

Vattenbesparande åtgärder

Exempelsamling för kommuner och hushåll



Status:	Slutrapport 2.0
Utgåva:	
Datum:	2021-01-22
Författare:	Caroline Holm, WRS AB och Helfrid Schulte-Herbrüggen, Ecoloop AB
Projektnummer:	
Uppdragsgivare:	Fyrisåns Vattenförbund, Uppsala kommun, Uppsala Vatten, Östhammars kommun, Tierps kommun

Status:	Slutrapport 2.0
Utgåva:	
Datum:	2021-01-22
Författare:	Caroline Holm, WRS AB och Helfrid Schulte-Herbrüggen, Ecoloop AB
Projektnummer:	
Uppdragsgivare:	Fyrisåns Vattenförbund, Uppsala kommun, Uppsala Vatten, Östhammars kommun, Tierps kommun

SAMMANFATTNING

Flera år av vattenbrist och nödvändiga bevakningsförbud har ökat intresset för vattenbesparing och möjligheter att minska hushållens vattenförbrukning. Syftet med denna rapport är att ta fram och jämföra några konkreta exempel på vattenbesparande åtgärder som är tillgängliga för fastighetsägare och fastighetsbolag. Vi jämför hur många liter som kan sparas per person och dygn, eventuell juridik som måste beaktas och ungefärliga kostnader.

Vi har tagit fram exempel från fem olika tekniker: 1) Enklare tekniker för enskilda hushåll, 2) Recirkulerande dusch för vattenbesparing i enskilda hushåll, 3) Regnvatten för toalett och tvättmaskin i enskilda hushåll, 4) Regnvatten för toaletter i kontorshus och 5) Återanvändning av gråvatten i flerfamiljshus.

Beräkningarna visar att genom att välja mer vattensnåla hushållsprodukter och snålspolande munstycken kan ett hushålls vattenförbrukning minskas med upp emot 40 liter per person och dygn. Beroende på vilken teknik som fastighetsägaren väljer är kostnaden ca 35 000 kr vid nyinstallation. Vid installation av en mer avancerade återcirkulerande dusch kan ytterligare 40 liter per person och dygn sparas till en kostnad från ca 50 000 kr. Det finns också goda möjligheter att använda regnvatten i hushåll, framförallt till toalettspolning, där hela hushållets behov av vatten till toalettspolning skulle kunna täckas, beroende på lagringsutrymmet. Kostnaden för ett regnvatteninsamlingssystem för att spola toaletter ligger på ca 50 000 kr och då tillkommer kostnad för installation och rördragning.

De system som idag är byggda för regnvatteninsamling i kontorsbyggnader har kapacitet att ersätta ca 70 % av toalettspolningsvattnet. Rening och återanvändning av gråvatten kan i teorin ge en vattenbesparing på upp till 90 liter per person och dygn. Det system som testats i Sverige har återcirkulerat vatten från dusch och handfat och har en vattenbesparande potential på drygt 54 liter per person och dygn. Installations – och driftskostnader för dessa system överstiger kostnadsminskningarna från vatten- och (eventuella) energibesparing.

En slutsats från arbetet är att det finns goda möjligheter att spara in på vattenförbrukningen i hushåll och kontor. Men utifrån dagens vattentaxor finns inte något ekonomiskt incitament för hushållen att installera vattenbesparande tekniker, utan det handlar snarare om medvetenhet och engagemang i vattenfrågan, eller att man bor i ett område som lider av vattenbrist. Därför kan andra incitament behövas från kommun eller övriga myndigheter. Klimatklivet, bidrag till solceller och liknande går att använda som exempel från andra områden.

Rapporten är ett resultat av två samarbetsprojekt som har finansierats med pengar för åtgärder som förbättrar vattenhushållningen och tillgången till dricksvatten från Havs- och Vattenmyndigheten (HaV) via Uppsala Länsstyrelse. Det första projektet slutredovisades 30 september 2020 och fokuserade på vattenbesparande tekniker inom enskilda hushåll. Deltagare var Uppsala kommun, Uppsala Vatten och Avfall AB, Tierps kommun och Östhammars kommun. Det andra projektet slutredovisades 31 januari 2021 och fokuserade på vattenbesparande tekniker i flerfamiljs- och kontorshus. Deltagare var Fyrisåns Vattenförbund, Uppsala kommun, Uppsala Vatten och Avfall AB och Östhammars kommun. Rapporten har sammanställts av WRS AB och Ecoloop AB.

Rapporten, inklusive fotografier, får fritt användas och spridas av Länsstyrelsen och andra aktörer.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INTRODUKTION.....	5
2	VATTENBESPARANDE ÅTGÄRDER.....	5
3	METOD.....	7
3.1	Beräkningar av besparing med regnvatten.....	8
3.2	Erfarenheter	8
4	EXEMPELSAMLING	9
4.1	Enklare vattenbesparingstekniker i enskilda hushåll	9
4.2	Recirkulerande dusch för enskilda hushåll	12
4.3	Regnvatten för toalett och tvättmaskin i enskilda hushåll	14
4.4	Regnvatten för toalettspolning i kontorshus.....	20
4.5	Återanvändning av gråvatten i flerfamiljshus – ett forskningsprojekt	25
4.6	Återanvändning av gråvatten i flerfamiljshus – ett planerat byggprojekt.....	28
4.7	Goda möjligheter för vattenbesparing med befintlig teknik	29
4.8	Teknik är inte allt	32
4.9	Kommunalt engagemang och styrning	33
4.10	Diskussion kring vattenbesparing.....	34
5	SLUTSATSER	36
6	KÄLLOR.....	38
	BILAGOR.....	40
	BILAGA 1 INTERVJUFRÅGOR	
	BILAGA 2 INTERVJU MED PRIVATPERSON SOM INSTALLERAR REGNVATTENINSAMLING	
	BILAGA 3. CELSIUS-HUSET I UPPSALA. INTERVJU MED ANDERS BOSTRÖM, VASAKRONAN	
	BILAGA 4. CITYPASSAGEN I ÖREBRO. INTERVJU MED HANS HALVARSSON, CASTELLUM	
	BILAGA 5. HSB LIVING LAB. INTERVJU MED JESPER KNUTSSON, CHALMERS	
	BILAGA 6. BOSTADSOMRÅDE TABERG. INTERVJU MED MAX JENSEN, JUNEHEM.	

1 INTRODUKTION

De senaste årens torra och varma somrar och pågående klimatförändringar har lett till låga grundvattennivåer och sämre tillgång till dricksvatten för både enskilda brunnägare, liksom de som får sin vattenförsörjning genom kommunalt vatten. Flera kommuner har varit tvungna att införa bevattningsförbud flera år i rad. Det finns ett stort behov av att aktivt förebygga vattenbrist genom vattenbesparing.

På grund av den upprepade vattenbrist och bevattningsförbud med kommunalt vatten har behovet och intresset för vattenbesparing och återanvändning av vatten ökat hos många fastighetsägare. Det finns många olika metoder för att reducera hushållens vattenförbrukning och lätta trycket på grundvattenresurserna. Eftersom okunskapen är stor kring vattenbesparing är utvecklingsarbete och kunskapshöjande insatser viktiga. Syftet med denna rapport är att ta fram och jämföra några konkreta exempel på vattenbesparande åtgärder som är tillgängliga för fastighetsägare och fastighetsbolag. Vi jämför hur många liter man kan spara per person och dygn och tittar också på eventuell juridik som måste beaktas och ger en uppfattning om kostnader. Vi diskuterar dessa metoder ur fastighetsägarens perspektiv liksom fastighetsbolagens och kommunens perspektiv.

Rapporten är ett resultat av två samarbetsprojekt som finansierats med pengar för åtgärder som förbättrar vattenhushållningen och tillgången till dricksvatten från Havs- och Vattenmyndigheten (HaV) via Uppsala Länsstyrelse. Det första projektet hade fokus på tekniker för enskilda hushåll och det andra projektet hade fokus på tekniker för kontor och flerfamiljshus. I projekten deltog Uppsala kommun, Fyrisåns Vattenförbund, Uppsala Vatten och Avfall, Tierps kommun och Östhammars kommun. Rapporten har sammanställts av WRS och Ecoloop AB. Ecoloop och WRS är forsknings- och utvecklingsorienterade kunskapsbolag vilka initierar och utvecklar projekt med syftet att förbättra samhällets hantering av naturresurser, däribland vatten. I projekten ingår även VA-guiden, ett bolag med syfte att tillhandahålla information kring småskaligt VA. Dessutom driver VA-guiden landets största kunskapswebb för fastighetsägare som ger oberoende information, fakta och vägledning om små avlopp men i viss del också om småskaligt dricksvatten.

2 VATTENBESPARANDE ÅTGÄRDER

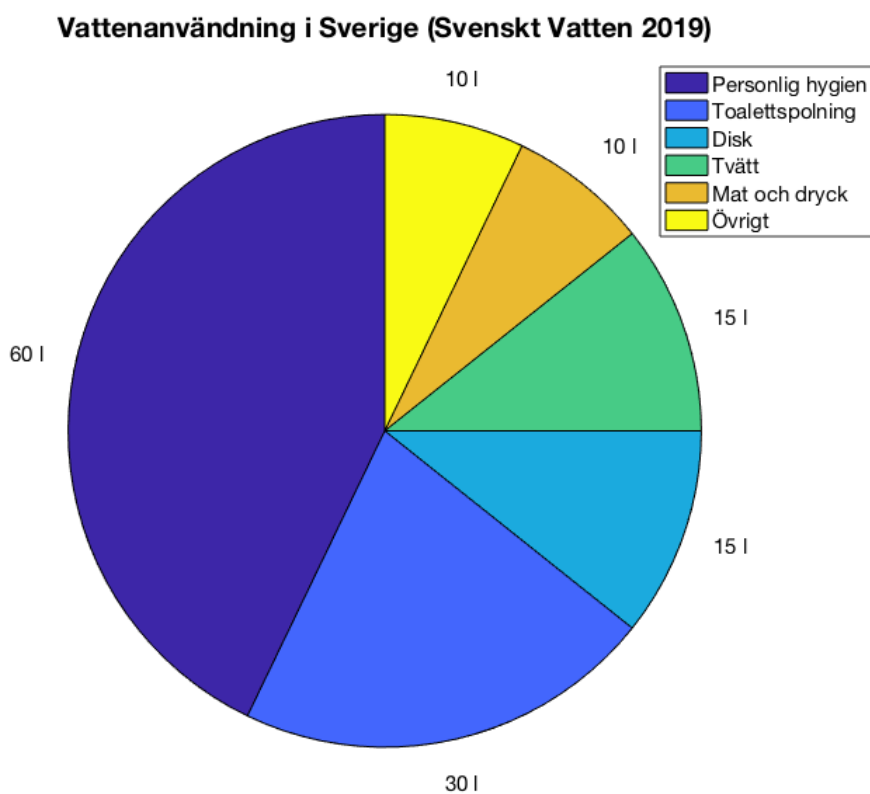
Vatten är för människan en grundläggande resurs och förutsättning för liv. Tillgången till vatten av god kvalitet är en förutsättning för flera aspekter i vårt liv, som vi kanske inte tänker på till vardags. Vattnet är inte bara något vi dricker, lagar mat med och duschar i, utan det behövs för att odla maten på våra bord, i lantbruket, industrin, energiförsörjningen, för transporter och mycket mer. Vatten är också en källa till naturupplevelser, en attraktiv boendemiljö och en kvalitativ fritid. Vattenresursen är med andra ord essentiell för samhället som helhet. Vatten kommer i många olika kvalitéer och är inte lättillgängligt överallt. I Sverige står industrin för ca 61% av vattenanvändningen medan hushållen står för 23% (SCB 2017). Industrin kan ha egen vattenförsörjning eller vara kopplade till kommunala vattenverk.

I Sverige sker en stor del av försörjningen av dricksvatten genom kommunal vattenrening och distribution. Nästan 88% av befolkningen har tillgång till dricksvatten genom kommunala vattenverk, medan ca 12% av befolkningen har enskild vattenförsörjning, ofta enskilda brunnar. Enskilda brunnar tar ofta vatten från små vattenmagasin som kan vara känsliga för överuttag eller nederbördsfattiga år. Kommunala vattentäkter är ofta större, ungefär 50% använder stora ytvatten, medan ca 25% använder grundvatten och resterande 25% använder

konstgjord infiltration (Svenskt Vatten). Dock kan det finnas god anledning att spara även på kommunalt vatten. Flera vattenverk har nått sin fulla produktionskapacitet av vatten och har inte möjlighet att bygga ut för att öka vattenproduktionen. Det kostar mycket pengar och resurser att rena vattnet till dricksvattenkvalitet, och även att behandla det nedsmutsade avloppsvattnet. Det har också skett en degradering av ytvatten pga klimatförändringar och förändrade landanvändningsmönster som ytterligare försvårar vattenproduktionen. Både tillgången och kvaliteten på yt- och grundvatten kan komma att påverkas ytterligare i framtiden till följd av klimatförändringarna.

Förutom ren vattenbrist, finns det alltså flera anledningar att spara på vatten. Samtidigt pågår en diskussion kring vad man ska använda vatten av dricksvattenkvalitet till. Är det rimligt att vattna planteringar och gräsmattor samt spola toaletter med dricksvatten? Och hur är det med tvätt och dusch? Behöver vi dricksvattenkvalitet till detta vatten?

I detta arbete fokuserar vi på den direkta vattenförbrukning som sker inom svenska hushåll. Enligt statistik från Svenskt Vatten, använder man i genomsnitt 140 l/person/dygn (Figur 1). Knappt hälften av detta (43%) vatten går till personlig hygien, ca 21% används för att spola toaletter, medan en liten del (7%) används för dryck och matlagning.



Figur 1 Vattenanvändning i svenska hushåll (hämtat från Svenskt Vatten 2019).

Det finns flera möjligheter och metoder för att spara på vatten. Dels rent tekniska lösningar som begränsar vattenåtgången vid dagliga aktiviteter (t ex snålspolande kranar och toaletter) och dels finns möjligheter att använda sig av vattnet flera gånger (t ex genom att leda vatten från handfatet till toaletten). Man kan använda sig av alternativa vattenkällor (t ex regnvatten, avsaltat vatten eller annat ytvatten) och man kan ändra sitt beteende.

Möjligheterna sträcker sig alltså från ganska enkla åtgärder som inte kostar någonting till tekniskt avancerade lösningar som kan innebära stor kostnad. Frågan är hur mycket vatten man kan spara och var det är värt att investera i.

3 METOD

En prioritering av möjliga intressanta åtgärder att fördjupa sig i för projekten genomfördes gemensamt med deltagande parter vid respektive projektstart.

I det första projektet knöts två examensarbetare till projektet. Det första examensarbetet (Oskarsson 2020) som genomfördes vid Uppsala Universitet fokuserade studenten på att utvärdera möjligheten till användning av regnvatten utifrån naturliga förutsättningar och variation i exempelvis nederbörd. Semi-strukturerade intervjuer genomfördes av kommunala tjänstemän från fem kommuner och två teknikleverantörer.

Det andra examensarbetet (Andersson, 2020) som genomfördes vid Linköpings universitet knöts till projektet via en av projektdeltagarna (Uppsala Vatten) där kunskaper om effektiv användning av vatten i hushåll studerades.

I det andra projektet genomfördes semistrukturerade intervjuer med fastighetsbolag, ett forskningsprojekt och privatpersoner samt ett studiebesök.

Projekten ordnade också två webinarium där projektens resultat presenterades och diskuterades. Runt 50 personer deltog i vart och ett av dessa webinarium som samlade forskare, aktörer från bland annat kommuners miljö- och hälsoskyddsavdelningar, VA-ansvariga, planavdelningar och bygglovsavdelningar samt handläggare från olika Länsstyrelser, vilket gav värdefull återkoppling till projektet.

Beräkning av potentiell vattenbesparing genom enklare tekniker har gjorts genom att jämföra de mest vattensnåla produkterna med de minst vattensnåla produkterna som finns på marknaden idag. Vattenbesparingspotentialen för varje teknik har beräknats som procentuell besparing i förhållande för det mest vattenförbrukande alternativet. Sedan har detta översatts till vattenbesparande potential i liter per person och dygn inom respektive vattenanvändningsområde (hygien, disk, tvätt, toalett) utifrån Svenskt Vattens fördelning och förbrukningsstatistik (Svenskt Vatten, 2020). Den totala vattenbesparingen för en person under ett dygn har summerats och sedan översatts till en total procentuell besparing per person och dygn.

För kranar och munstycken har ett antagande gjorts om att besparingen görs inom området hygien. För att inte överskatta besparingspotentialen har beräkningarna gjorts på en hälften så stor vattenbesparing än den som i teorin är möjlig med hjälp av minskat flöde i kranar och munstycken.

För diskmaskiner har beräkningar gjorts med hjälp av data från Råd och Röns test av 184 diskmaskiner (Råd & Rön 2020a). De 10 bästa maskinerna har jämförts med de 10 sämsta för samtliga aspekter vattenbesparing, energiåtgång och kostnad. Jämförelserna är gjorda per antal diskade kuvert.

För tvättmaskiner har beräkningar gjorts med hjälp av data från Råd och Röns test av 150 tvättmaskiner (Råd & Rön 2020b). De 10 bästa maskinerna har jämförts med de 10 sämsta för

samtliga aspekter vattenbesparing, energiåtgång och kostnad. Jämförelserna är gjorda per kg tvättad tvätt.

För toaletter har beräkningar gjorts mellan enkelspolande och dubbelspolande toaletter. Det har antagits att varje person ger upphov till 1 stor spolning och 5 små spolningar per dag.

3.1 Beräkningar av besparing med regnvatten

Beräkningar för vattenbesparingspotentialen genom att använda insamlat regnvatten har utförts med en fallstudie med Uppsala kommun som exempel, det utgår från examensarbetet av Lina Oskarsson, Uppsala Universitet (2020). Metoden anges i detalj i examensarbetet, men återges kortfattat här.

Simuleringar genomfördes i MATLAB, där en massbalans mellan inflöde (nederbörd) och utflöde (vattenanvändning) av en regnvattentank. Beräkningar över effektivitet utgick ifrån mängden nederbörd som kan samlas upp på en takyta och hur stor del av ett hushålls vattenbehov som kan ersättas med det insamlade regnvattnet. Hushållets vattenbehov antas utgå från antalet personer som bor i hushållet.

Antaganden och data som använts till beräkningarna:

- Nederbörd från SMHI mätstation Vittinge, för 2000 till 2018 (dygnsdata).
- Vattenförbrukning från Uppsala Vatten för Järlåsa
- Avrinningskoefficient: 0,85
- *First-flush*: bortledning av de första 1 mm varje dygn
- Snösmältning: 3,5 mm/dygn och °C
- Standard: 120 m² takyta, 3 personer i hushåll, 4000 liter tankstorlek

Andelen av vattenförbrukningen som kan ersättas baserades på Svenskt Vattens genomsnittliga uppgifter om hushållens användning (Figur 1):

1. Toalett: 21%
2. Toalett + tvättmaskin: 32%
3. All förbrukning förutom som dricksvatten: 80%
4. All förbrukning: 100%

I examensarbetet beräknades effektiviteten för regnvattenanvändning utifrån alla fyra användningsområdena ovan, medan i denna exempelsamling återger vi resultaten för användningsområdena 1 och 2, eftersom dessa anses mest relevanta i nuläget.

3.2 Erfarenheter

Kommuner, leverantörer, fastighetsbolag och användare intervjuades om möjligheter och erfarenheter gällande de vattenbesparande åtgärderna. Intervjuerna var semi-strukturerade där ett antal frågor skickades ut i förväg, men intervjupersonen svarade sedan fritt. Frågorna finns i Bilaga 1, liksom i Lina Oskarssons examensarbete.

För att samla in vidare erfarenheter från allmänheten av regnvatteninsamling, skickades en elektronisk enkät (se bilaga) ut som spreds av Uppsala, Tierp och Östhammar kommuns kommunikationskanaler (hemsidor eller Facebook). ”Google forms” användes och svaranden hade möjlighet att ange kontaktuppgifter vid intresse.

Studiebesök genomfördes på Citypassagen i Örebro.

4 EXEMPELSAMLING

Exempel med fem olika tekniker har tagits fram:

1. Enkel teknik för vattenbesparing i enskilda hushåll – totalt koncept avseende munstycken och hushållsmaskiner
2. Recirkulerande dusch för vattenbesparing i enskilda hushåll
3. Regnvatten för toalett och tvättmaskin i enskilda hushåll
4. Regnvatten för toalettpolning i kontorshus
5. Återanvändning av gråvatten i flerfamiljshus

För varje teknik beskrivs följande:

- Översiktlig beskrivning av funktion och användningsområde
- Prestanda (vattenbesparing, energi, kostnad)
- Erfarenheter (eventuella exempel från drift m.m, från objekt där tekniken används)
- Teknikmognad (TRL)
- Juridiska aspekter
- Möjligheter till att installera i befintligt respektive vid nybyggnation

4.1 Enklare vattenbesparingstekniker i enskilda hushåll

Det finns metoder och teknik som är tillgänglig och relativt enkel att installera till låg kostnad. I detta exempel beskrivs potentialen i ett sammantaget koncept med att införskaffa de mest vattensnåla tekniska alternativen på marknaden i förhållande till de som är sämst på marknaden. Detta avser diskmaskiner, tvättmaskiner, toaletter och vattensnåla munstycken.

De intressanta siffrorna är framförallt besparingen i procent, som visar hur mycket som går att spara inom varje område genom att välja de mer vattensnåla alternativen som finns på marknaden.

Vid läsandet av potentialen i vattenbesparing med dessa tekniker till liter per person och dygn, ska man vara medveten om att det inte är helt rättvisande. Statistiken som ger 140 l/p/d är en blandning mellan gammal och ny teknik inklusive olika beteenden, medan de uppskattade vattenbesparingarna är beräknade på modern teknik.

Teknikmognad (TRL). Produkter med denna prestanda är vanligt förekommande på marknaden i många olika märken och prisnivåer.



Figur 2. Enklare tekniker för vattenbesparing innefattar tvättmaskin, munstycken för duschar och kranar samt diskmaskiner. Källa: www.pixabay.com

4.1.1 Prestanda

Kranar och munstycken

Snålspolande munstycken till kranar kallas perlatorer eller sparlatorer. Den vanligaste tekniken är att luft blandas in i vattenstrålen, vilket minskar vattenflödet men inte trycket. Flödet minskas ned till 5 – 8 l/min, vilket är en halvering jämfört med icke snålspolande.

(<https://www.energiporten.se/energiskolan/tappvarmvatten/snalspolande-munstycke/>)

I detta räkneexempel antas att besparingen för kranar enbart görs inom området personlig hygien och att besparingen enbart blir ca 25 % inom området hygien (dvs 25 % av 60 l, vilket blir 15 liter per person och dygn).

Diskmaskiner

Vattenförbrukningen i en diskmaskin kan variera utifrån märke och modell, men också utifrån vilket av maskinens diskprogram som används. Det program som används vid framtagandet av energimärkningen för diskmaskiner betecknas Eko, detta program är oftast även mer vattensnålt. I regel är vattenförbrukningen ca 10 – 20 % lägre vid användning av Eko-programmet i jämförelse med Auto-programmet.

Genom att välja en vattensnål diskmaskin kan man spara 40 – 50 % vatten vid diskning i förhållande till de med sämre prestanda. Den lägre siffran gäller vid användning av Auto-programmet och den högre siffran vid användning av Eko-programmet.

De mer vattensnåla alternativen är generellt större, dvs de rymmer fler antal kuvert. Detta kan också avläsas i inköpskostnaden. De mer vattensnåla alternativen ligger ca 10 000 SEK högre än för de minst vattensnåla alternativen totalt sett. Men inköpskostnaden per kuvert är i stort sett densamma för de mer snåla och de mindre snåla alternativen. (Råd & Rön 2020a).

Tvättmaskiner

Vattenförbrukningen i en tvättmaskin varierar utifrån vilket program som körs. Det kan t.ex. variera utifrån om man kör ett program för bomull eller syntet eftersom bomull suger upp mer vatten än syntet och då behövs mer vatten. Olika funktioner hos tvättmaskinerna kan minska vattenförbrukningen. Istället för automatisk inspolning av vatten kan tillflödet regleras utifrån att tvättmaskinen t.ex. väger tvätten innan, känner av hur mycket vatten materialet suger upp eller läser av hur smutsigt utgående vatten är. Genom att välja en vattensnål tvättmaskin kan man spara ca 10 – 20 % i förhållande till de med sämre prestanda.

De mer vattensnåla alternativen ligger ca 10 000 SEK högre än för de minst vattensnåla alternativen. Men i detta sammanhang finns inget samband med att de vattensnåla alternativen även är större/har högre tvättkapacitet och därför är dyrare. Inköpskostnaden för ett vattensnålt alternativ är ca 500 kr högre per kg tvätt-kapacitet. (Råd & Rön 2020b).

Toaletter

Dagens toaletter är mycket mer vattensnåla än tidigare, en spolning i vissa äldre toalettmodeller använde så mycket som 30 liter/spolning. Idag är dubbelspolande toaletter i regel standard, men spolmängden kan skilja sig mellan olika modeller. Jämförelsen här görs mellan en enkelspolande toalett på 6 l/spolning och en vattensnål toalett med 2 l/liten spolning och 4 l/stor spolning. Det antas att varje person ger upphov till 1 stor spolning och 5 små spolningar per dag.

Tabell 1. Översikt av vattenbesparande potential för enklare vattenbesparingstekniker för befintliga hus

Teknik	Vattenbesparing %	Vattenbesparing l/person/dygn	Energiåtgång	Kostnad (installation) SEK	Kostnad (drift) SEK/år
Kranar och munstycken	25 % av vattenförbrukningen inom hygien	15	--	600 ^{a)} <	--
Diskmaskin ^{b)}	40–50 % av vattenförbrukningen till disk	7	0,08 kWh/kuvert	ca 16 000 < (ca + 10 000 SEK)	--
Tvättmaskin ^{c)}	10–20 % av vattenförbrukningen till tvätt	3	0,12 kWh/kg	ca 15 500 <	--
Toalett	53 % av vattenförbrukningen till toalett	16	--	ca 2 400 <	--
Totalt	29 %	41		ca 34 500	

^{a)} Wattväktarna, 2020. Grandado, 2020 och VVS och Bad, 2020

^{b)} Råd & Rön, 2020a

^{c)} Råd & Rön, 2020b

4.1.2 Juridiska aspekter

Den boende har själv full rådighet över dessa tekniker och inga särskilda tillstånd behövs.

4.1.3 Sammanhang och lämplighet

Dessa installationer är möjliga såväl vid nybyggnation som i befintliga hus. Inköp och byte till vattensnåla munstycken och kranar kan göras när som helst. Byte till vattensnåla diskmaskiner, tvättmaskiner och toaletter görs lämpligtvis i samband med nya inköp. Användaren kan även påverka sin vattenförbrukning ytterligare genom att t.ex. köra de mer vattensnåla programmen samt tvätta med fyllda disk- och tvättmaskiner.

4.1.4 Erfarenhet

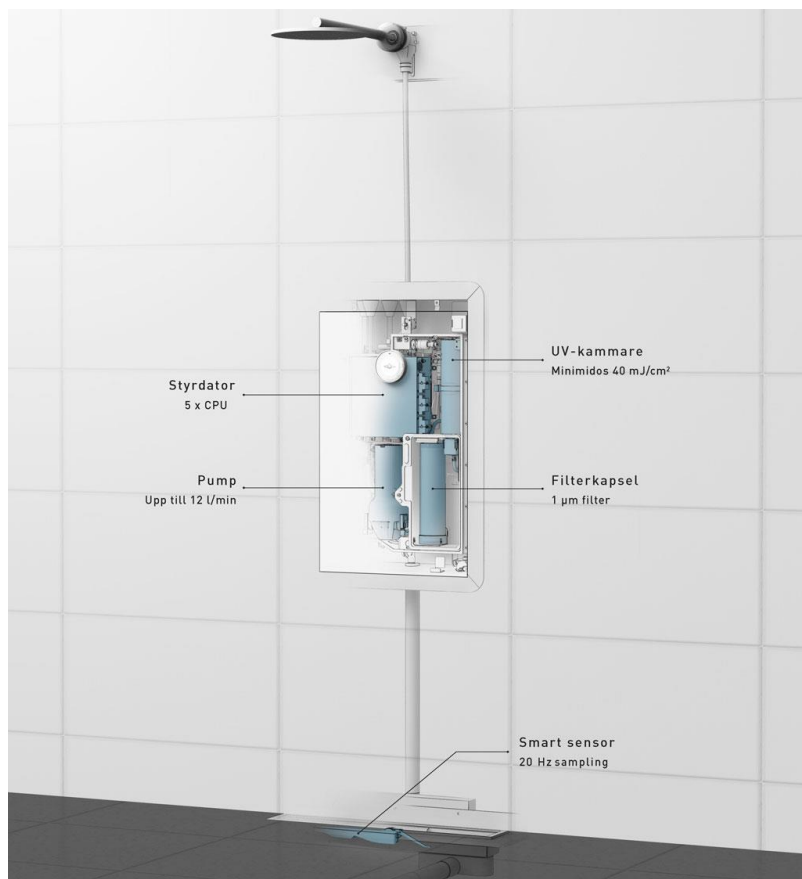
Beskrivna exempel på toaletter och kranar är produkter som är etablerade på marknaden och finns som ett stort antal produkter och modeller som finns hos ett stort antal användare. De tvättmaskiner och diskmaskiner som tagits som exempel i beräkningarna har varit de som i Råd och Rön's undersökningar visat bäst prestanda avseende en rad faktorer såsom kvalitet på genomförd diskning, ljudnivå, energianvändning m.m.

4.2 Recirkulerande dusch för enskilda hushåll

Det finns tekniker som medför möjligheter att spara mycket vatten och samtidigt medför en hög nivå av bekvämlighet. Däremot kanske kostnaden är hög och främst är intressanta vid nybyggnation eller lite mer avancerad renovering av en bostad.

Här beskrivs en dusch som renar och återanvänder vattnet.

Teknikmognad (TRL). Denna produkt finns att tillgå på marknaden och säljs av ett företag i Sverige.



Figur 3. Principskiss på recirkulerande dusch med filter och pumpar. Källa: www.vvsforum.se

4.2.1 Prestanda

Duschen består av en sensor, ett nätfilter, ett mikrofilter (1 mikrometer) och en UV-lampa. Sensorn läser av föroreningsmängden i vattnet 20 gånger/sekund. Om vattnet innehåller schampo, tvål, balsam, urin eller annan förorening släpps vattnet ut i avloppet. Men ett relativt rent vatten går igenom två filter som tar bort partiklar och sedan genom ett UV-filter som tar bort bakterier. Vattnet återvärms också av UV-lampan för att hålla en jämn temperatur.

Besparingspotentialen i duschen beror på hur länge man duschar. En snabb dusch som i huvudsak består av intvålning och avsköljning genererar till största del ”smutsigt” vatten som inte går att filtrera och återcirkulera. Den totala vattenanvändningen är redan låg för korta duschar och därmed blir den procentuella besparingen låg. En duschning som pågår under

längre tid förbrukar normalt sett mer vatten och har också en större andel "rent" vatten som går att återcirkuleras. För en sådan duschning är den procentuella besparingen mycket större. Den totala besparingen vid varje duschning mäts i realtid och visas på en display i duschkabinen. Statistik från installerade duschar visar att en genomsnittlig besparing är ca 70 – 75 % (Kristian Hedberg, muntl.) av det vatten som används i duschen, vilket ger ca 42 l/p,d och är 30 % av en persons totala förbrukning.

Energianvändning. Energi behövs för UV-lampan och pumpen, vilket enbart behövs vid användning. Alltså är energiåtgången låg, ca 1,4 kW vid ett standardflöde på 6,5 l/min.

Underhåll. Nätfiltret behöver rensas någon gång per år genom att det spolats av. För en vanlig familj behöver mikrofiltret bytas 1 – 2 gånger per år. Ett filter kostar ca 300 kr. Finns ej i dagsläget uppgifter om hur ofta UV-lampan behöver bytas.

Kostnad. Prisexempel för recirkulerande dusch ligger på 50 000 kr. Installation och rördragningar tillkommer.

4.2.2 Juridiska aspekter

Den boende har själv full rådighet över denna teknik och inga särskilda tillstånd behövs.

4.2.3 Sammanhang och lämplighet

Denna dusch kräver i nuläget att man går igenom fuktspärren i golvet vid installation av sensorn (och även i väggen vid installation av den väggintegrerade modellen som visas i bilden) och är därför enbart lämplig att installera vid nybyggnation eller totalrenovering. En ny modell som kan installeras i befintliga badrum, utan att bryta våtskikt håller på att tas fram och förväntas komma under slutet av år 2020.

4.2.4 Erfarenhet

Erfarenheterna har delats av en användare i Blekinge (Carlsson, 2020) som haft duschen installerad i ett år. Duschen installerades i samband med nybyggnation av ett fritidshus och var en del av ett helhetstänk med miljövänliga lösningar, t.ex. solpanel. Erfarenheterna är positiva, känslan är att vattnet är rent, att det är lyxigt att kunna duscha länge utan att det förbrukas mer vatten och att vattnet har precis den temperatur som ställts in i förväg.

Den totala vattenbesparingen hittills för hushållet är 20 %.

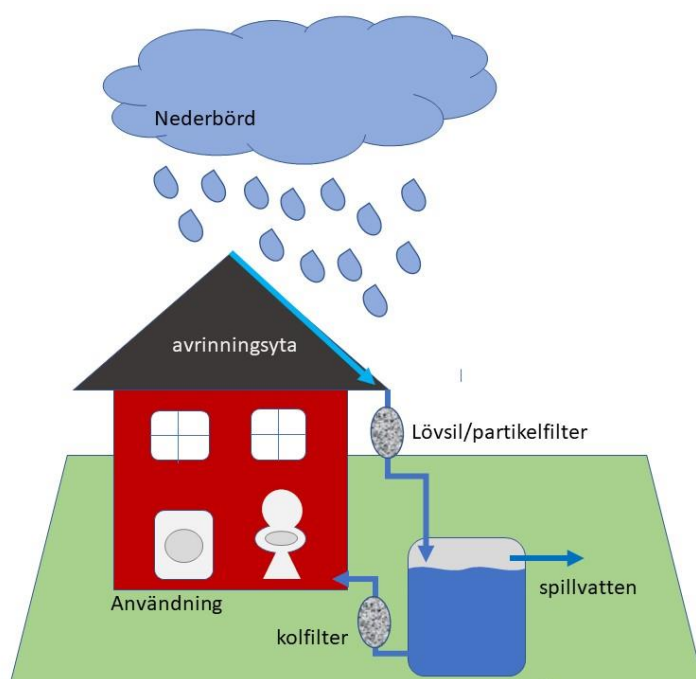
Ännu inga erfarenheter av filterbyte eller filterrensning eftersom duschen varit installerad en ganska kort tid och det är ett fritidsboende.

Det har inte varit några juridiska aspekter av installationen, inte heller något avseende försäkringspremier. Däremot är produkten inte godkänd för privata installationer ännu, vilket gjorde att installationsfirman inte kunde lämna några garantier på installationen.

Avseende kostnader kan det ha blivit lite dyrare vid installationen eftersom det var första gången för entreprenören, men det går inte att veta exakt hur mycket extra eftersom det var en totalentreprenad för hela huset.

4.3 Regnvatten för toalett och tvättmaskin i enskilda hushåll

Det finns stor potential att spara dricksvatten genom att komplettera den allmänna dricksvattenresursen med att samla in regnvatten. I sin enklaste form görs detta genom att samla takvatten i regnvattentunnor, där vattnet sedan kan användas till bevattning. Detta är en relativt vanligt förekommande teknik och kommer inte att behandlas i denna exempelsamling. Men regnvatten kan också med fördel användas för mer avancerade syften som att spola toaletter och som vattenkälla till tvättmaskin. Då installeras som regel ett regnvatteninsamlingsystem som består av avrinningsyta (oftast tak), taktännor, lagringstank, filter, reningssystem och rörsystem för distribution (Figur 4). Om möjligt, grävs lagringstanken ner.



Figur 4. Huvudsakliga komponenter av ett regnvatteninsamlingsystem (egen bild).

Det uppskattas att ca 30 liter eller drygt 21 % av en persons vattenförbrukning används till att spola toaletter i ett genomsnittligt svenskt hushåll, alltså finns det god potential att spara vatten av dricksvattenkvalitet genom att istället använda regnvatten.

Använder man insamlat regnvatten för både toalettspolning och tvätt (32 % av en persons vattenanvändning) finns potential att spara upp emot 37 l/person/dygn. Däremot påverkas användningen i större grad av tillgänglig nederbörd, takyta och tankstorlek och måste antagligen kompletteras i högre utsträckning under perioder med låg eller ingen nederbörd. Vattenbesparingen och prestandan nedan är simulerad utifrån ett bostadsområde i Uppsala kommun som fall-studie (se metod), alltså är vattenbesparingen beräknad utifrån tillgänglig nederbörd och vattenförbrukningen i det geografiska området.

4.3.1 Vattenkvalitet för olika användningsområden

För att använda t ex regnvatten eller återvunnet vatten för hushållsändamål blir det viktigt att vara medveten om vattenkvaliteten och därmed dess lämplighet för olika användningsområden.

Regnvatten är av relativ god ursprunglig kvalitet, men påverkas till stor del av hur det samlas in. Det finns stor risk för förorening vid insamling. Mikrobiologisk kvalitet påverkas av takets renhet och nedsmutsning från t ex avföring från fåglar, damm, löv eller kvistar. Därför använder sig de flesta regnvattensystem av en ”first-flush”-bortledning, där den första delen av regnvattnet som faller på taket till en början avleds. Det finns också ofta en sil som hindrar större material som löv och kvistar från att nå tanken. Är tanken nedgrävd och mörk, minimeras bakterietillväxt. Regnvatten har generellt ett lågt pH, vilket ger ett surt vatten som kan lösa upp metaller från takmaterial.

För vatten ämnat som dricksvatten, matlagning och personlig hygien (handtvätt, tandborstning och dusch) bör vattnet vara av *dricksvattenkvalitet*, framförallt med tanke på mikrobiologiska föroreningar. Vid disk av köksredskap (tallrikar, bestick) bör inte heller vattnet innehålla höga halter av kemiska parametrar som t ex arsenik som kan torka in på köksredskapen och sedan konsumeras.

För att *spola toaletter* eller *tvätta kläder* behöver vattnet däremot inte vara av dricksvattenkvalitet. Det är dock en fördel om partiklar, bakterietillväxt, färg eller lukt kan minimeras genom att till exempel systemet har ”first-flush” bortledning och någon form av partikelfilter, kolfilter och/eller UV-behandling.

4.3.2 Prestanda

En typisk tankstorlek för villor ligger på 3–5 m³. Potentialen för att använda regnvatten för spolning beror bland annat på nederbörden under året, vattenförbrukningen i hushållet, liksom tillgänglig takarea för insamling. Olika exempelberäkningar anges i tabellerna nedan som visar på vattenbesparing utifrån tillgänglig takyta, antal boende i hushållet och tankstorlek.

För ett hushåll bestående av 3 personer, boende i ett hus med en tak area av 120 m², och som har en regnvattentank av minst 3 m³, kan hela hushållets vattenförbrukning för toalettspolning eller 25 l/person/dygn, ersättas med regnvatten.

Tabellerna visar att vid användning av en 4 m³ tank hade parametrarna tillgänglig takyta och antalet personer i hushållet enbart liten påverkan på vattenbesparingspotentialen för toalettspolning. Beräkningarna visar också att även med en 2 m³ tank kunde 25 l/person/dygn sparas.

För ett hushåll bestående av 3 personer, boende i ett hus med en tak area av 120 m², och som har en regnvattentank av minst 4 m³, kan hela vattenförbrukningen för toalettspolning och tvättmaskin (37 l/person/dygn) ersättas med regnvatten (Oskarsson, 2020).

Tabell 2. Variation i vattenbesparing i liter/person och dygn med ett ändrat **antal boende i hushållet** för olika användning.

Användning	1 pers	2 pers	3 pers	4 pers	5 pers
Toalett (l/dygn)	25	25	25	25	24
Toalett + tvätt (l/dygn)	38	38	37	35	30

Tabell 3. Variation i vattenbesparing i liter/person och dygn med en ändrad **takyta** för olika användning.

Användning	80 m ²	100 m ²	120 m ²	140 m ²	160 m ²	180 m ²	200 m ²
Toalett (l/dygn)	25	25	25	25	25	25	25
Toalett + tvätt (l/dygn)	34	36	37	38	38	38	38

Tabell 4. Variation i vattenbesparing i liter/person och dygn med en ändrad **tankstorlek (m³)** för olika användning.

Användning	0,5 m ³	1 m ³	2 m ³	3 m ³	4 m ³	5 m ³	8 m ³	10 m ³
Toalett (l/dygn)	22	24	25	25	25	25	25	25
Toalett + tvätt (l/dygn)	28	32	35	37	37	38	38	38

Teknikmognad (TRL). Regnvattentankar för både bevattning och användning inom hushållet (toalett och tvätt) finns att köpa på marknaden och säljs av omkring fem företag i Sverige.

Energianvändning. Energi behövs för att pumpa vatten från tanken till toaletten. Pumpen har en effekt av 0,66 kW, vilket enbart behövs vid belastning. Alltså är energiåtgången låg.

Underhåll. Om systemet har partikelfilter, så rengörs dessa genom att skölja med vatten 1-4 gånger om året (vattnet kan användas i trädgården). Regnvattentanken bör rengöras var 5-10:e år.

Kostnad. Prisexempel för regnvattentankar för hushållsbruk (toalettspolning och tvätt) ligger på 38 – 50 000 kr. Installation, rördragningar och vissa driftskostnader tillkommer. Avancerade bevattningstankar som installeras under jord och används för odling är ca halva priset (betydligt billigare tankar/tunnor finns som förvaras ovan jord för bevattning).

4.3.3 Juridiska aspekter

Här varierade svaren mellan olika kommuner, och vissa hade inte prövat ansökningar om regnvatteninsamlingssystem, så hade inte erfarenhet i frågan. Men man kunde ändå dra slutsatsen att regnvatteninsamlingssystemet, främst *bräddningsavloppet*, kan behöva tillstånd utifrån *miljöbalken*, liksom en anmälan utifrån *plan-och bygglagen* (PBL). Bygglov behövs om installationen resulterar i en byggnad som syns ovan mark, men behövs inte om anläggningen installeras under mark. Däremot behöver man tänka på var spillvatten (bräddning) från överflödet från regnvattentanken ska ta vägen, och följa lokala bestämmelser som gäller t ex uppsamling eller infiltration. Leds det till dagvattnet, kan extra filter behövas för rening.

4.3.4 Sammanhang och lämplighet

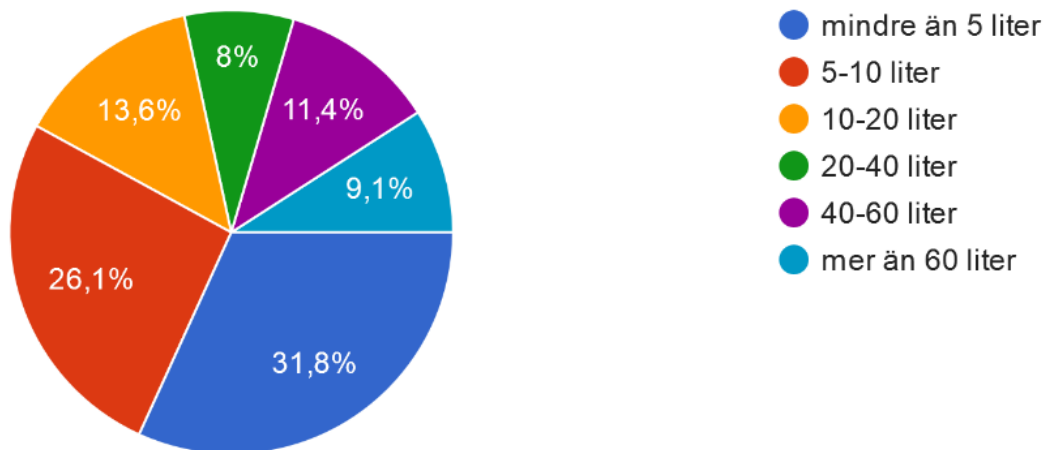
Det blir lägre kostnad och ett lättare genomförande om man installerar regnvattentank för inomhusbruk redan vid nybyggnation eftersom rörledningar inte behöver dras genom redan befintliga väggar.

En fördel med att använda regnvatten för toalettspolning är att spolvatten inte behöver vara av dricksvattenkvalitet. Däremot kan det finnas anledning att försöka minimera färg och lukt. Regnvatten är oftast ofärgat (om det inte avleds från koppartak, då det kan vara grönt), och dessutom av mjukt (lågt mineralinnehåll) vilket gör att det är lämpligt för hushållsapparater som tvättmaskiner. Däremot ska man pga regnvattnets låga pH undvika tak och rör-material i koppar, zink och bly. Alltså bör ett hushåll informera sig angående det egna takmaterial, rörledningsmaterial och hantering av bräddavlopp innan man installerar regnvatten för hushållsbruk.

4.3.5 Erfarenhet

Den digitala enkät som skickades ut med kommunernas hjälp besvarades av totalt 92 personer. Den stora majoriteten (92%) svarade att de använder regnvatten till *bevattning* eller odling, men 3 personer svarade att de använder regnvatten för andra ändamål som att spola toalett, att duscha eller tvätta händer.

I enkäten efterfrågades en uppskattning av hur mycket vatten som sparades per dygn genom att använda regnvatten. Svaren presenteras i Figur 5 och visar att den vanligaste vattenbesparingen var upp till 10 liter per dygn. Det främsta ändamålet var då för bevattning.



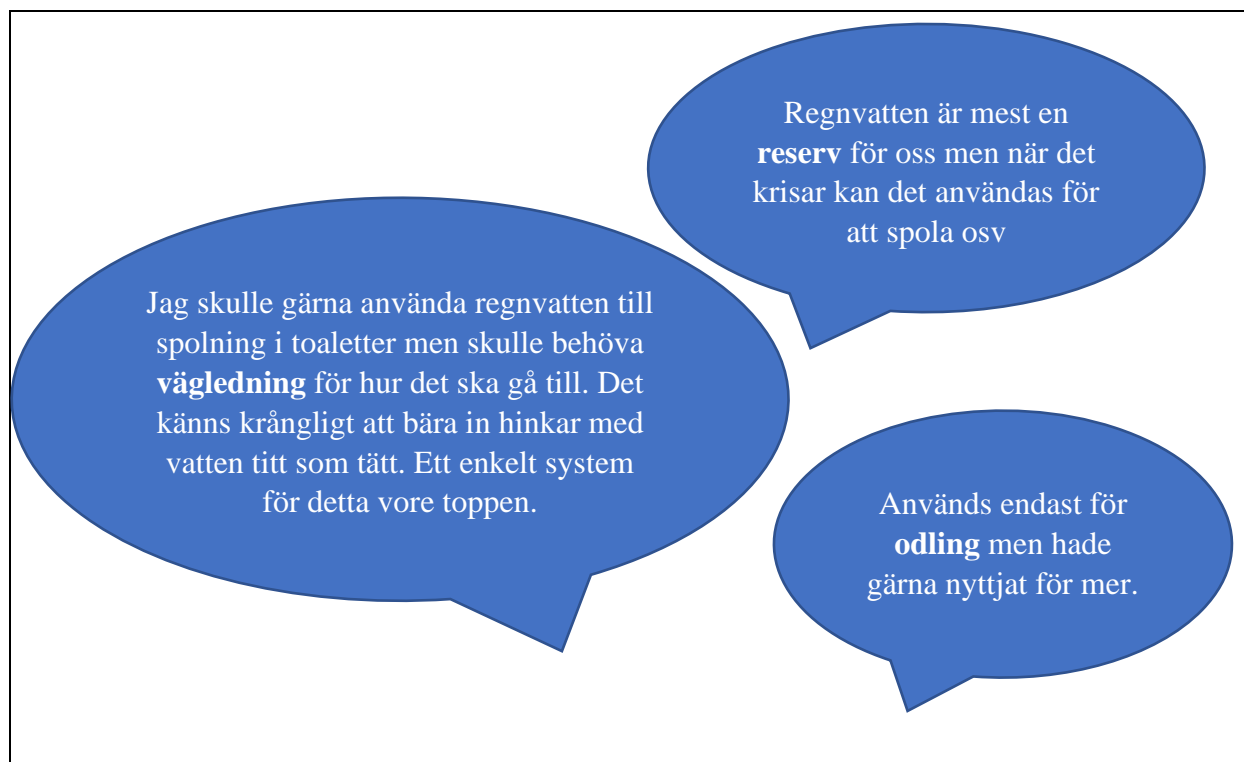
Figur 5. Svar på frågan "hur mycket vatten sparar ni per dygn genom att använda regnvatten?" (88 svar)

En fråga i enkäten ställdes kring utmaningarna kopplade till att använda regnvatten. De utmaningar som nämndes var bland annat:

- Ojämn tillgång av regnvatten
- Avsaknad av utrymme för att magasinera regnvatten
- Skräp eller mygglarver i tunnorna
- Tunnor som blir överfulla av vatten
- Höga kostnader

Svaren visar på vikten av möjlighet till större lagring av regnvatten för att hantera den ojämna tillgången, liksom att ha system som silar bort skräp och minimerar tillväxt av alger eller bakterier. Dessutom är det viktigt att ha ett system som leder bort överflödigt vatten.

På frågan hur de svarande ställer sig till att använda regnvatten till fler områden i hushållet (utöver bevattning), svarade 62% att de ställde sig positivt, medan 16% var tveksamma. De som kommenterade kring tveksamheter nämnde osäkerhet kring den tekniska lösningen, nödvändigheten att dra nya ledningar, att tillgången är för ojämn, att allt det insamlade regnvattnet går åt till bevattning samt avsaknad av exempel och beskrivning av hur man går tillväga. Flera intressanta kommentarer lämnades, några presenteras i Figur 6.



Figur 6. Några kommentarer från enkäten kring användning av regnvatten

En av de svarande har precis (november 2020) installerat ett regnvattensystem i samband med en badrumsrenovering. En enskild intervju genomfördes och finns i sin helhet i Bilaga 2. Renovering och installation pågick under sommaren och hösten 2020 i Södertälje kommun. Regnvatten samlas in från 3 av 4 stuprännor som leds till en nedgrävd tank på 5 m³. Det finns ett grovfilter i tanken och ett filter för småpartiklar inne i huset. I huset finns en pump. Insamlat regnvatten kopplas till toalett och tvättmaskin. Den uppskattade vattenbesparingen är 50 % av den totala förbrukningen och förhoppningen är att kunna spara ytterligare genom att i framtiden installera en utkastare inomhus till städning och bevattning av krukväxter. Kostnaden för systemet inkluderar; tank 65 000 SEK, nedgrävning ca 10 000 SEK samt pump- och rörinstallation 10 000 SEK. Kostnaden för installation är *utöver* en konventionell lösning.

Erfarenheter från planerings- och byggprocessen är att det krävs engagemang från husägaren för att ta reda på information om systemet och om möjliga leverantörer. Det är relativt lätt att förstå hur tekniken fungerar, men det har också gått bra att få hjälp av leverantören vid frågor t.ex. om förfilter. Det kan vara en fördel med flexibla hantverkare men det har krävts delaktighet från husägaren. Eftersom det är ett nytt system har det inte gått att bara lämna över till hantverkaren utan det har funnits ett behov för beställaren att vara med och läsa anvisningar, tolka (de var på engelska) och arbetsleda.

Positiva erfarenheter från processen är att det är roligt och intressant. Regnvatteninsamlingen fungerar som en "ice-breaker" vid besök och är en positiv sak som man kan samlas kring. Många besökare blir inspirerade.

4.4 Regnvatten för toalettspolning i kontorshus

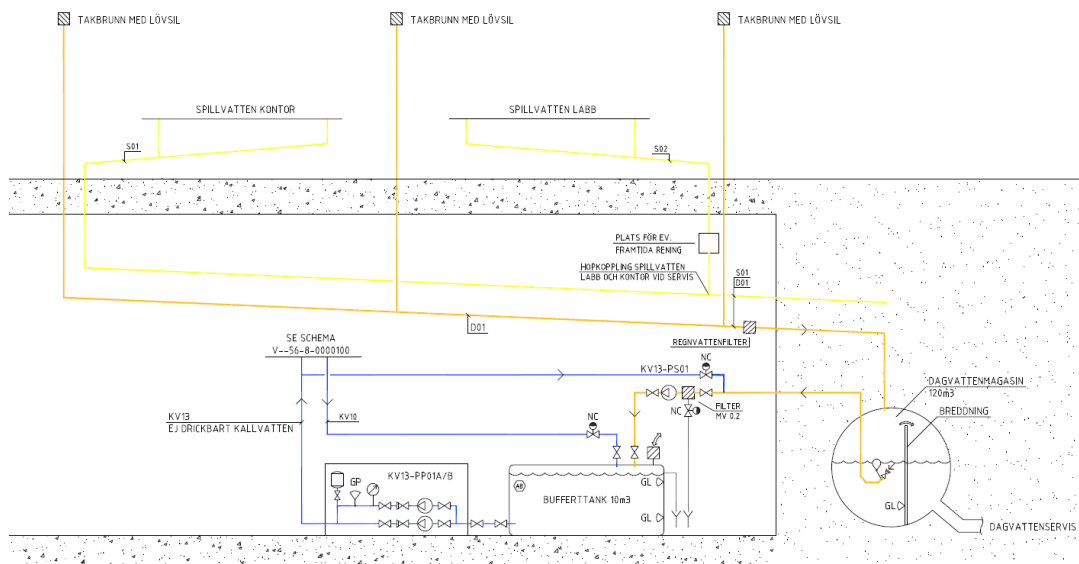
På samma sätt som för enskilda hushåll så finns det för flerfamiljshus och kontorshus en stor potential att spara dricksvatten genom att komplettera med insamlat regnvatten. De principiella förutsättningarna avseende vattenkvalitet och beräkning av storlek på lagringstankar och det tekniska systemens uppbyggnad är desamma. De exempel som har hittats har dock enbart varit installationer i kontorshus.

Uppgifterna i detta kapitel baseras på anläggningarna i Citypassagen i Örebro (Hjalmarsson, 2020) och i Celsiushuset i Uppsala (Boström, 2020). En komplett sammanställning av intervjuerna återfinns i Bilaga 3 och 4. Citypassagen togs i bruk under 2019 med full inflyttning från och med oktober 2019. I Celsiushuset påbörjade inflyttningen under november 2020 och de sista hyresgästerna flyttar in i januari 2021.

Regnvatten samlas i takbrunnar med löv-silar och leds till en lagringstank/ett dagvattenmagasin nedgrävt i marken. Från lagringstanken leds sedan regnvattnet genom flera reningssteg vidare till en renavtangent, varifrån vattnet pumpas ut till husets toaletter. Figur 7 och Figur 8 visar två olika schematiska bilder över sådana system.

En nivågivare känner kontinuerligt av om det är låga nivåer i regnvattentanken, vilken då fylls på. Saknas regnvatten tas istället vatten från det kommunala dricksvattennätet. Om nivån i dagvattenmagasinet blir för hög leds regnvattnet vidare ut på det kommunala dagvattensystemet. Rörledningarna med renat regnvatten är noggrant uppmärksamma för att de inte ska misstas för ledningar med kommunalt dricksvatten vid framtida renoveringsarbeten och liknande.

Takmaterial har inte anpassats för att ge en bättre vattenkvalitet, utöver att man valt bort sedumtak, då dessa skulle ge en oönskad färgning av vattnet.



Figur 7. Schematisk beskrivning av system för insamling och toalettspolning med regnvatten i Celsiushuset, Uppsala. Källa: Helenius



Figur 8. Schematisk illustration av systemet för insamling av regnvatten till toalettspolning i Citypassagen, Örebro. Källa: Castellum

4.4.1 Prestanda

En sammanställning av grunddata för de två anläggningarna finns i Tabell 5.

I nuläget bör man vara försiktig med att jämföra data för de två byggnaderna eftersom enbart Citypassagen varit i drift. Siffrorna för Celsiushuset är beräkningar från projekteringen.

Anläggningarna skiljer sig åt i storlek. Citypassagen i Örebro är dimensionerat för fler arbetsplatser och därmed finns också fler toalettstolar och större lagringsvolym för spolningsvattnet. Om man jämför antal toaletter och lagringsvolym i förhållande till antalet personer som byggnaderna är dimensionerade för ser man att systemen är dimensionerade på liknande sätt vad gäller lagringsvolym per person (ca 157 l/person), men i Citypassagen är det fler personer per toalett (17 personer/toalett jämfört med 11 personer/toalett). En ytterligare skillnad är att Citypassagen har ett extra reningssteg (mikrofilter) vilket installerades efter idrifttagandet, eftersom man då upptäckte problem med missfärgning.

Vad gäller besparingspotentialen har den beräknats bli ca 977 m³/år för Celsiushuset. Det motsvarar 69 % av den beräknade spolvattnemängden och 45 % av den beräknade totala vattenförbrukningen. Innan byggnation av Citypassagen var den förväntade besparingspotentialen 1400 m³/år. Enligt driftdata för Citypassagen har 1126 m³ regnvatten använts 2019 och 735 m³ under 2020. Detta motsvarar 79 respektive 56 % av spolvattnet i toaletterna och 50 respektive 24 % av den totala vattenförbrukningen. Besparingen förväntas variera mellan olika år, framförallt beroende på nederbörd. Man ska dock vara medveten om att ovanstående siffror också är påverkade av att byggnaden togs i drift under 2019 och ej

hade full beläggning under hela året samt att under 2020 har situationen med Covid-19 påverkat närvaron i huset.

Teknikmognad (TRL). Alla delar i systemet, från uppsamling av regnvatten på taket, till lagringstankar, reningsfilter pumpar m.m. är konventionell teknik som finns på marknaden och används vid byggande redan idag.

Energianvändning. Energi behövs för att pumpa vatten genom reningsfilter, till UV-lampor och för pumpning från renvattentanken till toaletterna. Preliminär driftstatistik från Citypassagen år 2019 anger ca 7420 kWh/år (Obs! huset var ej i bruk och fullt inflyttat hela 2019).

Underhåll. Systemen med pumpar, filter m.m. behöver regelbundet underhåll. Dagvattentankarna behöver slamsugas och rengöras årligen.

Kostnad. För Celsiushuset har det inte gjorts någon separat kostnads kalkyl för hela anläggningen av regnvatten/spolningssystemet. Man uppskattar dock att systemet inomhus kostat 325 000 kr. För Citypassagen är investeringskostnaden uppskattad till ca 1,2 miljoner kronor. Castellum bedömer inte att allt detta är en merkostnad. Dels skulle man ändå behövt anlägga något för att fördröja dagvatten från fastigheten och dels har anläggningen givit stor uppmärksamhet och haft ett stort marknadsföringsvärde.

Varken Castellum eller Vasakronan ser att man kan tjäna in investeringskostnaden, eftersom vatten är så pass billigt i Sverige. Driftkostnaden för 2019 var 6900 kr (den totala driftkostnaden var 22 674 kr och minskad VA-taxa till följd av vattenbesparing var 15 764 kr).

Tabell 5. Översikt grunddata för system med regnvattenspolning

Data	Citypassagen - Örebro ^{a)}	Celsiushuset – Uppsala ^{b)}
Antal personer/arbetsdag	1200 (dimensionerat för) 840 (aktuell beläggning)	460
Antal toaletter	72 WC-stolar	42 WC-stolar
Antal personer/toalett	16,7	11,0
Lagringstank (m ³)	180	60
Renvattentank (m ³)	9	12
Total lagringsvolym/person (l/pers)	158	157
System för vattenrening	Sandfilter UV-ljus +Mikrofilter (1µm)	Sandfilter UV-ljus
Regnvattenanvändning (m ³ /år)	Uppskattat vid projektering: 1400 2019: 1126 2020: 735	977
Regnvattnets andel av spolat vatten	2019: 79 % 2020: 56 %	69 %
Regnvattnets andel av totala vattenförbrukningen	2019: 50 % 2020: 24 %	45 %
Energianvändning (kWh/år)	2019: 7416 2020: 7416	100
Investeringskostnad (kr)	1, 2 milj	Ej räknat specifikt för anläggningen, ingår i totala bygget Kostnad för systemet invändigt ca 325 000
Drift (kr/år)^{b)}		-
Årskostnad drift:	+ 22674	
Kostnadsbesparing (minskad VA-taxa):	<u>- 15764</u>	
Årlig kostnad:	= 6910	

^{a)} Siffror för drift: Observera att 2019 ej hade full beläggning hela året. Siffror för 2020 gäller fram till 31 okt, dock lägre beläggning från mars 2020 pga Covid-19

^{b)} Siffror för drift är uppskattningar från projektering

4.4.2 Juridiska aspekter

Ingen av aktörerna har behövt söka några speciella tillstånd eller bygglov för regnvatteninsamlingssystemet.

Däremot uppstod till en början en diskussion med Örebro VA-avdelning om VA-taxan och om tillåtligheten att föra in ("dagvatten") på spillvattensystemet. VA-taxan är baserad på den mängd dricksvatten som används, men finansierar både produktion och leverans av dricksvatten samt bortledning och rening av spillvatten. Vid användning av regnvatten får man således borttransport och rening kostnadsfritt. VA-avdelningen valde sen att inte gå vidare med någon av dessa frågor.

Miljö- och hälsoskyddsmyndigheterna har blivit underrättade om systemen, men det varken har genomförts eller finns planer på att genomföra någon tillsyn. I Örebro har dock prover tagits på vattnet och i informationssyfte har resultaten skickats till miljökontoret, som dessutom är en av hyresgästerna i byggnaden.

4.4.3 Sammanhang och lämplighet

Det blir lägre kostnad och lättare att genomföra denna teknik vid nybyggnation eftersom rörledningar inte behöver dras genom redan befintliga väggar och att det kan vara lättare med nedgrävning av en dagvattentank.

4.4.4 Erfarenhet

Drivkrafterna bakom båda dessa byggnationer har varit att fastighetsbolagen själva vill profilera sig och satsa på hållbarhet. Det har handlat mer om att driva utvecklingen framåt och marknadsföring än att det finns några pengar att spara. Systemen är enkla och de ingående komponenterna är beprövade. Projekten har varit lyckade och fastighetsbolagen ser positivt på att använda tekniken i framtida byggnader. Byggnationen av Celsiushuset inspirerade till att Vasakronan byggd med liknande teknik i Sergelhuset i Stockholm (kontorshus med inflyttning fr.o.m. nov 2020). Erfarenheterna från drift av systemet är för närvarande begränsade till Citypassagen i Örebro. Men snart kommer drifterfarenheterna att öka i och med att inflyttning pågår från och med november 2020 i Vasakronans båda byggnader - Celsiushuset och Sergelhuset.

I Örebro har man haft få bekymmer. När anläggningen togs i drift fick man efter en tid problem med att vattnet missfärgades. Detta medför ingen hälsorisk utan är mer ett estetiskt problem som kan leda till att användaren upplever obehag och kanske dubbelspolar för att man tror att spolningen inte fungerat ordentligt. Man installerade därför ett extra reningssteg, ett påsfilter ("strumpa") med ett mikrofilter som förbättrade färgen. Problemet varierar dock med tiden. Man misstänker att det förvärras under pollensäsongen, men även kanske att åldern på mikrofiltret spelar roll. Provtagning på vattnet (Eriksson, 2019) visar lite högre halter av metaller (aluminium, koppar, bly och zink) vilka skulle kunna missfärga vattnet. Eriksson anger att orsaken till de lite högre metallhalter troligen är regnvattnets naturligt låga pH (5,8) som lakar ur metallerna från de material som vattnet är i kontakt med. Detta kan åtgärdas genom att höja till pH 7.

En annan åtgärd är tydlig information om systemet så att användarna kan ha förståelse och t.o.m. uppleva missfärgningen som positiv då den kopplas till vattenbesparing och hållbarhet. En möjlighet i detta sammanhang är att också visa på hur stor vattenbesparingen är från

regnvattenanvändningen, t.ex. på informations-skärmar, såsom det ofta görs för solpaneler m.m.

I övrigt har systemet fungerat och det har inte kommit några klagomål från användarna.

För båda projekten är erfarenheten ett mycket positivt bemötande från både kommun, myndigheter och allmänhet samt att det har fört med sig många studiebesök och god publicitet.

Från VA-huvudmannaperspektiv är det mycket relevant att införa mätning av det dagvatten som rinner från dagvattentanken till dagvattensystemet. Detta för att kunna följa om fördröjningen av dagvatten är tillräcklig. Men det är också intressant information för att kunna utvärdera systemets effektivitet och om man utnyttjar regnvattnets fulla potential för framtida byggnationer. (Persson 2020)

4.5 Återanvändning av gråvatten i flerfamiljshus – ett forskningsprojekt

Genom att rena och återanvända gråvatten från hushållet finns stora möjligheter till besparing. Gråvatten kallas det vatten som använts till disk, tvätt och personlig hygien. I ett hushåll går ca 64 % av vattenförbrukningen till dessa områden (se Figur 1) och om man återanvänder detta vatten finns en stor och stabil källa till vatten.

Gråvatten kan samlas in från duschar, tvättmaskiner, diskmaskiner, diskhoar och handfat för att sedan ledas till en reningsanläggning och någon form av tank. Utifrån vad vattnet sedan ska användas till ställs olika krav på vattenkvaliteten och därmed vilken reningsteknik som kan användas. Detta område är i stort sett helt obeprövat i Sverige och det finns i stort sett inga system i bruk i dagsläget.

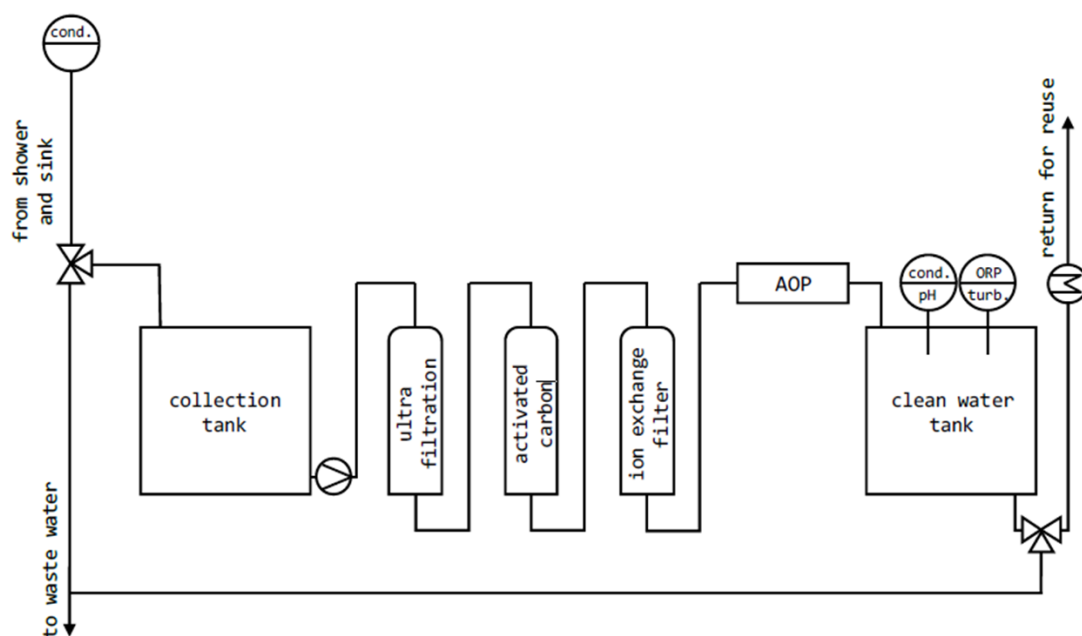
I Göteborg pågår sedan 2019 ett forskningsprojekt i ett flerfamiljshus (HSB Living Lab) med studentboende, se Figur 9. Där har en reningsanläggning (se Figur 10) installerats för att möjliggöra återanvändning av vatten från duschar och handfat. Det reade vattnet återförs sedan för återanvändning i duschar och handfat. Reningen består av mekanisk filtrering (påsfiler 1 µm), kolfiler, en jonbytprocess, ett ultrafilter (0,01 µm, vilket tar bort bakterier och många virus), desinfektion med UV-ljus och hydroxidradikaler (som produceras från vattenmolekyler m.h.a. elektroder). Dessa reningssteg är sedan tidigare beprövad teknik, det nya är att använda dem till återanvändning av gråvatten inom hushåll. Resultatet blir ett nästan helt avjoniserat vatten. Det reade vattnet lagras i en renavattentank (100 l) som finns inuti huset. Därifrån kan det pumpas till användning. En genomströmningsvärmare värmer vattnet.

Projektet har framförallt fokuserat på drift, test och utvärdering av själva reningsprocessen, därför har det reade vattnet mestadels gått ut i avloppet. Men periodvis har även det reade vattnet återanvänts av boende i huset. Uppgifterna i detta kapitel baseras på pilotanläggningen i HSB Living Lab (Knutsson, 2021). En komplett sammanställning av intervjun återfinns i Bilaga 5. Mer information finns att hämta i Knutsson 2020 och Karlsson 2020.

Anläggningen sparar vatten, men en stor drivkraft bakom den här typen av system är energibesparing. Det reade vattnet har en temperatur på ca 25 °C, i jämförelse med kommunalt vatten som brukar vara runt 12 °C. På så sätt sparas mycket energi vid uppvärmning av duschvattnet.



Figur 9. HSB Living Lab i Göteborg. Foto: Felix Gerlach



Figur 10. Schematisk bild på anläggningen för uppsamling, rening och återföring av gråvatten i HSB Living Lab. Källa: Graytec AB, 2018.

4.5.1 Prestanda

Den potentiella vattenbesparingen beror på det recirkulerade vattnets användningsområde. I duschar kan man spara 90 % av vatten till duschningen, vilket skulle motsvara ca 54 l/p,d eller 39 % av den totala vattenförbrukningen. En liten del av de 10 % som inte återanvänds går till reningsprocessen (backspolning m.m.). Men framförallt är det kommunalt kallvatten som måste blandas in i vattnet för att sänka det 60-gradiga vatten till en dusch-bar temperatur. I handfat är andelen kallvatten högre och där blir besparingen bara 50 %.

Teknikmognad (TRL). Den ingående reningstekniken och dess komponenter är i sig beprövad. I dagsläget finns dock ingen anläggning i bruk med fullskalig återanvändning. HSB

Living Lab-projektet gör bedömningen att tekniken passerat demonstrationsstadiet och står inför steget att ta fram de första kommersiella anläggningarna.

Energianvändning. Energi behövs till reningsprocessen och för att pumpa tillbaka vatten in i huset. Men eftersom det renade vattnet har högre temperatur än vanligt kommunalt vatten sparar anläggningen energi vid uppvärmning av duschvattnet. Den totala energibesparingen för systemet är ca 60 % av den varmvattenuppvärmningen som går åt till duschvattnet. Besparingen av ett hushålls totala energiförbrukning uppgår till 15 % på årsbasis (Karlsson 2020).

Underhåll. Osäkert eftersom det är en pilotanläggning som ännu inte körts i en normal driftsituation. Systemet idag är inte optimerat för en anläggning som ska vara i en byggnad där man vill hålla nere driftskostnader och -tid.

Kostnad. Installationskostnaden för systemet uppskattas till ca 200 000 kr. Karlsson 2020 har jämfört livscykelkostnad av hela systemet (installation, underhåll, fjärrvärme och el) med en standardlösning. Enligt dessa beräkningar ger inte systemet någon ekonomisk besparing enbart utifrån minskad vatten- och energianvändning. <https://doi.org/10.1007/s42108-020-00096-z>

4.5.2 Juridiska aspekter

För installation av anläggningen krävdes en tillståndsansökan till Miljö- och hälsa i Göteborg. Vissa villkor ställdes, bl.a. att tillse att vattnet har en tillräcklig god kvalitet och att de boende tydligt informeras inför de tillfällen då renat återcirkulerat vatten är påkopplat i deras kranar.

Erfarenheten är att det är ett juridiskt vakuum kring denna typ av teknik för återanvändning av gråvatten. Det saknas byggnormer, standarder och regleringar. Både vad gäller installationer och vattenkvalitet.

4.5.3 Sammanhang och lämplighet

Det blir lägre kostnad och lättare att genomföra denna teknik vid nybyggnation eftersom rörledningar inte behöver dras genom redan befintliga väggar m.m.

4.5.4 Erfarenhet

En stor fråga kring denna teknik är användaracceptans. I vårt samhälle finns en viss ovilja i att återanvända vattnet och tidningsartiklar om projektet har ofta haft det i fokus. I HSB Living Labs hus har detta inte varit ett problem. De boende är ju från början medvetna om att de deltar i olika utvecklingsprojekt.

Intresset från andra länder har varit stort, t.ex. Indien och Kina.

4.6 Återanvändning av gråvatten i flerfamiljshus – ett planerat byggprojekt

I Taberg, utanför Jönköping, planeras hösten 2020 byggstart av flerfamiljshus med olika hållbarhetslösningar, såsom solceller och insamling av regnvatten för bevattning och cykeltvätt. Inne i husen kommer det finnas återcirkulerande teknik så att vatten från dusch och handtvätt återanvänds till spolning av toaletter. Uppgifterna i detta kapitel baseras på den planerade anläggningen (Jensen, 2020 och Junehem, 2020). En komplett sammanställning av intervjun återfinns i Bilaga 6.

Elva huskroppar (se Figur 11) planeras att byggas med ett cirkulerande system för varje hus. Vatten från dusch och handtvätt kommer att samlas in och ledas till tankar utanför husen. Det kommer att finnas rening i huset efter duschen och i tankarna. Det reade vattnet pumpas sedan tillbaka in i huset och används till spolning av toaletter. Vid brist på återanvänt vatten kommer det finnas möjlighet att fylla på med kommunalt dricksvatten. Det behöver säkerställas att vatten inte kan flöda åt fel håll i systemet, t.ex. med hjälp av ventiler m.m.

På längre sikt finns idéer på att även rena och återanvända vatten från tvätt och kök.



Figur 11. Junehems planerade område med hållbarhetsprofil i Taberg. Illustration av BSV arkitekter och ingenjörer

4.6.1 Prestanda

Den potentiella vattenbesparingen beror på det recirkulerade vattnets användningsområde. Om vattnet återanvänds till toalettspolning, tvätt och personlig hygien kan besparingen uppgå till 64 %.

I Junehem kommer det recirkulerade vattnet användas till toalettspolning vilket ger en vattenbesparing på 21 % av den totala förbrukningen i ett hushåll (se Figur 1). Den totala vattenbesparingen för hela området uppskattas till totalt 3256 m³ vatten per år. Då utgår man från 27 personer per hus som använder 30 liter per person och dygn för att spola toaletter. Detta blir ca 296 m³ vatten per år och hus. Byggs elva huskroppar i området, sparas alltså 3256 m³ vatten per år.

Teknikmognad (TRL). Det har varit en utmaning att hitta leverantör för anläggningen. Junehem föreskrev i upphandlingen att man ville ha återcirkulerande teknik. I

förprojekteringen togs möjliga koncept fram för området. Totalentreprenören kommer sedan att upphandla företag för den återcirkulerande tekniken.

Energianvändning. Energi behövs för att pumpa vatten in i huset. Finns inga uppgifter om hur mycket.

Underhåll. Det kommer behövas underhåll i form av rensning och byte av filter. I nuläget osäkert hur mycket.

Kostnad. Junehem räknar med att satsa ca 500 000 kr/husropp. Ser ingen ekonomisk vinning i systemet.

4.6.2 Juridiska aspekter

Inga speciella tillstånd har krävts. Till en början fanns planer på att samla in regnvatten för toalettspolning. Men de planerna övergavs, då det blev för komplicerat när frågor uppstod kring VA-taxan, som utgår från förbrukad mängd dricksvatten.

4.6.3 Sammanhang och lämplighet

Det blir lägre kostnad och lättare att genomföra denna teknik vid nybyggnation eftersom rörledningar inte behöver dras genom redan befintliga väggar m.m.

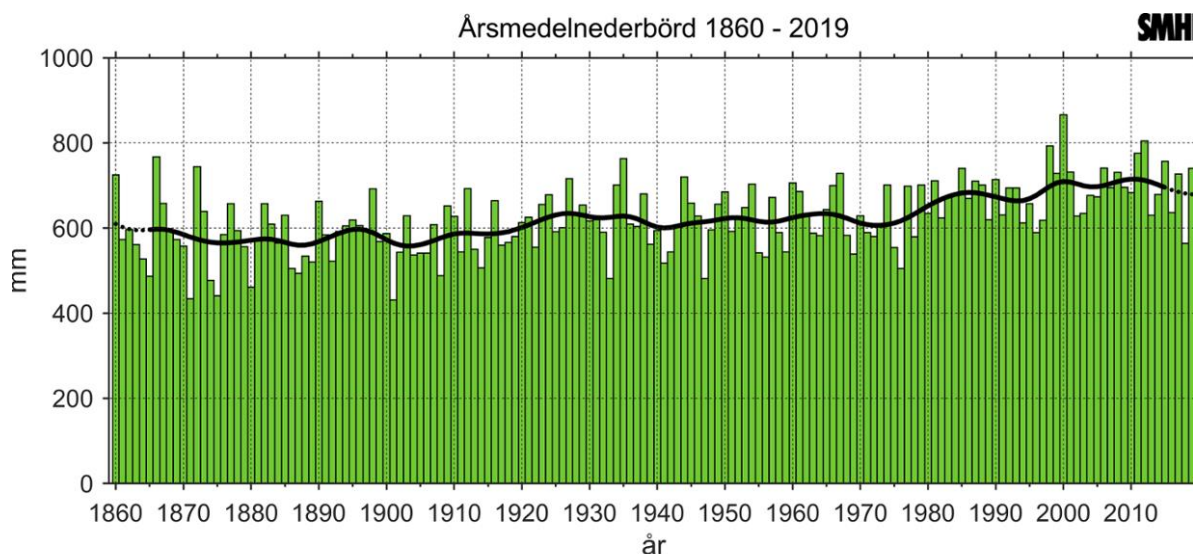
4.6.4 Erfarenhet

Drivkraften är att skapa en hållbarhetsprofil i ett område som är beläget i skog och när en populär badsjö. Projektet har bemötts positivt, men också med en viss osäkerhet. En positiv erfarenhet är att kommunicera med kommunen i god tid. De flesta frågorna löser sig med dialog.

4.7 Goda möjligheter för vattenbesparing med befintlig teknik

Utifrån exemplen i kapitel 4, blir det uppenbart att det finns goda möjligheter för ett hushåll att spara stora mängder vatten redan genom relativt enkla installationer och teknikval. I sin enklaste form kan installation av vattensnåla kranar och munstycken till en kostnad från ca 600 kr, spara 15 liter/person/dygn. Tvättmaskiner, diskmaskiner och toaletter brukar bytas ut i slutet av sin livslängd eller vid renovering. Vid installation av vattenbesparande alternativ kan upp till 41 liter vatten per person och dygn sparas, alltså ca 30% av den genomsnittliga totala förbrukningen. Dessutom kan man med hjälp av avancerade återcirkulerande duschar spara ytterligare vatten, upp till 40 liter/person/dygn av duschvattnet.

Regnvatten kan med fördel användas för bevattning, och vattenmedvetna hushåll har ofta redan nu enklare insamling av regnvatten genom hinkar eller tunnor för trädgård eller balkongväxter. Genom att installera mer avancerade regnvatteninsamlingssystem kan regnvattnet också användas för att spola toaletter och till och med kopplas till tvättmaskin. Beräkningarna togs fram utifrån ett exempel från Uppsala län, där nederbörd och genomsnittlig vattenanvändning var förutsättningar för hur lagringstanken påfylldes. Genomsnittliga årsnederbörden för räkneexemplet var ca 590 mm/år, och i Sverige ligger nederbörden enligt SMHI i allmänhet på mellan 500–800 mm/år, med högre nederbörd i Sydväst och i fjällvärlden och något lägre vid på öar och kust.



Figur 12. Karta hämtad från SMHI visar årsmedelnederbörd för Sverige för 87 stationer. Figuren visar att den genomsnittliga nederbörden har ökat gradvis sedan mätningarna påbörjades.

Utifrån beräkningarna i kapitel 4 och de simuleringar som beskrivs i Oskarsson (2020) kan vattenförbrukningar för toalettspolning ersättas med regnvatten, under förutsättning att man har ett en tank på minst 3 m³ för ett hushåll bestående av 3 personer. Ca 25 l/person/dygn kan sparas genom regnvatteninsamling för toalettspolning och använder man dessutom en större lagringstank och snålspolande toaletter finns goda möjligheter att kunna använda regnvatten för toalettspolning under största delen av året också för hushåll med fler personer.

Använder man regnvatten för både toalettspolning och tvättmaskin kan 37 l/person/dygn sparas, däremot kan inte hela behovet täckas för året, utan man kommer troligtvis behöva komplettera med kranvatten under perioder då inte tanken fylls på. En intressant iakttagelse är att det ofta faller nederbörd då grundvattennivåerna är låga (t ex under juli, augusti, september) och man har alltså goda möjligheter att spara på grundvatten under de senare sommarmånaderna genom att samla in regnvatten.

En slutsats från arbetet är att det är mycket intressant att kombinera vattensnåla tekniker (snålspolande munstycken och kranar och snålspolande toaletter) med regnvatteninsamling.

I ett kontorshus utgör spolvatten en större andel av den totala vattenförbrukningen jämfört med i ett hushåll. Den förväntade vattenbesparingen för Celsiushuset är 977 m³/år eller 45 % av den totala vattenförbrukningen. Driftdata från Citypassagen i Örebro visar att systemet medfört en total dricksvattenbesparing på 1126 m³ (2019) respektive 659 m³ (jan-okt 2020), vilket utgör 50 respektive 24 % av den totala vattenförbrukningen. Tolkningen av siffrorna ska göras försiktigt då både 2019 och 2020 har varit speciella år för byggnaden. Under 2019 pågick inflyttningen under stor del av året, och under 2020 har beläggningen varit mycket ojämn på grund av situationen med Covid-19.

Återanvändning av gråvatten till spolning av toaletter i hushåll ger (teoretiskt sett) en mer stabil vattenkälla än regnvatten eftersom ”produktionen” av gråvatten inte är säsonsberoende på det sätt som regnvatten är. Gråvatten består av flödena personlig hygien (60 l/person/dygn), tvätt (15 l/person/dygn) och disk (15 l/person/dygn) och är alltså mängdmässigt upp till 3 gånger så stort som vattenbehovet för spolning av toaletter (30 l/person/dygn), se Figur 1. Recirkulation av gråvatten har alltså den teoretiska

besparingspotentialen på 90 l/person/dygn, dvs 64% av den totala förbrukningen i ett hushåll. Besparingen blir dock inte större än den del som det recirkulerade vattnet används till.

Tekniken för återanvändning av gråvatten har inte kommit lika långt i Sverige som övriga undersökta tekniker. Men pilotförsöken från HSB Living Lab visar att det är möjligt att installera ett reningssystem i ett flerfamiljshus för återanvändning av vatten i duschar och handfat, vilket möjliggör både en besparing på ca 39 % dricksvatten och en energibesparing för minskad vattenuppvärmning.

4.7.1 Ekonomiska incitament

Eftersom man i Sverige har relativt låga vattentaxor, är det svårt för ett hushåll, en byggherre eller ett fastighetsbolag att räkna av investeringar i vattensnål teknik genom en minskad kostnad för vatten.

De enklare teknikerna med munstycken/toalett/disk- och tvättmaskin är inte särskilt mycket dyrare om man ändå ska införskaffa dem. Men för disk- och tvättmaskiner är de vattensnåla dyrare (ca 10 000 SEK) än de som är mindre vattensnåla. För diskmaskiner beror detta på maskinens storlek och egentligen inte att det i sig är en dyrare maskin. Men vid ett inköp kan det ändå utgöra ett hinder för att det enskilda hushållet gör ett mer vattensnålt val. På samma sätt är installation av den återcirkulerande duschen ett alternativ för de som har gott om pengar. I nuläget är återcirkulerande duschar ett alternativ för områden med låg vattentillgång och/eller resursstarka och/eller miljöengagerade hushåll. I framtiden kan dock en ökande produktion pressa ner priserna av duschen, vilket gör det till ett intressant alternativ.

Ett regnvatteninsamlingssystem för hushållsbruk (toalettspolning och tvättmaskin) kostar upp emot 50 000 kr och då tillkommer rördragning och installation. Regnvattensystem för trädgårdsbevattning är betydligt billigare.

För byggherrar och fastighetsbolag är en investering i vattenbesparande tekniker en extra kostnad som inte kan räknas hem med hjälp av en lägre VA-taxa eller eventuella minskade energikostnader (Hjalmarsson 2020, Boström 2020, Karlsson 2020). För de system som använder regnvatten kan dock en del av kostnaden räknas av, eftersom systemet blir en typ av dagvattenhantering, som ändå skulle behöva anläggas. I dagens läge när dessa system är nya har det också visat sig att dessa anläggningar inneburit ett icke obetydande marknadsföringsvärde i form av positiv publicitet (Boström 2020 och Hjalmarsson 2020).

Att införa ny vattenbesparande teknik är enbart ekonomiskt genomförbart vid nybyggnation (Hjalmarsson 2020 och Knutsson 2021). De exempel på vattenbesparande teknik som införts i större byggnader är nästan uteslutande i kontorshus. Anledningarna kan vara många, men exempelvis att det finns mindre marginaler för byggnation av bostadshus och inte möjlighet att ta mer betalt av hyresgästerna. I kontorshus kan hyresgästerna (företag) vilja ha en miljöprofil (utifrån eget miljöengagemang eller för att stärka sitt varumärke) och därmed en större betalvilja.

Tyvärr är det svårt både för hushåll och fastighetsbolag att spara pengar genom att installera regnvatteninsamling eller andra vattenbesparande tekniker. De drivande faktorerna är för tillfället istället miljömedvetenhet, vattenbrist, ett intresse för att värna om vattenresursen, miljöprofilering och marknadsföring. Olika bidrag, miljöbonusar eller utveckling av systemen

för certifiering av byggnader skulle kunna öka villighet till att installera vattenbesparande teknik.

4.8 Teknik är inte allt

Tekniker är naturligtvis inte allt när det gäller vattenbesparing. Användarens beteende påverkar i minst lika stor utsträckning vattenförbrukningen. En kombination av medvetenhet, beteende och teknikval samverkar för att åstadkomma en hållbar vattenbesparing. I faktarutan, som är hämtad från ett examensarbete av Maja Andersson (2020), listas flera exempel på vad som är viktigt att tänka på.

Faktaruta – vattenbesparande beteende

- Ta kortare duschar
- Duscha eller bada mer sällan
- *Duscha med lägre vattenflöde*
- Ta duschar istället för bad
- Stäng av vattnet under exempelvis intvålning i dusch eller under tandborstning och rakning
- *Spara vattnet som spolas i väntan på att det ska bli varmt eller kallt, t.ex. till bevattning*
- Fyll upp handfatet vid ansiktstvätt
- Installera automatisk av- och påsättning i duschar
- Om det finns, spola toaletten med den lilla knappen istället för den stora
- Inte spola mer än nödvändigt
- *Laga läckor! En droppande kran kan förbruka 40 l/dygn. En toalett som små-rinner kan förbruka 1000 l/dygn*
- Tvätta mer sällan, vädra kläder istället för att spara in antalet tvättar
- Tvätta enbart fulla disk- och tvättmaskiner
- Tvätta med rätt program på tvättmaskinen
- Undvik förtvätt
- *Återanvänd vatten från torktumlaren för t.ex. bevattning*
- Diska inte under rinnande vatten
- Istället för att diska för hand, diska i diskmaskin
- Återanvända disk- och sköljvatten till bevattning
- Skölj inte av disken innan den ställs i diskmaskinen. Diskmaskinerna och diskmedel gjorda för att klara osköljd disk.
- Diska med rätt program på diskmaskinen
- *Spara vatten i kylan istället för att vänta på kallt vatten i kranen*
- *Skölj frukt och grönsaker i en balja*
- Välj blommor och trädgårdsväxter som kräver mindre vatten
- *Vattna smart: Vattna på morgonen eller kvällen. Täckodling minskar avdunstning*
- Plantera inte sommartid
- Vattna gräsmattan mer sällan, den klarar mer torka än man tror
- Ta hand om poolen, laga läckor och se till att reningen fungerar så slipper poolen fyllas flera gånger på en säsong

4.9 Kommunalt engagemang och styrning

Det pågår en snabb ökning av vattenbesparande tekniker liksom teknik för användning av alternativa vattenkällor (t ex regnvatten) eller återanvändning (för t ex duschvatten för spolning). Kommunerna har en stor roll att spela för att uppmuntra vattenbesparing. Utifrån intervjuer, undersökningar och diskussioner vid genomförda webinarier blev det tydligt att det råder osäkerhet kring installation av vattenbesparande tekniker, både hos privatpersoner, fastighetsbolag och kommunerna själva. Eftersom det är ett relativt nytt område i Sverige saknas erfarenheter. Detta skapar osäkerhet både inför de olika teknikerna och inför hur man i kommunen kan arbeta med frågorna.

Gällande tekniken saknas både jämförande översikter och oberoende kontrollorgan av långsiktig funktion av denna typ av anläggningar, liksom bedömningsgrunder för kommuner. Miljökontor efterfrågar tips och beprövade standardlösningar eller demoanläggningar för att kunna bedöma installationer.

Hos VA-huvudmän finns en osäkerhet kring om teknikerna fungerar som det är tänkt, om man vid planering av stora områden kan dimensionera det kommunala nätet (och i förlängningen även de centrala vatten- och reningsverken) utifrån en lägre förbrukning eller om det måste finnas en kapacitetsberedskap för att ändå leverera ”normala” mängder. Det finns också en rädsla för risker med sammanblandning av ledningar för dricksvatten och strömmar med annat mindre rent vatten. Man efterlyser också grundliga analyser av vilka åtgärder som är mest effektiva och vilka konsekvenser som storskaliga implementeringar kan ge. Innan tekniker införs i stor skala är det t ex viktigt att veta hur processer i reningsverken eller flöden i ledningar (och därmed vad som är rätt dimensionering) kan påverkas?

Det upplevs otydligt hur kommunerna kan främja införande av vattenbesparande teknik i nya och befintliga byggnader. Det behöver utredas vilket handlingsutrymme och vilka verktyg som kommunernas olika avdelningar (planering, exploatering, bygglov, miljö- och hälsa, gata/park, VA etc) kan ha och vilka juridiska möjligheter som finns.

En möjlighet kan vara att föra in frågan redan i översiktsplaneringen. I t ex Halmstad ingår tekniskt vatten i VA-planen och man försöker driva frågorna i detaljplanerna. Uppsala kommun ser möjligheter att driva frågan genom markanvisningar, men ser svårigheter kring hanteringen av tekniska särkrav. Juridiken är otydlig och eventuellt krävs förändringar i PBL för att det ska vara en framkomlig väg.

I Östhammars kommun ställs krav på max 1 liter per spolning vid WC till slutna tank, och förordar slutna tank i känsliga kustnära områden kopplat till ekologisk status på recipienten.

Gällande enskilda hushåll finns en osäkerhet huruvida tillstånd eller bygglov behövs för att tex installera regnvatteninsamlingsystem eller återcirkulerande system. Det kan finnas reglering som påverkar olika delar av systemet (tanken, avloppet, dagvattenhantering). Det skulle underlätta för det enskilda hushållet, liksom leverantören om det fanns tydlig och tillgänglig information att tillgå kring vad som gäller i kommunen.

För att miljökontoren ska kunna hantera denna typ av frågor och handlägga ärenden rörande vattenhushållning, liksom att aktivt bidra till en hållbar resurshantering av grund- och dricksvatten behövs mer kunskap, till exempel hur man i ljuset av vattenbesparing och cirkulerande system ska tolka lagstiftning. I Plan och Byggnadslagen, PBL, 2 kap 6 §, p 4 står att byggnadsverk ska utformas och placeras med hänsyn till behovet av hushållning med

energi och vatten. Kan man tolka att lagstiftningen möjliggör teknik för vattenbesparing och återanvändning?

Vid byggnation med system för toalettspolning med regnvatten i kontorshus i Örebro och Uppsala har inga särskilda tillstånd eller bygglov krävts. Men det upplevs som att det finns en otydlighet vilka regler som gäller och att det kan skilja sig mellan olika kommuner. Den ena frågan som uppkommit är om det är tillåtligt att använda regnvatten, då det skulle kunna ses som att man leder dagvatten till spillvattensystemet. Detta torde dock vara en missuppfattning som beror på ovana av systemen och som relativt lätt kan redas ut. Efter användning t ex till toalettspolning blir regnvattnet per definition ett spillvatten och inte ett dagvatten. Den andra frågan som är lite mer komplicerad är frågan om va-taxan. I regel betalas en va-taxa utifrån använd mängd dricksvatten, och den taxan finansierar både leverans av dricksvatten, rening av spillvatten och ofta även omhändertagande av dagvatten. När regnvatten ersätter dricksvatten betalar fastighetsägaren en lägre va-taxa, men får fortfarande sitt spillvatten renat, regnvattendelen renas då så att säga kostnadsfritt. Å andra sidan minskar belastningen på dagvattennätet och man uppnår en minskad dricksvattenförbrukning, vilket anses positivt. Det finns en osäkerhet kring hur va-huvudmän ställer sig till detta och om det kan komma straffavgifter eller liknande i efterhand. Denna fråga behöver lösas och det behöver finnas ett gemensamt sätt att se på den i landets kommuner, så att spelplanen blir tydlig för aktörer som vill bygga med vattenbesparande system (Hjalmarsson 2020 och Jensen 2020).

4.10 Diskussion kring vattenbesparing

Projektet anordnade också två webinarium där projektets resultat presenterades och diskuterades. Runt 50 personer deltog i vart och ett av dessa webinarium som samlade forskare, aktörer från bland annat kommuners miljö- och hälsoskyddsavdelningar, va-ansvariga, plan- och bygglovsavdelningar samt handläggare från olika Länsstyrelser, vilket gav värdefull återkoppling till projektet.

På det första presenterades resultat från de fyra examensarbetena liksom resultaten som ingår i denna exempelsamling. På det andra var temat vattenbesparande tekniker från kommunernas strategiska arbete till byggande och drift där bl.a. erfarenheter från de två kontorsbyggnaderna med regnvattenspolning från denna exempelsamling presenterades. Deltagarna var en bred grupp av aktörer från länsstyrelser, forskning, kommunernas avdelningar inom miljö -och hälsa, va, plan, exploatering och bygg samt andra intresserade. Några av de intressanta diskussioner som togs upp i relation till vattenbesparing återges i korthet, nedan:

- **Vatten för olika syften.** Inom områden med vattenbrist och där det, i enlighet med Lagen om allmänna vattentjänster §6, finns risk för människors hälsa eller miljö, kan det vara intressant att titta på regnvatten som en kompletterande resurs. Här blir det intressant att dela upp olika vattenanvändningsområden. Dricksvatten och ”annat” vatten (”tekniskt” eller ”grönt” vatten), som har andra renlighetskrav. Det behövs tydligare lagstiftning och rekommendationer kring riktlinjer och kvalitetskrav utifrån vattnets användning. Osäkert hur hög acceptansen är för återanvändning hos användarna.
- **Beteende.** Flera vattenbesparingskampanjer genomförs vid låga grundvattennivåer eller när produktionskapacitet nås. Dessa har ofta god effekt, men avtar efter några veckor. En viktig aspekt är att information och uppmaningar till allmänheten inte

enbart sker vid kris, utan kontinuerligt och förebyggande. Exempel som nämndes var Örebro och Haninge.

- **Tekniska metoder att spara vatten.** Vattenförbrukning hänger ihop med avloppslösning och det är viktigt att kunna erbjuda vattensnåla toalettsystem, t ex i fritidshusområden. Det vore intressant att utreda andra vattenbesparande metoder, t ex: trycksänkningar för att minska användning, återcirkulering av renat avloppsvatten m.m. I stadsmiljön finns flera vattenströmmar som idag inte nyttjas men där det finns potential. Dag-, drän- och tvättstugevatten (s.k. stadsvatten) skulle kunna återanvändas efter olika typer av rening till t.ex. tvätt, bevattning, spolning av gator m.m. Det finns behov av både demoanläggningar och att reda ut ansvarsfördelning och juridik för sådana system. Det är också viktigt att beakta ev. vattenskyddsområden och eventuell påverkan på grundvattnet. Man bör inte bara fokusera på hushållen: industrin är en mycket stor användare och läcksökning på det kommunala ledningsnätet kan ge betydande besparingar.
- **Möjligheter för kommunen att uppmuntra vattenbesparing.** Det är en stor investering för ett privat hushåll att investera i regnvatteninsamling, medan det kan vara intressant för kommunens va-avdelning att uppmuntra till insamling. Ett förslag är att kommunen kan erbjuda installation av regnvattensystem vid va-utbyggnad i nya områden. Det behövs en systemförändring och lagförändring som hänger ihop med byggnormer. Planering för regnvatteninsamling måste då in redan på ett tidigt stadium inom kommunens översiktsplanering. Ett sätt att synliggöra är att kommuner installerar vattenbesparande tekniker i offentliga miljöer som inspiration och utbildning.
- **Utformning av va-taxan.** Dagens utformning av va-taxan motiverar inte till vattenbesparing eller investeringar och innovationer. Det finns olika möjligheter till utformning, t ex ett högre pris på vatten, en större rörlig del, differentierade taxor (högre pris vid högre konsumtion).
- **Certifiering.** Miljöcertifieringar, såsom certifiering av byggnader kan driva utvecklingen framåt och det är då viktigt att vattenbesparing ger poäng i de systemen.
- **Ska det finnas ett vattenkliv** såväl som klimatkliv och energiomställning? Det skulle kanske finnas skattelättnader liknande de för solceller.

5 SLUTSATSER

I tabellen nedan sammanfattas vattenbesparingen för hushåll och i kontor i både procent av den totala förbrukningen och i liter (Tabell 6). Energiåtgång och en uppskattad kostnad anges också, liksom kostnader för underhåll. Vissa av teknikerna i tabellen kan komplettera varandra (t ex insamling av regnvatten i kombination med en snålspolande toalett skulle möjliggöra att hela vattenbehovet för toalettspolning kan ske med regnvatten också i hushåll med fler än 5 personer).

Genom att välja de mest vattensnåla alternativen vid köp av nya produkter eller komplettering med snålspolande munstycken kan ett hushålls vattenförbrukning minska upp emot 30 % dvs ca 40 l/person/dygn. Detta är alltså enkla tekniker som finns tillgängliga på marknaden. Vid installation av en recirkulerande dusch kan en total reduktion av hushållets vattenförbrukning om i snitt 30 % förväntas. Detta beror dock i större utsträckning än för ”enklare tekniker” på vilket vattenanvändande beteende hushållet har. Den besparande potentialen för återcirkulerande duschar beror mycket på om man i hushållet i normalfallet tar korta eller långa duschar. Hushållets rutiner och beteenden kring vattenanvändning har i allmänhet mycket stor inverkan på vattenförbrukningen.

Vid användning regnvatteninsamling för att spola toaletter kan ett helt hushålls vattenanvändning för toalettspolning ersättas, alltså 25 liter/person/dygn, eller ca 20 % av den totala vattenförbrukningen. Regnvatten skulle också kunna användas för tvätt av kläder, men skulle antagligen behöva kompletteras med andra vattenresurser under perioder av låg nederbörd.

Vid användning regnvatteninsamling för att spola toaletter i kontorshus uppskattas att i de system som byggts idag kan ca 50-79 % av vattenanvändning för toalettspolning ersättas, alltså 5-9 liter/person/dygn, eller ca 24-50 % av den totala vattenförbrukningen.

Rening och återanvändning av gråvatten har i teorin en stor vattenbesparande potential då detta utgör 64 % av den totala förbrukningen i ett hushåll. Idag finns i stort sett inga sådana system i drift i Sverige. Drifterfarenheter och simuleringar från pilotprojektet HSB Living Lab i Göteborg har visat att den vattenbesparande potentialen vid recirkulation av duschvatten är 90 % av duschvattnet, dvs ca 39 % av hushållets totala vattenförbrukning. (För handfat kan 50 % av det använda vattnet recirkuleras.)

En uppenbar fördel med vattensnåla tekniker är att de kan installeras i lägenheter, såväl som fristående hus. System för regnvatteninsamling och återanvändning av gråvatten kräver mer planering och rördragning och passar kanske bättre fristående hus eller nybyggnationer.

Flera frågor har diskuterats men skulle behöva fortsatt arbete, såsom mer avancerade tekniker för vattenbesparing, liksom juridik och riktlinjer gällande olika vattenresurser och kvalitetskrav för olika användningsområden (bevattning, tvätt, toalettspolning och personlig konsumtion). Dessutom skulle det vara intressant att tydliggöra lokala, regionala och nationella myndigheters ansvar och möjligheter för att styra och verka för vattenhushållning.

Tabell 6. Översikt av utvalda tekniker

Teknik	Vattenbesparing %	Vattenbesparing l/person/dygn	Energiåtgång	Kostnad (installation) SEK	Kostnad (drift) SEK/år
1. Enklare teknik för flera installationer	29	41	0,08 kWh/kuvert 0,12 kWh/kg	35 000	liten
2. Avancerad teknik för dusch	30	42	1,4 kW*	50 000	ca 600
3. Regnvatten för toalettspolning i hushåll	21	29	0,66 kW*	40 000 - 50 000	liten
4. Regnvatten för toalettspolning i kontorshus	24 – 50	5 – 9	7000 kWh/år	~ 1, 2 milj.	7000
5. Regnvatten för tvätt	32	32	0,66 kW*	40 000 - 50 000	liten
6. Recirkulation gråvatten dusch (pilot-anläggning)	39	54	Besparing 15 % av hushållets totala energibehov	~ 200 000	ingen uppgift

*vid belastning

6 KÄLLOR

6.1.1 Skriftliga källor

Andersson, M., 2020. *Effektiv vattenanvändning i hushåll. Principer, tillvägagångssätt och verktyg för kommuner*. Linköpings universitet, Energi- och miljöteknik. LIU-IEI-TEK-A--20/03704—SE

Karlsson, A., 2020. *Systemanalys av lokal gråvattenrening*. Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg. Uppdragsnr: 1025710

Knutsson, J., & Knutsson P., 2020. *Water and energy savings from greywater reuse: a modelling scheme using disaggregated consumption data*. International Journal of Energy and Water Resources. <https://doi.org/10.1007/s42108-020-00096-z>

Eriksson, I., 2019. *Citypassagen PM – Provtagning av spolvatten*. Structor Miljöteknik AB, Örebro. Uppdragsnummer 7046-001

Graytec AB, 2018. *Final report Graytec lokal gråvattenåtervinning steg 2*. HSB Living Lab.

Oskarsson, L., 2020. *Regnvatteninsamling: Vattenbesparingspotential i svenska förhållanden med fallstudie i Järlåsa*. Uppsala universitet, Institutionen för geovetenskaper. UPTEC W, ISSN 1401-5765 ; 20040

Stopek, A., 2020. *När vattnet tryter: en studie om landsbygdens medborgares rättigheter och skyldigheter i förhållande till vattenförsörjning*. SLU, institutionen för stad och land.

6.1.2 Muntliga källor/intervjuer

Anders Boström. *Intervju*. 2020-10-09

Carlsson, I. *Telefonintervju*. 2020-05-26

Hans Hjalmarsson. *Intervju*. 2020-10-15

Jesper Knutsson. *Telefonintervju*, Chalmers, 2021-01-12

Kristian Hedberg. *Telefonintervju*, Orbital Systems, 2020-05-19

Max Jensen, *Telefonintervju*, Junehem. 2020-10-02

Thor. *Skriftlig intervju*, privatperson. Oktober 2020

6.1.3 Länkar till hemsidor/relevant information

Grandado (2020). *Vattenbesparande ventil*. Tillgänglig: <https://se.grandado.com/products/massing-m24-22mm-en-touch-control-vattenbesparande-ventil-med-adapter-kranar-tillbehor-tillbehor-beroring-kromat-belagd?variant=18054834880569¤cy=SEK>, [2020-6-17]

Junehem (2020). *Snart byggstart för miljösarta hyresrätter i Taberg!* Tillgänglig: <https://www.junehem.se/artikel/snart-byggstart-for-miljosmarta-hyresratter-i-taberg> [2020-11-10]

Råd & Rön (2020a). *Diskmaskiner – bäst i test.* 2020-01-31

Råd & Rön (2020b). *Tvättmaskiner – bäst i test.* 2020-01-15

Svenskt Vatten (2020). *Dricksvattenfakta.* Tillgänglig: <https://www.svensktvatten.se/fakta-om-vatten/dricksvattenfakta/>, [2020-06-18]

VVS och Bad (2020). *Handdusch.* Tillgänglig: https://www.vvsochbad.se/fm-mattsson-sarona-handdusch-vit-388982?gclid=CjwKCAjw26H3BRB2EiwAy32zhRW9Jf7BII_IT5Jn9G6v1BvsE9ND2S6VF0Ys1I8lQXm2o97Yd8xzbxoCm80QAvD_BwE, [2020-6-17]

<https://www.svt.se/nyheter/lokalt/jonkoping/vill-bygga-flerfamiljshus-som-inte-ar-anlutnatill-el-och-va-natet>

Wattväktarna (2020). *Vattenbesparing villapaket.* Tillgänglig: <https://www.wattvaktarna.se/vvs/vattenbesparing/vattenbesparing-villapaket/> [2020-06-17]

BILAGOR**Bilaga 1 Intervjufrågor****Följande frågor ställdes vid intervju med användare av recirkulerande dusch**

Hur länge har tekniken varit installerad?

Anledning till teknikval?

Positiva erfarenheter

Negativa erfarenheter

Finns några juridiska aspekter som ni har behövt ta hänsyn till?

Kostnader

Energiåtgång

Besparing

Följande frågor ställdes vid intervju med fastighetsbolag som installerat system för toalettspolning med regnvatten (Vasakronan och Castellum) samt fastighetsbolag som planerar byggande med återanvändning av vatten (Junehem)

Beskriv det tekniska systemet.

Vilka är de viktigaste drivkrafterna bakom valet att installera denna teknik?

Finns några juridiska aspekter som ni har behövt ta hänsyn till? (Söktes /behövdes tillstånd)

Hur har processen gått i förhållande till kommunen? Frågetecken som uppstått?

Beräknade extra kostnader för systemet?

Hur mycket har ni beräknat att vattenbesparingen ska bli?

Hur stor energiåtgång innebär systemet årligen?

Hur har ni valt leverantörer av den tekniska anläggningen?

Andra positiva erfarenheter

Andra negativa erfarenheter

Vad kan vara anledningen till att dessa system återfinns i kontorshus och inte bostadshus?

Vad behövs för att vi ska få fler byggnader med regnvattenspolning av toaletterna?

Intervjufrågor till kommuner kring regnvattenanvändning redovisas i Oskarsson, 2020

Intervjufrågor till teknikleverantörer av regnvatteninsamling redovisas i Oskarsson, 2020.

Frågorna i den elektroniska enkäten om användning av regnvatten redovisas nedan.

Använder du regnvatten för toalett eller tvätt?

Del dina erfarenheter av att använda regnvatten för hushållet!

***Obligatorisk**

Projekt kring vattenbesparin

Vi ställer samman exempel på vattenbesparing för kommuner och nyfikna hushåll som också vill använda sig av regnvatten.

Vi hoppas ni kan tänka er att svara på 5 frågor över era erfarenheter!

Uppgifterna kommer sammanfattas i en rapport som skrivs av Ecoloop AB och WRS på uppdrag av Fyrisåns Vattenvårdsförbund och kommuner i Uppsala län. Inga personliga uppgifter samlas in eller delges.

En blogg från vår student Lina Oscarsson som arbetat med projektet finns att läsa här: <https://bit.ly/2NRloWy>

1. Hur använder ni regnvatten i hushållet? *

Markera alla som gäller.

- Bevattning
- Spola toaletter
- Tvättmaskin
- Disk
- Tvätta händer
- Dusch/bad
- Pool

Övrigt: _____

2. Hur mycket vatten sparar ni per dygn genom att använda regnvatten? (uppskattningsvis)

Markera endast en oval.

- mindre än 5 liter
- 5-10 liter
- 10-20 liter
- 20-40 liter
- 40-60 liter
- mer än 60 liter

3. Har ni stött på några utmaningar eller problem med att använda regnvatten? (svara gärna utförligt)

4. Hur ställer ni er till att använda regnvatten för fler områden i hushållet? (kommentera gärna möjligheter eller hinder)

Markera endast en oval.

- Positivt
 Tveksamt
 Nej
 Övrigt: _____

5. Använder du regnvatten för annat än odling? Kan du tänka dig att dela med dig av hur man gör i praktiken? Lämna gärna dina kontaktuppgifter i så fall (E-post eller telefon nummer).

Det här innehållet har varken skapats eller godkänts av Google.

Google Formulär

Bilaga 2 Intervju med privatperson som installerar regnvatteninsamling

Intervju oktober 2020. Thor i Södertälje kommun

1. Beskriv det tekniska systemet.

Har kommunalt VA (flera bevattningsförbud de senaste somrarna).

Det är en tysk lösning, Graf. Säljs i Sverige av Conclean AB.

Tank 5 m³ som grävs ner. Kopplade 3 av 4 stuprännor till denna (under uppfarten). Pump i huset. Kopplad till ett utkast för bevattning. Grovfilter i tanken, filter in i huset för småpartiklar. Tömmer några gånger per år. Kan se hur mycket vatten är i tanken i procent. Ska koppla på toalett och tvättmaskin. För att spara ännu mer vatten kommer en toalett med urinseparering installeras.

2. Vilka är de viktigaste drivkrafterna bakom valet att installera denna teknik?

Thor är själv intresserad och nyfiken, gick bl a en kurs på Dalarnas högskola om hållbart byggande.

Köpte hus från 60-talet. Passade på att installera regnvattensystemet i samband med renovering av avloppssystemet och ett av badrummen. Driven av frågan "Hur kan vi göra för att minska miljöpåverkan?" Det känns viktigt att göra det bästa möjliga när man ändå gör ett stort ingrepp i huset.

3. Beräknade (extra) kostnader för systemet?

Tanken inkl. pump 65 000 SEK inkl moms.

Nedgrävning ca 10 000 SEK.

Pump och rör-installation: 10 000 SEK.

4. Hur mycket har ni beräknat att vattenbesparing ska bli?

Räknar med ungefär en halvering av vattenförbrukningen och på sikt ännu lägre genom att koppla in den andra toaletten och ha en utkastare inomhus för städning och krukväxter.

5. Hur stor energiåtgång innebär systemet årligen?

Kan inte svara än eftersom systemet nu installeras

6. Hur har ni valt leverantörer av den tekniska anläggningen?

Jag har fått bestämma själv, så jag har själv tagit reda på information om systemet och möjliga leverantörer. Prata med hussnickaren kring renoveringen. Som husägare har jag varit fullt delaktig i processen. Beställt tekniken, läst manualerna. Det har varit ganska lätt att förstå hur det funkar. Bra kontakt med Conclean som kunde svara på frågor, om tex förfilter.

7. Andra positiva erfarenheter

Roligt! Regnvatteninsamlingen fungerar som en "ice-breaker" vid besök. Positiv sak som man kan samlas kring. Ett roligare sätt att möta framtidens utmaningar! Många besökare blir inspirerade.

8. Andra negativa erfarenheter

Nackdel: man bygger in lite mer avancerad teknik i ett lågteknologiskt hus, men fördelarna med vattenbesparing uppväger detta eftersom regnvattensystemet har så många olika funktioner.

Okonventionell process – kan behöva lite flexibla hantverkare och ett engagemang från en själv.

9. Vad behövs för att vi ska få fler byggnader med regnvattenspolning av toaletterna?

Synliggör regnvattenanvändning. Det som behövs är fler hantverkare som får erfarenhet från detta och som kan erbjuda lösningar också till de hushåll som inte är tekniskt kunniga eller engagerade men gärna vill ha mer miljövänliga/hållbara lösningar. Systemlösningar behöver spridas.

Krav från kommunens sida vid tex nybyggnation/renovering. Dessa är stora ingrepp och investeringar – då kan man effektivisera.

Tex skulle man kunna ställa krav vid expansion i olika stadsdelar – kräva inom nybyggnation och upphandling. Kanske kan flera fastigheter dela på samma system?

Installera inom kommunal verksamhet som ett sätt att synliggöra. Gärna med informationsskyltar som förbipasserande kan ta del av. På en skola i kommunen (Södertälje) har man t ex display på fasaden som visar hur mycket ström solcellerna alstrar. Något liknande kan man ha med vatten.

Från kommunens sida skulle man gärna ha ett hållbarhetsmål som inkluderar vattenbesparing där man synliggör en systemlösning; en vision! Det är lätt att underskatta vikten av att ha något att samlas kring – vi är många invånare som funderar över miljöfrågor och undrar varför så lite händer.

Att se hur skolor/äldreboenden/kontor och privatpersoner i ens närhet anstränger sig för att spara vatten gör det inte lika självklart att vattna gräsmattan med dricksvatten i vattenspridare eller skaffa pool. I stället blir man inspirerad att diskutera sparsamhet och alternativa lösningar.

Tips för en lyckad installation av vattenbesparingsteknik:

Engagemang från husägaren genom att t.ex. läsa anvisningarna så att man kan följa anvisningarna och arbetsleda. Eftersom det är ett relativt nytt system så ska man inte lämna över till hantverkaren. Läsa på. Instruktionerna fanns bara på engelska i Thors fall, så han behövde vara med att tolka.

Genom att efterfråga vattenbesparande teknik ger man ett viktigt budskap också till hantverkarna: vikten av ökad miljömedvetenhet (också relevant för andra aspekter av bostaden).

Det är nog bra att ta kontakt med kommunen i god tid innan byggprojektet för att ta reda på vad som gäller angående eventuella tillstånd m.m. En annan sak är att välja etablerade systemlösningar där det finns produktbeskrivningar som man kan skicka med bygganmälan för att underlätta handläggningen.



Figur 13. Nergrävning av 5 m³ regnvattentank (Foto: privat).

Bilaga 3. Celsius-huset i Uppsala. Intervju med Anders Boström, Vasakronan

Uppsala 201009

Drivkraften är att Vasakronan känner ett samhällsansvar och vill vara med och driva marknaden och byggandet framåt. Vasakronan började för 4 år sen med en innovationsplan där man beslutade att genomföra 1-2 nya innovationer vid varje byggprojekt. Innovationerna handlar främst om miljöområdet och ska vara anpassade för området, huset och hyresgästen. Eftersom Livsmedelsverket skulle vara den huvudsakliga hyresgästen i detta hus och dricksvattenanvändningen är ett livsmedel var det en naturlig koppling att försöka spara på dricksvatten. Dessutom ligger huset på Uppsalaåsen och det fanns stora krav på hanteringen av dagvatten. Beslutet togs 2017 och var inte påverkat av torkan 2018. Byggnationen håller på att avslutas. Inflyttning börjar i november 2020 och Livsmedelsverket (som är den största) flyttar in i januari 2021.

Helenius som ritade systemet hittade ett liknande regnvattensystem i Tyskland som de tog inspiration ifrån. Handlar om att använda samma teknik som man brukar göra när man hanterar dagvatten och dricksvatten i byggnader, men att koppla ihop dem på ett nytt sätt. Alla komponenter i systemet är sådant som används i andra sammanhang: rör, silar, pumpar, tankar och rening och leverantörerna är valda utifrån den vanliga processen.

Huset består av kontor och laboratorier, totalt 12440 m² och ca 400-450 arbetsplatser. Insamlingen av regnvatten beräknas täcka 69 % av spolbehovet på årsbasis, dvs 977 m³ regnvatten av den totala förbrukningen av spolvatten på 1418 m³. Den totala vattenförbrukningen i huset (tvättställ, köksblandare, duschar, spolning men ej lab-ytor) beräknas vara 2182 m³/år, där regnvattnet alltså står för ca 45 %. En uppskattad energiåtgång för pumpar är 100 kWh/år.

Regnvatten samlas in från taket. Det fanns en tidig tanke på att även samla från dagvattenbrunnar, men det valdes bort pga risk för föroreningar. Man hade planerat att lägga sedumtak, men eftersom det riskerade att missfärga vattnet valde man att lägga solceller istället.

Regnvattnet leds till en nedgrävd dagvattentank (60 kubikmeter). Vattnet pumpas därifrån till två reningssteg. Ett sandfilter tar bort partiklar och UV-ljus förhindra tillväxt. Först var ett 3:e steg med kemisk rening planerat, men sen kom man fram till att det inte behövdes.

Prioriteringen är att det är klart och inte ser smutsigt ut. Efter rening leds vattnet till en renvattentank (12 kubikmeter). Där finns en flottör och nivågivare. Om det fattas regnvatten fylls det på med dricksvatten från det kommunala systemet. Tanken är dimensionerad för att klara ett dygns spolningsbehov.

Enbart toaletter är kopplade till systemet. Alla ledningar är märkta så att man inte ska blanda ihop det renade regnvattnet och kommunalt dricksvatten. Alla toalettstolar kommer att märkas med en liten skylt som sitter bredvid spolknappen. Man beskriver också systemet i den broschyr som skickas till hyresgästerna med hur allt i huset fungerar. Livsmedelsverket har också pratat mycket om det internt.

Det har inte behövt sökas något speciellt tillstånd. Det har varit en vanlig bygglovsprocess där systemet har redovisats. Uppsala Vatten (VA-huvudman) har blivit informerade och även

varit på studiebesök. Miljö- och hälsoskydd har inte haft några specifika frågor eller synpunkter. Det finns ingen plan på tillsyn av systemet.

Det har inte kommit några specifika frågor. Reaktionen har varit positiv från alla de varit i kontakt med, inte bara kommunen. Det är en bra marknadsföring och många som vill höra om det.

Systemet byggdes inte av ekonomiska skäl och man räknar inte med att kunna tjäna in det över tid. Det har inte gjorts någon särredovisning av vad investeringen kostat.

För att få mer byggande med denna teknik så behöver det åtminstone gå plusminus-noll, att man inte förlorar ekonomiskt på det. VA-taxan skulle t.ex. behöva förändras så att man får en större rörlig del. Andra system skulle ju kunna vara att tilldela miljöbonus (energimyndighet, vattenmyndighet) eller söka bidrag för vattenbesparande åtgärder. Då kanske man kan hitta system som inte är så dyra och som fungerar bra.

För Vasakronan väcktes ett intresse som har medfört att Sergelhuset i Stockholm också har byggts med liknande system för regnvatteninsamling (kontorshus, inflyttning 2020-2021). Men eftersom det är en kostnad beror det på vilka projekt som kan ta den kostnaden, om man bygger fler.

Möjligt är att bostadsmarknaden är för pressad ekonomiskt för att kunna ta en kostnad som drar ner projektet ekonomiskt. För kontorshus kan man sälja på lite andra premisser, om en kund vill ha en miljöprofil på sitt kontor kan de vara beredda på att betala för det, t.ex. för att stärka sitt varumärke. Den situationen gäller inte på bostadsmarknaden ännu.

Bilaga 4. Citypassagen i Örebro. Intervju med Hans Halvarsson, Castellum

Örebro 201015

Bakgrund till att Castellum byggde med denna teknik var att de ville göra en ytterligare miljöåtgärning. Det är en miljöbyggnad med solceller, men man ville ha något mer, något som stack ut. Idén kom från en extern konsult hade sett en experimentbyggnad på Chalmers från 90-talet. Planering startade ungefär 2015 och hade inte bakgrund i någon situation med vattenbrist. Men inspirerad av att man ändå skulle vara tvungna att hitta en LOD-lösning för dagvattnet eftersom krav på fördröjning fanns angivet i detaljplanen.

Systemet är ritat av VAP VA-projekt AB och består av uppsamling av regnvatten i brunnar på taket med lövsilar. Regnvattnet leds ned till en dagvattentank på 180 m³ som ligger nedgrävd utanför huskroppen. Vattnet leds sen in till källaren och renas i sandfilter, UV-filter och mikrofilter (1µm), för att sedan ledas till en renvattentank 9 m³. Om det blir för stora flöden till dagvattentanken, bräddas regnvattnet till dagvattennätet. Från renvattentanken pumpas vatten in till byggnaden för spolning av toaletter. Vid brist på regnvatten fylls renvattentanken med dricksvatten från det kommunala dricksvattennätet.

Alla delar av systemet från tak, rör, tankar, pumpar och reningssteg är sådant som finns på marknaden och används normalt vid byggnationer. Det var inga konstigheter, varken med att få tag på material eller installera. I projekterings-fasen blev man uppvaktade av en toalettstolsleverantör som erbjöd toaletter med extra tjock emalj/lasering. Dessa var lite dyrare men skulle vara bättre för den här typen av lösning. Men vid utvärdering bestämde man sig ändå för vanliga konventionella toaletter.

Det har inte gjorts några anpassningar av takmaterial, förutom att man konstaterat att sedumtak är olämpligt pga att det förorenar vattnet med organiskt material. Man är uppmärksam på att undvika att det blir ett fågeltillhåll och man har varit uppmärksam på om det blir mycket träck och döda fåglar för att kunna göra något åt det. Hittills har detta inte varit ett problem. Finns möjlighet att använda fågelskrämmor i så fall.

Huset består av kontor och restauranger. Det finns ca 1200 kontorsplatser i huset samt en restaurang ("mat-torg") i bottenvåningen. Men i verkligheten är beläggningen aldrig 100 %, så det är snarare ca 840 kontorsplatser som är i användning. Det finns 72 toalettstolar i huset. För en spolning går det åt 4 liter vatten. Förbrukningen av spolningsvatten motsvarar ungefär 10 m³/dag för hela byggnaden per arbetsdag.

Att bygga systemet kostade 1,2 miljoner kr. Men det ses ej enbart som en merkostnad. Det hade ändå behövts en annan lösning för att ta hand om dagvatten. Dessutom har systemet medfört en publicitet för Castellum och det skulle kunna påverka hur lätt det är att få hyresgäster till huset. Man kommer inte att tjäna in investeringskostnaden. Driftkostnaden för systemet består av elkostnad till pumpar, UV-lampor, service UV-lampor och filterstrumpor och slamsugning. Under 2019 var den kostnaden 22 674 kr. Vattenbesparingen medför en minskad VA-taxa på 15764 kr, vilket ger en årlig driftkostnad på ca 7000 kr/år. Energianvändningen för 2019 (då var det ej fullbelagt hela året) var ca 7400 kWh.

Vattenbesparingen sedan huset togs i drift har varierat, vilket är naturligt eftersom nederbörden är ojämnt fördelat över året. Men den sammanställda statistiken är också svår att

läsa eftersom inflyttningen skedde successivt under 2019 och alla var på plats först i oktober 2019. För 2020 har det inte heller varit full beläggning pga att många jobbar hemifrån i och med Covid-19.

Vid projektering var den beräknade vattenbesparingen 1400 m³/år.

- 2019: Total vattenförbrukning 2268 m³, vattenförbrukning toalettspolningar 1432 m³, varav regnvatten 1126 m³.
- 2020 (jan-okt): Total vattenförbrukning 2788 m³, vattenförbrukning toalettspolningar 1247 m³, varav regnvatten 659 m³.

Andra drifterfarenheter: vattnet har varierat i färg. I samband med driftsättning av systemet uppkom missfärgning varför man installerade ytterligare ett reningssteg. Utöver sandfilter och UV-ljus satte man dit en ”strumpa”, ett mikrofilter. Färgen blev bättre. Men man ser ändå att den varierar och det finns en antydning till att pollensäsongen har en stor inverkan.

En annan erfarenhet är att i ett framtida projekt skulle man kanske inte ha regnvattenspolning på restauranger. Det är svårare att kommunicera med tillfälliga gäster, även om man har lappar och det går lite ut över restaurang-verksamheten.

Avseende juridik har det varit en helt vanlig byggprocess, det har inte behövts några speciella tillstånd och systemet har kommunicerats tydligt i bygglovet. Bara fått positiva reaktioner från plan- och byggsidan.

Under byggskedet uppkom däremot en diskussion med kommunens VA-avdelning kring att man betalar en lägre VA-taxa när vattenförbrukningen minskar, men att vattnet ändå måste renas. Det fanns också funderingar på att det var fel att ta in regnvatten, då det sen leddes till spillvattennätet (dagvatten får inte kopplas till spillvattennätet). Dessa frågor var bara uppe till diskussion en gång och återkom sen inte. Castellum anser att det borde ses som en positiv lösning för VA-avdelningen. Man har betalat full anslutningsavgift och genom anläggningen överträffas kraven på att reducera inflödet till dagvattensystemet. Det är önskvärt att det finns en systematik i hur kommuner hanterar denna fråga, så att spelplanen blir tydlig oavsett vilken kommun man bygger i och att det inte finns en oro för att det kommer en senare straffavgift.

Det har inte varit eller finns några planer på tillsyn från Miljö – och hälsokontoret. Castellum har på eget initiativ följt upp och tagit prover på vattnet för att säkerställa att det inte är någon fara och redovisat till miljökontoret. Det kan vara en fördel att det är en hög byggnad som gör att det blir mindre damm. Men huset ligger i en trafikerad korsning och intill tågstationen.

För att få fler byggnader med regnvattenspolande toaletterna är det nog viktigt både att sprida kunskapen om tekniken och tanken på att det överhuvudtaget finns som ett alternativ.

Solceller kan man enkelt läsa om i söndagsbilagan eller så har grannen gjort det. Men det här är mer okänt.

På kommunal nivå/Sverige-nivå borde man se över om det finns några legala hinder, och isf ta bort dem. Det behöver finnas en tydlighet så att man som byggare vet vad man har att förhålla sig till.

Det kommer nog aldrig vara aktuellt att införa dessa system i befintliga huskroppar, utan enbart vid nybyggnation. Anledningen till att tekniken byggs in i kontorshus och inte bostadshus kanske beror på att det finns ett större behov av att profilera sig för

kontorsbyggnader. Man bygger inga kommersiella byggnader som inte är miljöcertifierade. I bostadsföretag är det inte riktigt lika viktigt. I kontorsbyggnader är ju kunden en organisation som själva kan ha en hållbarhetspolicy och därmed kan ställa krav, vilket inte boende har.

Sammanfattningsvis har anläggningen givit mycket positiv uppmärksamhet och det har varit många studiebesök. Erfarenheten från hyresgästerna är att det funnits många frågor omkring systemet, men ingen enda har varit negativ till systemet innan och det har heller inte kommit några klagomål. Man kan komma att bygga med samma teknik i framtida projekt.

Bilaga 5. HSB Living Lab. Intervju med Jesper Knutsson, Chalmers.

Telefon 210112

I Göteborg finns ett hus för studentboende som byggts i syfte att fungera som ett forskningslab för forskning på olika boendefrågor. Huset kallas HSB Living Lab och är ett samarbetsprojekt mellan Chalmers och HSB. Huset började planeras 2013 och de första studenterna flyttade in sommaren 2016. Huset har 3 våningar: 1 våning med vanliga lägenheter och 2 våningar med 2 korridorer var, med 6 boende i varje. Totalt sett 29 hushåll i huset. Vilket företag som helst har möjlighet att anmäla sig och genomföra forskning i huset.

Sedan början på 2019 pågår ett försök med rening av vatten från duschar och handfat i syfte att kunna återföra vattnet och använda i duschar och handfat. Deltagare i projektet utöver HSB, är företaget Graytec som står för reningstekniken och Chalmers (Jesper Knutsson).

Systemet är inte så avancerat tekniskt sett. Principen går ut på att separera ut vatten från dusch och handfat och sedan rena detta. Reningen består av mekanisk filtrering (påsfiler 1 µm), kolfilter följt av en jonbytarprocess, ett ultrafilter (0,01 µm, vilket tar bort bakterier och många virus), desinfektion med UV-ljus och hydroxidradikaler som produceras från vattenmolekyler m.h.a. elektroder. Ingen av dessa tekniker är i sig nya, det som är nytt är att de används för recirkulering av vatten inom hushållet. Resultatet blir ett nästan helt avjoniserat vatten. Vilket i dagsläget nästan är lite för rent.

Det reade vattnet lagras i en renavattentank (100 l), som ligger inuti huset, på nedersta våningen i hisschaktet. Därifrån kan det pumpas till användning. En genomströmningsvärmare värmer vattnet. Det finns möjlighet att återanvända det reade vattnet i dusch och handfat. Första gången som någon duschade i återvunnet vatten var på hösten 2019 och de boende har haft möjlighet att prova flertalet gånger. Men mestadels har det reade vattnet till släppts ut till avloppet, eftersom projektets fokus legat på att testa och utvärdera reningsprocessen. Insamling av vatten görs från 8 badrum, men möjlighet till återföringen finns bara till 2 badrum, eftersom fokus legat på att undersöka reningsteknikerna.

Avseende lagringstanken har simuleringar som gjorts visat att man inte behöver så mycket som 100 l om man designar så att man har en tillräcklig kapacitet i reningsanläggningen. Då kan den i stort sett rena och pumpa tillbaka vattnet i samma takt som det används.

Projektet tillkom efter att huset byggts och alla rörinstallationer gjordes alltså i efterhand. Men eftersom huset byggts för att kunna göra utredningar är alla rördragningar gjorda så att de är lätta att komma åt. Förutsättningar var alltså bättre jämfört med i vanliga hus och installation av tekniker passar sig bäst för nybyggnation.

De viktigaste drivkrafterna bakom denna teknik är både återanvändning av vatten och återvinning av värmen i vattnet. Istället för att värmen släpps ut på spillvattennätet kommer det reade vattnet att behöva mycket mindre värme för att värmas upp till duscht temperatur. Vid duschning i kommunalt vatten behöver detta värmas upp från starttemperaturen på ca 12 ° C, emedan det reade vatten har en starttemperatur på ca 25 – 27 ° C. I vanliga fall värms vattnet upp till 60 ° C innan det går till dusch. Den höga temperaturen krävs bl.a. för att det inte ska ske tillväxt av Legionella-bakterier. I projektet pågår dock experiment med att värma vattnet enbart till 50 ° C, detta eftersom vattnet är så väldigt reat (nästan avjonat). Detta

skulle kunna innebära att det inte finns förutsättningar för bakterietillväxt. Detta måste självklart utredas noggrant och verifieras över tid.

För installation av anläggningen krävdes en tillståndsansökan till Miljö- och hälsa i Göteborg. Vissa villkor ställdes, bla att tillse att vattnet har en tillräcklig god kvalitet och att de boende tydligt informeras inför de tillfällen då renat återcirkulerat vatten är påkopplat i deras kranar.

Erfarenheten är att rent generellt kring denna typ av teknik och återanvändning är det ett juridiskt vakuum. Det finns inga normer eller regler kring byggtekniken, ingenting om hur installationer ska se ut. Det rör sig lite på området nu och det borde vara en naturlig fortsättning att det kommer tas fram standarder för vattenkvalitet och byggnadsregler (Boverkets regler) m.m.

Den verkliga vattenbesparingen går inte att säga, eftersom anläggningen till största del använts för utprovning av reningstekniken och att verklig återföring bara skett tillfälligtvis. Men simuleringar har gjorts som visar att vi insamling av vatten från duschar kan man spara 90 % av vatten till duschningen. De 10 % som inte sparas kommer sig delvis av att processen förbrukar lite (backspolning t.ex). Men framförallt är det kommunalt kallvatten som måste blandas in i vattnet för att sänka det 60-gradiga vatten till en dusch-bar temperatur. Mer kallvatten används i handfat så där är vattenbesparingen bara 50 %.

Systemet förbrukar också energi i reningsprocessen och när vatten pumpas tillbaka in i huset. När allt detta är medräknat görs en total energibesparing på ca 60 % av den varmvattenuppvärmningen som går åt till duschvattnet.

Kostnaden för systemet är uppskattningsvis en komponentkostnad på ca 200 000 SEK. Till det kommer installationen. Det är ingen stor merkostnad för installation om den görs vid nybyggnation.

Det finns ännu inte riktigt några drifterfarenheter vad gäller underhåll eftersom det är en pilotanläggning som ännu inte körts i en normal driftsituation. Systemet idag är nog inte heller optimalt för ett system som ska vara i en byggnad där man vill hålla nere driftskostnader och -tid.

För att det ska byggas mer med denna teknik behöver det komma till byggnormer, standarder och regleringar. Det behöver också finnas en validerad teknik, så att man kan visa hur installations- och driftskostnader ser ut. Visa att det finns en tillräcklig mikrobiell säkerhet över lång tid. En motverkande faktor är ju också att det är mycket billigt med vatten.

Den första delen av projektet (finansiering) tog slut hösten 2020. Men ett projekt finansierat av Energimyndigheten kommer att startas upp. Där kommer man att arbeta med frågan på en mer övergripande nivå med att samla in åsikter, intressen och problemställningar kring återanvänt vatten. Kommer även titta på nya tekniska möjligheter. Vad krävs från samhället i stort för att kunna implementera denna tekniken? Deltagare är olika kommuner, VA-huvudmän, universitet, myndigheter, byggherrar och fastighetsbolag.

En stor fråga kring denna teknik är användaracceptans. Det finns ett motstånd och viss ovilja i vårt samhälle att återanvända vattnet. Det finns en äckelfaktor och en typisk tidningsartikel om projektet kan ha rubriken ”Duscha i grannens duschvatten”. I HSB Living Labs hus har inte det problemet funnits så mycket problem de boende från början är medvetna att de deltar i olika utvecklingsprojekt.

Det har nästan varit ett större intresse från andra länder, t.ex. Indien och Kina.

Bilaga 6. Bostadsområde Taberg. Intervju med Max Jensen, Junehem.

Telefon 201002

Junehem är ett kommunalt bostadsbolag. Junehem har upphandlat entreprenör, ska sätta igång med schaktning under hösten 2020.

Max har varit involverade i projektet sedan 2018. Drivkraften är att skapa en hållbarhetsprofil för området som är beläget i skog och nära den populära badsjön, Åsasjön. Det kommer byggas elva st huskroppar och man vill bygga *med* naturen, varför man t ex kommer installera solceller för att spara energi, liksom återanvända vattnet från dusch och tvätt för att spola toaletter.

Beslutet togs att satsa på återanvändning av dusch och handtvättsvatten för att spola toaletter eftersom det var förhållandevis enkelt. Inga särskilda tillstånd behövs, men däremot behöver man räkna med mer service och underhåll för att rensa och byta ut filter. Man behöver också se till att man har rätt ventiler så att inte vatten kan flöda åt fel håll och in i tex lagringstankarna.

Man kommer ha ett system per hus. Det finns reningsteknik mellan dusch och toalett, både i tankarna och i husen. Duschvattnet leds ut till tankar utanför huset och pumpas sedan in för att spola toaletterna. Det kommer också finnas möjlighet att fylla på med ”dricksvatten” om det återanvända vattnet inte räcker till.

Det har varit en utmaning att hitta leverantör för anläggningen. Junehem föreskrev i upphandlingen att man ville ha återcirkulerande teknik. I förprojekteringen togs möjliga koncept fram för området, där var t ex Graytec med för att ge förslag på teknik för återvinning. Totalentreprenören kommer sedan att upphandla företag för den återcirkulerande tekniken.

Junehem ser ingen direkt ekonomisk vinning av att satsa på vattenbesparing, utan man räknar snarare med att satsa cirka 500 000 kr extra per huskropp. Långsiktigt kanske man kan ta hand om ännu mer vatten (tex tvättvatten, köksvatten). Det behövs lite extra energi för pumpar, vilket gör att det är en fördel att använda solceller.

Projektet har i stort bemötts positivt, liksom med viss osäkerhet. Det fanns initiala planer att samla in och använda regnvatten för tex toalettpolning, men blir komplicerat pga frågor kring VA-debiteringssystemet. Därför satsar man istället på att samla in regnvatten för utomhusbruk: bevattning och tvätt av cyklar mm. Denna typ av tvättvatten leds sedan ner i dagvattensystemet.

Överlag bra en erfarenhet! Tipsar om att börja kommunicera med kommunen i god tid, de flesta frågor löser sig med dialog.