss. 257–265. Tillgänglig: <https://doi.org/10.1080/1573062X.2010.500331> [2020-02-04].
- Patel, A. & Shah, D. (2008). *Water Management*. Daryaganj, INDIA: New Age International Ltd. Tillgänglig: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/uu/detail.action?docID=414240> [2020-01-24].
- Rahman, S. (2018). *Rainwater Harvesting: Quantity, Quality, Economics and State Regulations*. 1st edition. Basel, Switzerland: Water. Tillgänglig: <https://www.mdpi.com/books/pdfview/book/507>.

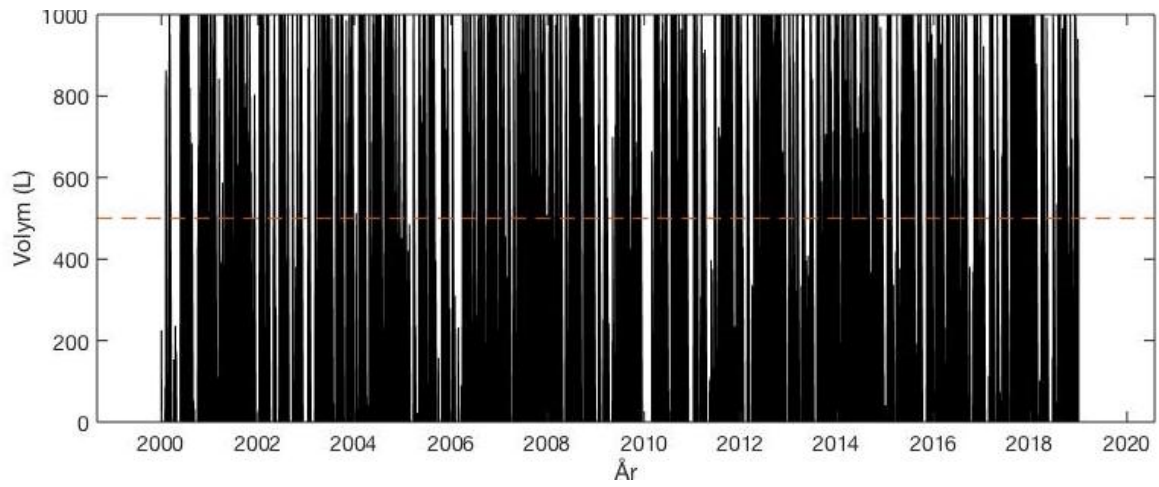
- RAIN (2008). *RAIN-Rainwater-Quality-Policy-and-Guidelines-2009-v1\_EN\_new-house-style-RAIN.pdf*. Amsterdam. Tillgänglig: [http://www.rainfoundation.org/wp-content/uploads/2015/07/RAIN-Rainwater-Quality-Policy-and-Guidelines-2009-v1\\_EN\\_new-house-style-RAIN.pdf](http://www.rainfoundation.org/wp-content/uploads/2015/07/RAIN-Rainwater-Quality-Policy-and-Guidelines-2009-v1_EN_new-house-style-RAIN.pdf) [2020-01-29].
- Rainharvesting systems (2018). *Carbon Filtration*. Rainharvesting Systems. Tillgänglig: <https://www.rainharvesting.co.uk/portfolio/carbon-filtration/> [2020-05-30].
- Rodhe, A., Lindström, G., Rosberg, J. & Pers, C. (2006). *Grundvattenbildning i svenska typjordar*. Uppsala universitet, s. 35. Tillgänglig: [https://www.sgu.se/globalassets/grundvatten/grundvattennivaer/grundvattenbildning/rodhe-et-al\\_2006.pdf](https://www.sgu.se/globalassets/grundvatten/grundvattennivaer/grundvattenbildning/rodhe-et-al_2006.pdf).
- Rosén, S. (5 febr. 2020). *Vattna dina odlingar med regnvatten – så sparar du det!* Viivilla.se - kök, badrum, trädgård, uppvärmning, inredning. Tillgänglig: <https://www.viivilla.se/tradgard/spara-regnvatten/> [2020-04-28].
- Rydell, D. (30 maj 2019). Namninsamling gav produktivt möte. Tillgänglig: <https://www.unt.se/nyheter/upsala/namninsamling-gav-produktivt-mote-5320711.aspx> [2020-01-31].
- Sanches Fernandes, L. F., Terêncio, D. P. S. & Pacheco, F. A. L. (2015). Rainwater harvesting systems for low demanding applications. *Science of The Total Environment*, vol. 529, ss. 91–100. Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969715301200> [2020-01-24].
- Sandhammar, L. (14 juni 2017). Unik lösning från 70-talet räddar Uppsala från vattenbrist. *SVT Nyheter*. Tillgänglig: <https://www.svt.se/nyheter/lokalt/upsala/vattnet-racker-till-upsalaborna> [2020-01-31].
- Santos, C. & Taveira-Pinto, F. (2013). Analysis of different criteria to size rainwater storage tanks using detailed methods. *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 71, ss. 1–6. Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344912002030> [2020-02-04].
- SFS1998:808 (1998). *Miljöbalken*. Stockholm: Miljödepartementet.
- SFS2006:412 (2006). *Lagen om allmänna vattentjänster*. Stockholm: Miljö- och energidepartementet.
- SFS2010:900 (2010). *Plan- och bygglagen*. Stockholm: Finansdepartementet.
- SGU (21 jan. 2020a). *Grundvattennivåer i januari*. Tillgänglig: <https://www.sgu.se/om-sgu/nyheter/2020/januari/grundvattennivaer-i-januari/> [2020-01-31].
- SGU (u.å.[b]). *Grundvatten i planeringen*. Tillgänglig: <https://www.sgu.se/samhallsplanering/planering-och-markanvandning/grundvatten-i-planeringen/> [2020-03-06].
- SGU (u.å.[c]). *Grundvatten i översiktsplanen*. Tillgänglig: <https://www.sgu.se/samhallsplanering/planering-och-markanvandning/grundvatten-i-planeringen/grundvatten-i-oversiktsplanen/> [2020-01-31].
- SGU (u.å.[d]). *Så påverkar klimatförändringar grundvattnet*. Tillgänglig: <https://www.sgu.se/samhallsplanering/planering-och-markanvandning/grundvatten-i-planeringen/klimatforandringar/paverkan/> [2020-01-31].
- SGU (u.å.[e]). *Klimatförändringar – så påverkar de mark och grundvatten*. Tillgänglig: <https://www.sgu.se/samhallsplanering/planering-och-markanvandning/grundvatten-i-planeringen/klimatforandringar/> [2020-01-31].
- SGU (u.å.[f]). *SGUs Kartvisare*. Tillgänglig: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-grundvattenmagasin.html> [2020-04-30].
- Shaban, A. & Sharma, R. N. (2007). Water Consumption Patterns in Domestic Households in Major Cities on JSTOR. *Economic and Political Weekly*, vol. 42, ss. 2190–2197. Tillgänglig: <https://www-jstor-org.ezproxy.its.uu.se/stable/4419690> [2020-02-12].
- Shakya, B. & Thanju, J. P. (2013). Technical Guidelines for Installation of Rainwater Harvesting System and its Operation. *Hydro Nepal: Journal of Water, Energy and Environment*, vol. 12, ss. 45–51. Tillgänglig: <https://www.nepjol.info/index.php/HN/article/view/9032> [2020-01-30].



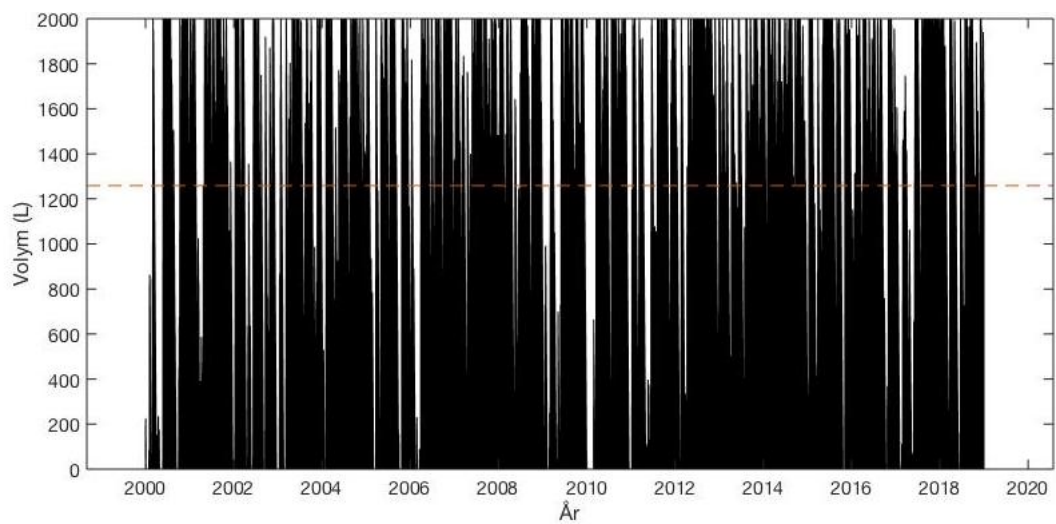
- Shkurenko, L. (2019). "A study of water and sewage on Oaxen". Diss. Stockholm: KTH. 42 s.
- Silva Vieira, A., Weeber, M. & Ghisi, E. (2013). Self-cleaning filtration: A novel concept for rainwater harvesting systems. *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 78, ss. 67–73. Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344913001389> [2020-05-30].
- SMHI (23 april 2020a). *Sveriges klimat — SMHI*. Tillgänglig: <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/sveriges-klimat/sveriges-klimat-1.6867> [2020-04-21].
- SMHI (u.å.[b]). *Risk för vattenbrist — SMHI*. Tillgänglig: <https://www.smhi.se/vadret/vadret-i-sverige/risk-for-vattenbrist> [2020-05-06].
- SMHI (u.å.[c]). *Klimatscenarioer — SMHI*. Tillgänglig: <https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/klimatscenarioer/sweden/nation/rcp85/year/length-of-vegetation-period> [2020-02-12].
- SMHI (u.å.[d]). *Ladda ner meteorologiska observationer — SMHI*. Tillgänglig: <https://www.smhi.se/data/meteorologi/ladda-ner-meteorologiska-observationer#param=airtemperatureInstant,stations=all> [2020-06-12].
- Stoyanov, A. (8 mars 2020). *Denmark's approach to responsible water usage*. The Mayor. Library Catalog: [www.themayor.eu](http://www.themayor.eu/en/denmarks-approach-to-responsible-water-usage). Tillgänglig: <http://www.themayor.eu/en/denmarks-approach-to-responsible-water-usage> [2020-04-27].
- Svenskt Vatten (16 dec. 2016). *Miljökrav enligt miljöbalken*. Svenskt Vatten. Tillgänglig: <https://www.svensktvatten.se/vattentjanster/juridik/oversikt-reglering/miljokrav-enligt-miljobalken/> [2020-01-31].
- Svenskt Vatten (2019a). *Dricksvattenfakta*. Svenskt Vatten. Tillgänglig: <https://www.svensktvatten.se/fakta-om-vatten/dricksvattenfakta/> [2020-02-04].
- Svenskt Vatten (9 okt. 2019b). *Taxeundersökning*. Svenskt Vatten. Tillgänglig: <https://www.svensktvatten.se/vattentjanster/organisation-och-juridik/va-statistik/taxeundersokning/> [2020-04-27].
- Thomas, R. B., Kirisits, M. J., Lye, D. J. & Kinney, K. A. (2014). Rainwater harvesting in the United States: a survey of common system practices. *Journal of Cleaner Production*, vol. 75, ss. 166–173. Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652614003060> [2020-03-04].
- TyskaMRV (u.å.). *Tyska Minireningsverk AB*. Tillgänglig: <https://www.tyskamrv.se/regnvatten-atervinning.html> [2020-04-28].
- Uppsala Kommun (2016). *Översiktsplan 2016*. Tillgänglig: <https://www.uppsala.se/organisation-och-styrning/publikationer/oversiktsplan-2016/> [2020-01-31].
- Uppsala Vatten (2019). *Bevattningsförbudet har sparat 3,5 miljoner liter vatten*. Tillgänglig: <https://www.uppsalavatten.se/nyheter/bevattningsforbudet-har-sparat-35-miljoner-liter-vatten/> [2020-01-31].
- Uppsala Vatten (6 mars 2020a). *Förbrukningsdata Järlåsa exjobb*. E-mail.
- Uppsala Vatten (u.å.[b]). *Beräkning VA-kostnad*. Tillgänglig: <https://www.uppsalavatten.se/hushall/betalning-och-avgifter/taxor-och-avgifter/ny-va-taxa-2020/berakning-va-kostnad/> [2020-01-31].
- Uppsala Vatten (u.å.[c]). *Järlåsa*. Tillgänglig: <https://www.uppsalavatten.se/hushall/vatten-och-avlopp/jarlasa/> [2020-01-31].
- Vargas-Parra, M. V., Rovira-Val, M. R., Gabarrell, X. & Villalba, G. (2019). Rainwater harvesting systems reduce detergent use. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 24 (5), ss. 809–823. Tillgänglig: <https://link-springer-com.ezproxy.its.uu.se/article/10.1007/s11367-018-1535-8> [2020-02-04].

- WaterCare (u.å.). *Regnvattenanläggning - Watercare ApS*. Tillgänglig: <https://watercare.se/se/produkter/regnvattenanlaggning.aspx> [2020-04-28].
- Wikipedia (16 mars 2020). *Järlåsa*. *Wikipedia*. Tillgänglig: <https://sv.wikipedia.org/w/index.php?title=J%C3%A4rl%C3%A5sa&oldid=47390464> [2020-04-27].
- Villarreal, E. L. & Dixon, A. (2005). Analysis of a rainwater collection system for domestic water supply in Ringdansen, Norrköping, Sweden. *Building and Environment*, vol. 40 (9), ss. 1174–1184. Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132304003178> [2020-02-05].
- Vinnova (2017). *Gröna tak handboken - Växtbädd och vegetation*. Tillgänglig: <https://gronatakhandboken.se/wp-content/uploads/2017/02/Gronatakhandboken-Vaxtbadd-och-Vegetation.pdf> [2020-06-29].
- World Health Organization (2006). *Guidelines for drinking-water quality: first addendum to the third edition, volume 1 : recommendations*. OCLC: 858848153. Geneva: WHO.
- Yaziz, M. I., Gunting, H., Sapari, N. & Ghazali, A. W. (1989). Variations in rainwater quality from roof catchments. *Water Research*, vol. 23 (6), ss. 761–765. Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/004313548990211X> [2020-01-24].

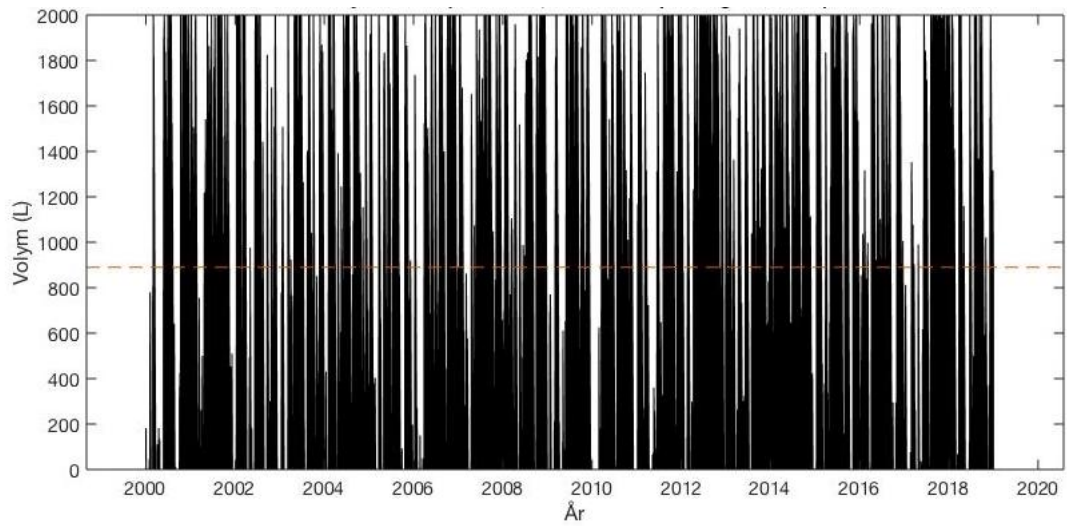
# A Appendix



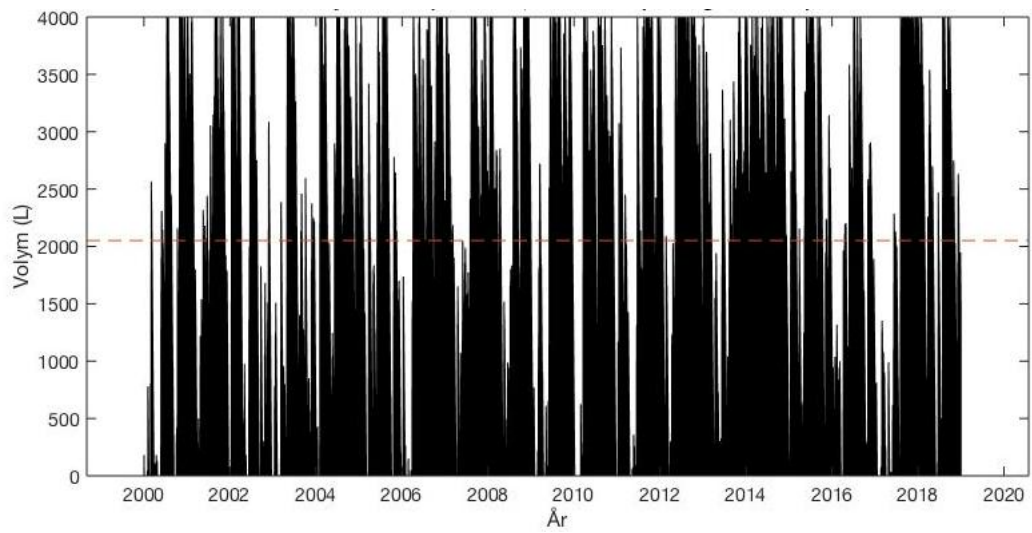
*Figur A.1: Regnvatteninnehåll (L) i en 1000 liters tank för Scenario 1.*



*Figur A.2: Regnvatteninnehåll (L) i en 2000 liters tank för Scenario 1.*



*Figur A.3: Regnvatteninnehåll (L) i en 2000 liters tank för Scenario 2.*



*Figur A.4: Regnvatteninnehåll (L) i en 4000 liters tank för Scenario 2.*

## B Appendix

### Intervjufrågor för kommuner

#### INTERVJUFRÅGOR

1. Hur jobbar kommunen med vattenbesparing idag?
2. Hur ser ni på potentialen att använda regnvatten som komplement till dricksvatten för olika ändamål, såsom bevattning, toalettspolning, tvätt, dusch, dricksvatten?
3.
  - a. Vet ni om det används regnvatteninsamling i någon större utsträckning bland kommunens invånare idag?
  - b. Vilka är de huvudsakliga användarna?
  - c. För vilka ändamål?
  - d. Hur gör kommunen med bevattning av park, spolning av vägar idag?
4.
  - a. Krävs det bygglov eller anmälan för att installera regnvattentankar?
  - b. Om ja, vilka krav ställs?
  - c. Finns det krav på rening för regnvattnet och skiljer det sig beroende på användningsområde?
5.
  - a. I områden med vattenbrist, går det att kräva att folk sparar på vatten?
  - b. Om ja, vilka rättsliga medel har kommunen för att kräva detta?
  - c. Kan regnvatteninsamling möjliggöra att det byggs på ställen där det annars inte skulle vara möjligt p.g.a. dålig vattentillgång?
6. Finns det några juridiska hinder med att föra in regnvatten istället för kommunalt dricksvatten i byggnader, exempelvis när man ser till reningen av avloppsvatten sen?
7. Finns det idag som ni ser några hinder för implementering av regnvatteninsamlingsystem?
8. Vad tror ni är det viktigaste drivkrafterna för implementering av regnvatteninsamling?
9.
  - a. Hur skulle man kunna uppmuntra folk att använda sig till att börja samla upp sitt regnvatten?
  - b. Skulle ekonomisk uppmuntran kunna införas lokalt för ett område med vattenbrist, eller krävs det att det görs på högre nivå med nationella medel?
10. Vilka aktörer tror ni är de viktigaste?

## C Appendix

### Intervjufrågor teknikleverantörer

1.
  - a. Hur ser era lösningar för regnvattenuppsamling ut? (*Översiktlig beskrivning*)
  - b. Vad är energibehovet?
2. Hur många system säljer ni ungefär varje år?
3. Har ni sett någon trend i försäljningen (antal, storlek) och har ni någon uppfattning om hur vanligt det är i Sverige?
4. Användare
  - a. Hur bor de flesta användarna, ex i städer eller på landsbygden, villor, fritidshus, flerfamiljshus?
  - b. Vilka kommuner eller områden säljs det mest i?
  - c. Vilka användningsområden är vanligast för vattnet?
  - d. Vilka storlekar på tankar är vanligast?
  - e. Säljer ni mest till privatpersoner eller företag?
5. Hur mycket (dricks)vatten kan man spara med era system?
6. Underhåll
  - a. Vilka krav ställs på underhåll?
  - b. Ungefär hur ofta krävs underhåll?
  - c. Vilken kompetens behöver användaren?
  - d. Förekommer problem under vinterhalvåret?
  - e. Vad är riskerna för bakterie/alg tillväxt i tankarna? Hur ofta är lämpligt att den töms helt?
  - f. Vart i systemet är det vanligast att det förekommer problem med underhåll?
7. Rening
  - a. Vilka reningssystem använder ni?
  - b. Vilka föroreningar är de viktigaste att ta bort?
  - c. Vad kan/kan inte renas bort?
  - d. Använder ni någon first-flushbortledning?

8. Kostnad
  - a. Ungefär vad ligger kostnaden (*spann*) på för era lösningar?
  - b. Vad ingår i priset?
  - c. Tillkommer det installationskostnad?
  - d. Vilka komponenter är det som är dyrast?
9. Vad skulle du säga är det största hindret för implementering?
10. Vad tror ni är den främsta motivationen/drivkraften för personer/företag att använda regnvatteninsamling?
11. Bygglov/krav
  - a. Krävs bygglov för installation av regnvatteninsamlingssystem?
  - b. Om ja, vilka krav ställs på systemen?
  - c. Är det någon skillnad för olika skalor på vilka krav som ställs, och tillstånd som behövs och har ni upplevt att det skiljer sig mellan olika kommuner?