CHALMERS

Kartläggning och analys av dricksvattenförbrukning

En kvalitativ och kvantitativ studie på HSB Living Lab

Kandidatarbete inom Samhällsbyggnadsteknik

KARIN BERGROTH
EMMA GREEN BLOMROOS
OLIVIA HOLMSTRÖM
TOVA INGESSON
LINN VERNERSSON
CLARA WALLNER

INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2023
www.chalmers.se

BACHELOR THESIS ACEX11-VT23-93

Survey and analysis of drinking water consumption

A qualitative and quantitative study of HSB Living Lab

Bachelor Thesis for Architecture and Civil Engineering

KARIN BERGROTH
EMMA GREEN BLOMROOS
OLIVIA HOLMSTRÖM
TOVA INGESSON
LINN VERNERSSON
CLARA WALLNER

Department of Architecture and Civil Engineering
CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
Gothenburg, Sweden 2023

Kartläggning och analys av dricksvattenförbrukning
En kvalitativ och kvantitativ studie på HSB Living Lab
Kandidatarbete inom Samhällsbyggnadsteknik

Karin Bergroth
Emma Green Blomroos
Olivia Holmström
Tova Ingesson
Linn Vernersson
Clara Wallner

© Karin Bergroth, Emma Green Blomroos, Olivia Holmström, Tova Ingesson, Linn Vernersson, Clara Wallner, 2023

Kandidatarbete ACEX11-VT23-93
Institutionen för Arkitektur och Samhällsbyggnadsteknik
Avdelningen för Vattenmiljöteknik
Chalmers Tekniska Högskola
SE-412 96 Göteborg
Sverige
Telefon: +46 (0)31-772 1000

Omslag: Fasaden av HSB Living Lab, fotograferat av Emma Green Blomroos.
Göteborg, Sverige 2023

Förord

Denna rapport är en del av kandidatexamen på civilingenjörsprogrammet Samhällsbyggnadsteknik på Chalmers och omfattar 15 högskolepoäng.

Stort tack till vår handledare, Jesper Knutsson, forskare vid avdelningen för Vattenmiljöteknik vid institutionen för Arkitektur och Samhällsbyggnadsteknik, för all hjälp, vägledning och stöttning under arbetets gång. Vidare vill vi tacka vår examinator, Thomas Pettersson, biträdande professor vid avdelningen Vattenmiljöteknik vid institutionen för Arkitektur och Samhällsbyggnadsteknik, för de tips, råd och den expertis han bidragit med.

Vi vill också tacka Madelaine Doufrix, projektkoordinator på HSB Living Lab, för de insikter och informationen hon delgivit om HSB Living Lab samt all hjälp med att organisera intervjustudien. Slutligen, vill vi rikta ett stort tack till de boende i HSB Living Lab för deras deltagande och för att de möjliggjort denna studie.

Karin Bergroth, Emma Green Blomroos, Olivia Holmström, Tova Ingesson, Linn Vernersson, Clara Wallner, Göteborg, maj 2023.

Kartläggning och analys av dricksvattenförbrukning - En kvalitativ och kvantitativ studie på HSB Living Lab.
Kandidatarbete inom Samhällsbyggnadsteknik.
KARIN BERGROTH, EMMA GREEN BLOMROOS, OLIVIA HOLMSTRÖM, TOVA INGESSON, LINN VERNERSSON, CLARA WALLNER.
Institutionen För Arkitektur och Samhällsbyggnadsteknik
Chalmers Tekniska Högskola

Sammanfattning

Med avseende på dagens klimatförändringar och växande befolkning blir det allt viktigare att värna om befintliga vattenresurser. I dagsläget är dricksvattenbrist i Sverige endast periodiska, lokala problem. Däremot är framtidens möjligheter till vattenförsörjning ovissa och bör inte tas för givet.

Kunskap om hur, var och när vatten används i hemmet är idag mycket begränsad. Målet med studien är därför att kartlägga vattenanvändningen i HSB Living Lab och därmed öka förståelsen för hur vatten distribueras i hemmet. HSB Living Lab är ett unikt koncept där bostäder och forskning integrerats och består dels av fristående lägenheter, dels av kollektivt boende. Huset är utrustat med hundratals sensorer som mäter vattenförbrukning, vilka givit den data som ligger till grund för studien.

Vattenförbrukningen har analyserats genom en kvalitativ och kvantitativ undersökning. Den kvalitativa undersökningen innefattade en intervju- och enkätstudie där de boende svarat på frågor om deras vattenanvändning. Den kvantitativa delen omfattade analys av data från alla tappställen i HSB Living Lab. Studien undersöker medelförbrukning, dygnsvariation, veckovariation, årsvariation och varmvattenförbrukning samt skillnader mellan de två boendetyperna. Resultatet jämförs, analyseras och diskuteras utifrån tidigare forskning inom ämnet.

Resultaten för studien visar att vattenförbrukningen följer tydliga mönster över dygnet, veckan och året. Variationerna speglar de boendes levnadsvanor och kopplar samman till de aktiviteter som utförs i hemmet. I studien har en medelförbrukning på 99 liter per person och dag beräknats, vilket är lägre än det vedertagna genomsnittet på 140 liter per person och dag. Resultatet visar att de som bor kollektivt förbrukar mindre vatten i genomsnitt jämfört med de som bor i separata lägenheter. Detta visar sig bero på att de tillbringar mindre tid i hemmet. Vidare klargör resultaten att hygien och matlagning + disk är de förbrukningsområden där mest vatten används. Resultaten visar också att det finns en korrelation mellan den förbrukade mängden varmvatten i dusch och kallvattnets temperatur, samt att förbrukningen ökar vid dusch i lägre utomhustemperaturer.

Slutligen dras slutsatsen att vattenförbrukningen i hemmet håller på att minska. Mer forskning på större urvalsgrupper behöver utföras för att få en djupare förståelse av vattenanvändningen i hemmet. Studien täcker endast dataanalys från 2020 och framåt, vilket innebär att covid-19-pandemin haft signifikant påverkan på resultatet.

Nyckelord: Hushållsvattenförbrukning, levande laboratorium, vattenförbrukningsmönster, vattenanvändning, medelförbrukning, sensordata, kollektivboende, dricksvatten, varmvattenförbrukning.

Survey and analysis of drinking water consumption - A qualitative and quantitative study of HSB Living Lab.
Bachelor Thesis for Architecture and Civil Engineering.
KARIN BERGROTH, EMMA GREEN BLOMROOS, OLIVIA HOLMSTRÖM, TOVA INGESSON, LINN VERNERSSON, CLARA WALLNER.
Department of Architecture and Civil Engineering
Chalmers University of Technology

Abstract

With respect to current climate change and growing population, it is getting increasingly important to protect existing water resources. As of today, shortage of drinking water in Sweden are only periodic, local issues. However, supply is not ensured for future generations and should not be taken for granted.

Knowledge of how, where and when water is used in the home is limited. The aim of the study is therefore to map the domestic water consumption in HSB Living Lab and consequently increase understanding of how water is used within the home. HSB Living Lab is a wholly unique concept where living and research intercept, consisting of both independent apartments and collective living. The building is equipped with hundreds of sensors measuring water consumption, which generated the data this study is based upon.

The water consumption was analysed through both qualitative and quantitative studies. The qualitative study consisted of interviews and a survey with the residents, consisting of questions regarding their perceived water usage. The quantitative analysis was based on sensor data collected in the building. This study covers average consumption, daily, weekly, and yearly variations as well as hot water usage and differences between the types of housing. The results are compared to, analysed, and discussed along with previous research.

The results show that domestic consumption follow distinct patterns over the specified time periods and reflects the habits of the residents. Average consumption per capita is calculated to 99 litres per person and day, which is considerably lower than the conventional Swedish average at 140 litres per person and day. It is shown that the residents that live collectively consume on average less water, in comparison to the residents with individual apartments. This due to them spending less time at home. The categories with the largest consumed volumes are connected to personal hygiene and cooking + dishes. Furthermore, correlation is proved between used volume of hot shower water and cold-water temperature as well as between increased consumption and lower outdoor temperature.

The study concludes that water consumption in the home is decreasing. More research on larger sample groups needs to be carried out to get a deeper understanding of water usage patterns. The study solely covers data analysis from 2020 to 2023, which means that the covid-19 pandemic had a significant impact on the results.

The report is written in Swedish.

Keywords: Domestic water consumption, living lab, water usage patterns, water usage, average water consumption, sensor data, collective living, drinking water, hot water consumption

Innehållsförteckning

1. Inledning ... 1
1.1. Bakgrund ... 1
1.2. Syfte och frågeställning ... 2
1.3. Avgränsningar ... 2
Teori ... 3
2. Metod ... 6
2.1. Besök på HSB Living Lab ... 6
2.2. Kvantitativ undersökning ... 6
2.2.1. Gallring av data ... 7
2.2.2. Antal boende ... 9
2.2.3. Vår- och hösttermin ... 9
2.2.4. Normalisering av volym i diagram ... 9
2.2.5. Årsvariationer ... 9
2.2.6. Varmvattenförbrukning ... 9
2.3. Kvalitativ undersökning ... 10
2.3.1. Enkät ... 11
2.3.2. Intervjuer ... 11
2.4. Etiska aspekter ... 12
3. Resultat och analys ... 14
3.1. Beräknad medelförbrukning per person ... 14
3.2. Jämförelse av kluster och fristående lägenheter ... 15
3.3. Vattenanvändning uppdelat på gemensamt kök och pentry ... 17
3.4. Årsvariation ... 18
3.5. Veckovariation ... 19
3.6. Dygnsvariation ... 22
3.7. Varmvattenförbrukning ... 23
3.8. Enkät ... 26
4. Diskussion ... 27
4.1. Jämförelse av resultat med tidigare studier ... 27
4.2. Skillnader mellan kluster och lägenhet ... 28
4.3. Felkällor kopplade till studieobjekt och urvalsgrupp ... 28
4.4. Brister i den kvantitativa undersökningen ... 29
4.5. Brister i den kvalitativa undersökningen ... 30
4.6. Påverkan av covid-19 ... 30
4.7. Förbättringsmöjligheter och vidare forskning ... 30
5. Slutsats ... 32
Referenser ... 33
Bilagor ...

1. Inledning

Dricksvatten är en vital råvara för människans överlevnad och tillgången till rent vatten tas ofta för givet. Under de senaste årtiondena har Europas befolkning ökat med 10 procent och trenden ser ut att fortsätta i samma takt (Havs och Vattenmyndigheten, 2018). Samtidigt flyttar allt fler människor in till storstäderna vilket ökar påfrestningen på vattenförsörjningssystemen. För att skapa hållbara städer är tillgången till högkvalitativt dricksvatten nödvändigt. Bristande vattenförsörjning ger i längden allvarliga konsekvenser för människors levnadsförhållanden och kan påverka den allmänna säkerheten (Kungl. IngenjörsVetenskapsAkademien [IVA], 2021).

Idag saknar över 2 miljarder människor tillgång till rent vatten (Unicef, u.å.). Med största sannolikhet kommer klimatförändringarna påverka tillgången till rent vatten och göra bristen ännu mer påtaglig. Detta gör det essentiellt att värna om de befintliga vattentillgångarna. Vattenbrist påverkar inte bara människan utan leder också till negativa konsekvenser för växt- och djurliv. Än så länge har Sverige inte haft några omfattande problem med vattenbrist men lokala problem under sommarhalvåret förekommer (Sveriges Geologiska Undersökning [SGU], u.å.). Dessutom är färskvatten en ändlig resurs och i takt med stora klimatförändringar samt en ökad befolkning på jorden finns ingen garanti för tillgänglig vattentillgång i framtiden.

1.1. Bakgrund

Idag använder ett svenskt hushåll i snitt 140 liter vatten per person och dygn (SvensktVatten, 2021). Information om var, när och till vad vattnet används i hushållen är dock mycket begränsad. Genom att öka kunskapen om hur vatten används i hemmet kan de aktiviteter som förbrukar mest vatten identifieras. Därmed ges möjlighet att spara vatten och bevara befintliga resurser samt minska miljöpåverkan från vattenanvändande. Dessutom kan en ökad förståelse om var och när mest vatten används ge konsumenterna en möjlighet att reducera vattenkostnaderna och spara pengar.

I en tid när energikostnaderna ökar och uppvärmning blir allt dyrare ökar även intresset för hur varmvatten används i hemmet (Energimyndigheten, 2022). En minskad varmvattenanvändning kan vara en del i att uppnå de miljömål som Riksdagen fattat kring Sveriges energiförbrukning (Energimyndigheten, 2020). Detta med anledning att varmvatten har en påtaglig inverkan på energiförbrukningen. Dessutom har de senaste årets energikris i Sverige gjort frågan om energibesparing högaktuell då de höga elpriserna påverkat de svenska hushållen avsevärt (Frenker, 2022).

Utöver de ekonomiska och ekologiska fördelar som finns med att utöka nuvarande kunskap om vattenanvändning skulle det också gynna fler forskningsområden. Exempelvis finns behov för denna kunskap vid utformning av dricksvattennät och vattenreningsverk (Leitão et al., 2019; Cominola et al, 2023). För att kunna optimera dimensioneringen av vattendistributionsnätet är det en stor fördel att ha god kännedom om hur vattenförbrukningen varierar över dagen, veckan och året. En stor kunskapslucka är hur mycket kranvatten som förtärs som livsmedel i förhållande till allt vatten som förbrukas i hemmet. Detta är intressant i kontext till hur mycket föroreningar i form av metaller, bakterier och liknande som intas samt vilka hälsorisker som uppstår på grund av detta.

Med cirka 2000 sensorer som mäter allt från vattenförbrukning till energianvändning har HSB Living Lab optimala förutsättningar att utföra forskning och bidra till utveckling inom flera olika forskningsområden (HSB, u.å.-a). HSB Living Lab är ett världsunikt koncept med bostäder för studenter, HSB-medlemmar och gästforskare där forskning för framtidens boende ständigt pågår. Denna forskning inkluderar bland annat gråvatten, snålspolande toaletter och värmeväxlande golvbrunnar. Byggnaden är belägen på Campus Johanneberg på Chalmers Tekniska Högskola och har möjliggjorts genom samarbete mellan flera aktörer. Både levnadsvanor och nya tekniska innovationer kan studeras och testas i byggnaden (Knutsson & Marx, 2016). Ett samarbete mellan Chalmers Tekniska Högskola och HSB Living Lab har tillgängliggjort data och skapat bra förutsättningar för att undersöka hur vattenanvändningen ser ut i hushållen.

1.2. Syfte och frågeställning

Syftet med arbetet är att kartlägga dricksvattenförbrukning och fylla kunskapsluckor som finns inom ämnet. Målet är även att ge en bättre förståelse för hur människan använder dricksvatten både på individnivå och genomgående mönster för den specifika urvalsgruppen. För att uppfylla detta syfte har följande frågeställningar undersökts:

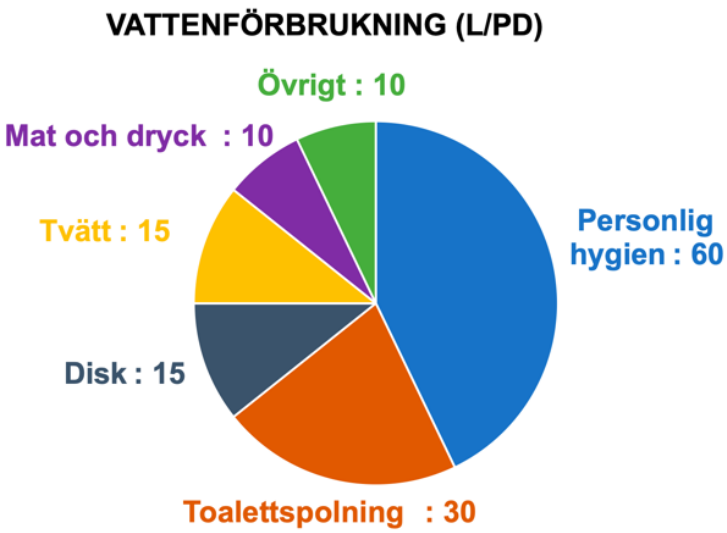
- Hur ser dricksvattenförbrukningen ut totalt samt i genomsnitt per person i relation till tappställe, boendetyp, dygn, vecka och år?
- Vilka aktiviteter används dricksvatten till?

1.3. Avgränsningar

Arbetet har avgränsats till att endast behandla data baserat på de boende på HSB Living Lab. Detta är en signifikant avgränsning då de boende lever i en forskningsmiljö och tillhör en smal sociodemografisk grupp och därmed inte representerar samhället i stort. Det är en liten urvalsgrupp som har betraktats då huset endast rymmer 29 lägenheter där de flesta är bebodda av studenter som alla har en liknande livsstil. HSB Living Lab är inte heller ett vanligt genomsnittligt flerbostadshus på så vis att det är utrustat med ett flertal vattenbesparande produkter. Sedan inflyttning år 2017 har det även utförts olika studier där ytterligare produkter installerats och testats under vissa perioder som haft påverkan på vattenförbrukningen. Detta har ej tagits i beaktning vid dataanalys. Eftersom HSB Living Lab endast varit aktivt sedan 2017 så finns det ingen data registrerad från tidigare år. Vidare analyseras inte all tillgänglig data på grund av tidsbegränsningar i projektet utan fokus i denna rapport ligger på att analysera data från 31 december 2019 till 31 januari 2023, motsvarande totalt 1128 dygn. Rapporten behandlar endast den direkta användningen av dricksvatten som passerar tappställena i HSB Living Lab och exkluderar individernas indirekta vattenanvändning kopplat till produktion av livsmedel och kläder de konsumerar (s.k. virtuellt vatten).

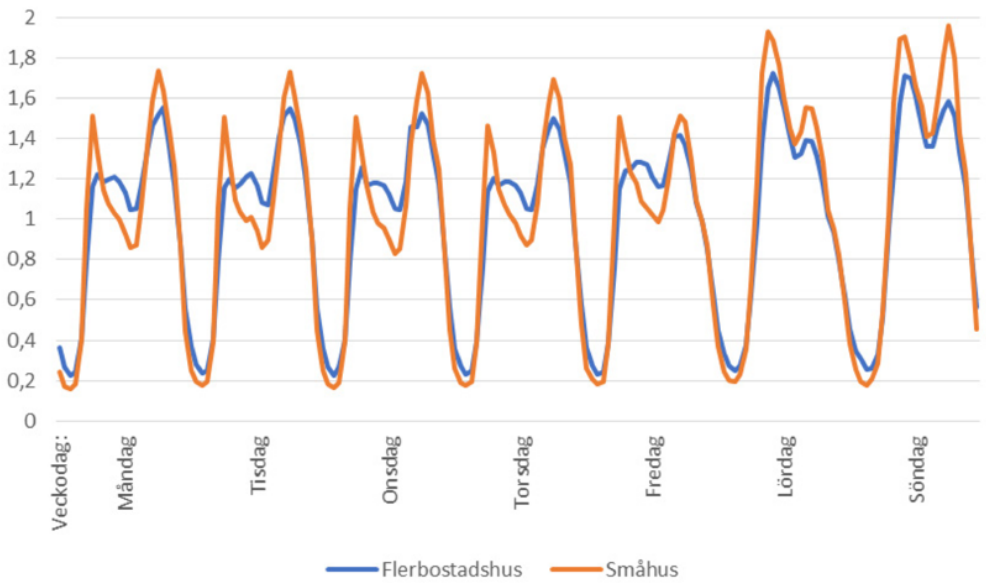
2. Teori

Vattenanvändningen i Sveriges hushåll har ett vedertaget genomsnitt på 140 liter per person och dygn, men användningen minskar successivt och nyare mätningar visar att förbrukningen ligger på runt 130 liter per person och dygn (Segerström, 2022). Eftersom förbrukningen kan variera mycket mellan olika år används snittvärdet på 140 liter tills förbrukningen stabiliserats. Den totala vattenförbrukningen i Sverige minskade med fem procent från 2010 till 2015, där minskningen främst berodde på besparingar inom jordbruk och industrier (Dadvar et al., 2021). Detta beror på att jordbruk och industrier står för majoriteten av det vatten som förbrukas. Vattenanvändningen i hemmet minskade med två procent under perioden och detta beror på ökad miljömedvetenhet samt mer utvecklade vattenförbrukande produkter så som mer effektiva diskmaskiner och vattenbesparande toaletter (Dadvar et al., 2021). Enligt en studie av SvensktVatten används majoriteten av vattnet i hemmet till personlig hygien, följt av toalettspolning (Segerström, 2022). Resterande aktiviteter för vattenanvändning står för 10% eller mindre av den totala förbrukningen. Exakta mängder av respektive vattenanvändningsområde presentas i figur 1 nedan. Likande studier i höginkomstländer visar också att personlig hygien och toalettspolning är de förbrukningsområden som ger upphov till störst vattenförbrukning (Millock & Nauges, 2010). Resterande mängd förbrukat vatten fördelas olika i olika länder.



Figur 1: Genomsnittlig fördelning av total mängd förbrukat vatten per person och dygn i Sverige. Figuren är återgiven med tillstånd från SvensktVatten (Segerström, 2022).

Vidare presenterar Hammarlund et al. (2020) veckovariationen av vattenförbrukningen för hushåll i förhållande till medelårsförbrukningen enligt figur 2. I figuren visas att förbrukningen ökar på morgonen och kvällen samt att vattenanvändningen är högst på helgerna. Studier från andra länder visar liknande mönster med en ökad vattenförbrukning på helgerna (Zhou, S. L. et al, 2002).



Figur 2: Veckovariation för vattenförbrukning i flerbostadshus och småhus i förhållande till årets medelförbrukning. Figuren är återgiven med tillstånd från SvensktVatten (Hammarlund et al., 2020).

Varmvattenförbrukningen har beräknats uppgå till cirka 30% av den totala vattenförbrukningen i hemmet (Meireles et al., 2022). Hur mycket varmvatten som används skiljer sig dock mellan olika hushåll eftersom temperaturen på varmvattnet varierar för olika platser. Den största delen av varmvattnet i Sverige används till bad och dusch, tätt följt av köksblandaren (Energimyndigheten, 2019).

Kunskapen om var, när och hur mycket vatten som används i hushållen är viktigt för att kunna förbättra vattenhanteringen (Cominola et al, 2023). Eftersom det utförts ett begränsat antal studier inom ämnet i Sverige så har även studier från andra länder i världen beaktats. Informationen som presenteras i dessa är relevant men flertalet av länderna har kulturella betingelser och levnadsförhållanden som skiljer sig från de i Sverige. Detta beaktas vid jämförelse av resultaten från dessa studier med resultaten som presenteras senare i denna studie. Till exempel är det i många andra länder vanligt med generationsboenden där familjer bor med sina föräldrar även i vuxen ålder vilket resulterar i fler boende per hushåll (United Nations, 2019). Även tillgången till dricksvatten i hushållet varierar för olika länder och är inte alltid lika lättillgängligt som det är i Sverige.

Många studier visar att sociodemografiska faktorer så som utbildning, kön och ålder har stor påverkan på vattenanvändningen i hemmet (Grespan et al., 2022; Matos et al., 2013, 2014; Millock & Nauges, 2010; Cominola et al, 2023). En annan faktor som påverkar vattenanvändningen är boendesituation, så som antalet boende, åldersfördelningen i hemmet och olika boendeformer (Grespan et al., 2022; Matos et al., 2013, 2014). Det har visats att vattenanvändningen per capita minskar med ett ökat antal boende i hushållen. Vattenanvändningen per person minskar ytterligare då antalet barn i hushållet ökar. Vidare har mönster som visar att unga vuxna använder mer vatten kartlagts.

Samband mellan utbildning och vattenförbrukning har uppmärksammats (Grespan et al., 2022). Å ena sidan har hushåll där de boende har en högre utbildning och lön visat sig ha en större vattenförbrukning jämfört med de som har en lägre lön. Å andra sidan har det visats att icke miljömedvetna, som förbrukar mer vatten än miljömedvetna, ofta utgörs av en grupp med låg inkomst (Gilg & Barr, 2005).

När det gäller priset på vattnet så påverkar det vattenanvändningen på olika sätt. Generellt ger ett högre vattenpris en lägre vattenförbrukning (Sauri Pujol & Corbella, 2009). Däremot följer vattenanvändningen inte den generella trenden för handelsvaror eftersom användningen ofta är oersättlig och därmed inte påverkas i samma grad av en prishöjning. Istället följer priset en oelastisk efterfrågekurva, vilket innebär att den mest grundläggande användningen inte minskar utav att priset ökar, utan påverkar endast den förbrukning som går till vattenanvändande fritidsaktiviteter så som exempelvis trädgårdsvattning och poolfyllning. Hushåll som har en rörlig kostnad för vatten är mer motiverade till att minska sin vattenanvändning jämfört med hushåll som har en fast kostnad för vatten (Millock & Nauges, 2010).

En ytterligare faktor som påverkar användningen av vatten är miljömedvetenhet och attityd till vattenförbrukning i hemmet (Millock & Nauges, 2010). Vid jämförelse av en grupp miljömedvetna och icke miljömedvetna så har det visats att miljömedvetna i högre grad använder sig av vattensparande aktiviteter i hemmet (Gilg & Barr, 2005). Dessa aktiviteter är exempelvis att stänga av vattnet vid tandborstning, sänka temperaturen i duschen samt att inte diska under rinnande vatten. Jämförelsen visade också att gruppen med de icke miljömedvetna till största del bestod av män. Det finns också studier som pekar på att personer som har uppgett sig för att vara miljömedvetna har haft en övertro på sig själva och förbrukat mer vatten än vad de själva trott (Dadvar et al., 2021).

Under covid-19-pandemin påverkades när, var och hur mycket vatten som användes. Den största skillnaden i när vatten användes var att morgonens maximala förbrukning försköts till senare på morgonen. Detta antas bero på att många arbetade eller studerade hemifrån och därmed inte behövde lägga tid på transport till arbetsplats eller skola (Abu-Bakar et al., 2021; Buurman et al., 2022). När det gäller frågan om var vatten användes så visades att vattenanvändningen i hemmet ökade medan den minskade utanför hemmet. Många studier har visat att ökningen beror på att många länder införde restriktioner mot att lämna hemmet, men även uppmaningen om att tvätta händerna oftare (Abu-Bakar et al., 2021; Buurman et al., 2022; Dzimińska et al., 2021). Studierna visar även att ökningen i vattenförbrukning i hemmet låg på mellan ca 3% och 11% beroende på var de utfördes.

3. Metod

Arbetet delades upp i en kvantitativ och en kvalitativ undersökning som utfördes parallellt i syfte att komplettera varandra. Dataanalysen gav information om när, var och hur mycket vatten som förbrukats medan intervjuerna fokuserade mer på att ta reda på vad vattnet används till när det lämnat tappstället. Den kvalitativa analysen är mer beroende av de boendes egen uppfattning och tolkning och ämnar göra rapporten mer nyanserad och djupgående.

3.1. Besök på HSB Living Lab

För att få en inblick i husets koncept och hur de boendes levnadssituation ser ut så besöktes HSB Living Lab. Under rundturen så visades lägenheterna upp och information om var de olika sensorerna är belägna och var de avläses presenterades. Detta besök ökade förståelsen för husets upplägg och gjorde det enklare att relatera till projektet.

I huset finns 29 lägenheter som är fördelade på tre olika våningsplan (HSB, u.å.-b). Två av våningsplanen är i sin tur indelade i två halvor, hädanefter benämnda som kluster. I varje kluster finns sex studiolägenheter á 13 m^2 som alla är försedda med en egen toalett, handfat och ett mindre pentry. En av dessa studiolägenheter står outhyrd som ett visningsexemplar, vilket resulterar i totalt 23 studiolägenheter i byggnaden. Varje kluster har ett gemensamt utrymme utrustat med dubbla (sammanhängande) kök, två diskmaskiner, två badrum med dusch samt sociala ytor. Klustren har utformats för att möjliggöra jämförelse mellan dem och kunna ha kontrollgrupper vid test av ny forskning. Det tredje planet utgörs av fem separata lägenheter, som alla är utrustade med egna kök och badrum och därmed inga gemensamma ytor. Tre av lägenheterna är 83 m^2 och utrustade med egen tvättmaskin. De två resterande lägenheterna är 32 respektive 39 m^2 och hänvisas till en gemensam tvättstudio på entréplan. Tappställenas fördelning i huset visas mer överskådligt i tabell 1. I bilaga 1 visas planritningar över hela byggnaden.

Tabell 1: Förekomsten av tappställen för olika rum i HSB Living Lab. Ett kryss i rutan innebär att tappstället förekommer.

	GEMENSAM TVÄTTSTUDIO	GEMENSAMT INOM KLUSTER	PRIVAT I BOENDERUM KLUSTER	PRIVAT I LÄGENHET
dusch		x		x
tappvatten kök		x	x	x
tvättställ	x	x	x	x
WC-stol	x	x	x	x
tvättmaskin	x			x*

*Kommentar: *Delvis (i tre av fem lägenheter).*

3.2. Kvantitativ undersökning

Den kvantitativa undersökningen sammanställer insamlade data från över 200 vattenmätare i HSB Living Lab. Dessa är av typen vinghjulsmätare med pulsräknare där förbrukningen rapporteras trådlöst var 10:e minut och lagras i en databas. Upplösningen är 0,001 m^3 eller 1 liter och rapporteras kumulativt. Mindre volymer rapporteras först när kumulativ förbrukning överstiger 1 liter.

Varje registrerad datapost innehåller förutom datum, tidpunkt, sensor-ID och volym även information om vid vilket tappställe, lägenhet och kluster som vattnet förbrukats, samt om det är kall- eller varmvatten. Det ursprungliga datasetet innehöll data från 2019-12-31 fram till 2023-02-16, men främst användes data från åren 2020–2022, då de är de mest kompletta dataseten. Dock finns perioder med varierande längd där systemet legat nere och sensordata inte blivit inrapporterat. I de gemensamma köken för respektive kluster och i samtliga privata lägenheter finns diskmaskin installerade. Vattenförbrukningen för denna mäts gemensamt av samma sensor som mäter tappvatten kök och går inte att direkt särskilja. Tre av lägenheterna har egna tvättmaskiner medan boende i de andra två hänvisas till den gemensamma tvättstudion. Detta togs hänsyn till när förbrukning i kluster respektive lägenhet beräknades. Förbrukningen från privata tvättmaskiner summerades med den förbrukning i tvättstudion som beräknades höra till lägenhetsboende. För detta togs en procentsats fram baserat på antalet boende i kluster respektive lägenheter utan tvättmaskin, under antagandet att alla boende tvättar lika mycket.

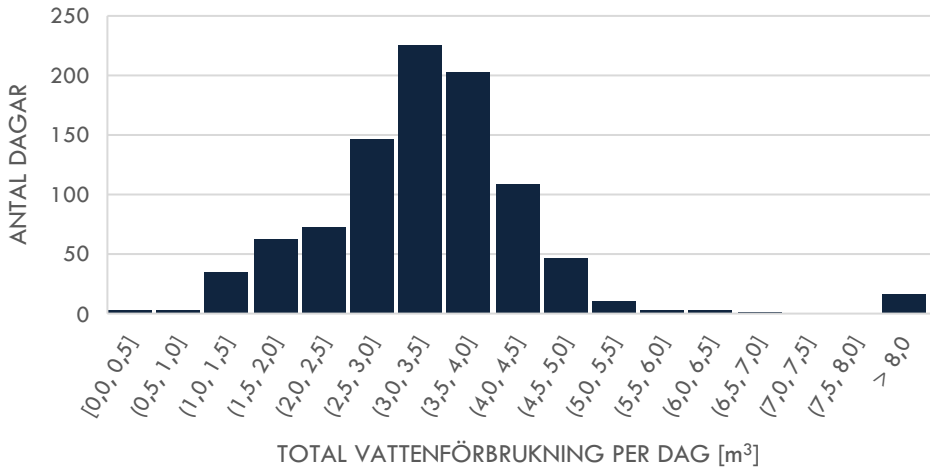
Dataanalysen för vattenförbrukningen utfördes i datorprogrammen Microsoft Excel och SPSS Statistics, där programmens olika funktioner kompletterade varandra. SPSS Statistics användes främst för att sammanställa tabeller till respektive frågeställning med lämpliga variabler. Excel användes sedan vid beräkning av bland annat standardavvikelse och medelvärden samt för att skapa diagram.

3.2.1. Gallring av data

Först och främst lokaliserades och exkluderades icke-realistiska mätvärden för att göra resultatet tillförlitligt. Detta gjordes först genom att sortera ut de datapunkter där vattenförbrukningen överskrider 200 liter under 10 minuter, motsvarande en förbrukning på 0,2 m^3/10 minuter. Dessa värden anses orimligt stora för att kunna bero på faktisk förbrukat vatten under tidsperioden och beror mest troligt på mätfel. Därför exkluderades datapunkterna i fråga helt från alla analyser.

Under vissa dagar finns ingen registrerad data att tillgå på grund av att systemet inte kunnat föra över lokalt lagrad information. När detta sedan åtgärdas registreras all ackumulerad data för tidsperioden i en datapunkt, normalt motsvarande förbrukning under 10 minuter. Detta kan resultera i en orimligt hög registrerad förbrukning precis efter en period utan registrerad data. En stor del av detta exkluderades i och med den grovrensning som beskrivs ovan, men det förekommer en del dataposter som befinner sig strax under gränsen om 0,2 m^3/10 minuter. Dessa värden beror troligen på ovan beskrivna mätfel och kan beroende på frågeställning påverka resultatet. Även andra typer av tekniska fel noterades i rådata. Vissa kortare perioder förekommer där en specifik sensor, ofta för olika WC-stol, registrerat ovanligt hög förbrukning konstant var tionde minut under upp till ett par dygn. De registrerade volymerna är för stora för att kunna bero på någon aktivitet då inte ens konstant toalettspolning skulle orsaka att posterna kommer upp i rätt storleksordning. Därmed kan de endast bero på läckage alternativt tekniska mätfel.

Den totala dricksvattenförbrukningen per dag på HSB Living Lab är till största del normalfördelat kring ett medelvärde men med några extremvärden som avviker kraftigt, se figur 3, och beror troligen på ovan beskrivna mätfel.



Figur 3: Obearbetad bakgrundsdata som visar normalfördelning av total vattenförbrukning per dag på HSB Living Lab.

Utifrån totalsumman per dag beräknades medelvärdet och standardavvikelse för hela populationen enligt följande ekvation 1. Alla dagar som hade en volym större eller mindre än två standardavvikelser från medelvärdet exkluderades vilket var 25 av 946 med avseende på totalförbrukning per dag.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n}} \qquad (1)$$

där: σ är standardavvikelse,
x är ett enskilt observationsvärde
$\bar{x}$ är medelvärde av observationerna
n är antal observationer

Syftet med denna gallring var att exkludera de dagar där systemet registrerat stora ackumulerade volymer efter att ha legat nere. Detta innebär att alla tappställen har en något avvikande stor förbrukning som tillsammans ger en daglig förbrukning som blir betydligt större än normalt. Denna förfining av data ämnar inte ta bort alla avvikande värden som beror på faktiska aktiviteter i hemmet eller av funktionsfel för VVS-installationer. Viss variation för individuella tappställen är önskvärt för att representera verkligheten. Med avseende på totalförbrukning per dag jämnas dessa utstickande värden ut av normal användning för övriga tappställen och exkluderas inte helt för beräkning.

Detta gallrade dataset är underlag för analyser och diagram med några undantag. Dessa undantag inkluderar årsvariationer och varmvattenförbrukning, metoden för de analyser hittas under avsnitt 3.2.5 respektive avsnitt 3.2.6. För veckovariation och dygnsvariation användes datasetet som skapats med metoden ovan, men vid observation exkluderades ytterligare två dagar från datasetet, baserat på ovanligt stora volymer förbrukade utspritt på flertalet tappställen. Detta är mest troligt en konsekvens av att systemet legat nere en period och registrerat den ackumulerade summan vid omstart, men med så pass låga volymer att det inte exkluderats i de tidigare rensningarna.

3.2.2. Antal boende

För de resultat som redovisar snittförbrukning per person uppskattades antalet boende i hela byggnaden till totalt 33 st. I de fyra klustren antogs varje boenderum vara bebott av en person, vilket ger 23 boende i kluster. De fem separata lägenheterna uppskattades vara bebodda av totalt 10 boende.

För att vidare undersöka antalet boende i hela byggnaden undersöktes aktiva lägenheter. En aktiv lägenhet innebär att ett boenderum i kluster eller en separat lägenhet har registrerad vattenförbrukning den aktuella dagen. Antalet aktiva lägenheter summerades för varje dag och användes sedan för att ta fram medelvärden för olika tidsperioder. Detta jämfördes därefter med den procentuella skillnaden i vattenförbrukning mellan vår- och höstterminen för att identifiera eventuella samband.

3.2.3. Vår- och hösttermin

Då vattenförbrukningen är kraftigt beroende av hur många som vistas i bostaden gjordes även en beräkning av medelförbrukning där enbart vår- och höstterminerna evaluerades. Detta på grund av att det är många studenter som reser hem till sina hemstäder utanför dessa perioder och kan därför ur vissa hänseenden ses som mindre representativa. De dagar som inkluderades i denna beräkning är 15 januari till 1 juni (dag 15–152) och 30 augusti till 21 december (dag 244–355) vilket överensstämmer med terminerna för Chalmers Tekniska Högskola.

3.2.4. Normalisering av volym i diagram

De dataset som samtliga diagram baserades på har volym angivet i kubikmeter per tio minuter. När detta summerades blev resultatet förbrukningen för samtliga brukare i den specifika byggnaden. För att presentera tidsvariationer på ett mer representativt sätt, normerades resultaten utifrån periodens medelvärde, vilket gav diagram där graferna visar hur mycket förbrukningen avviker från dess medel under den aktuella tidsperioden. Detta kan enklare appliceras på andra förhållanden, jämfört med byggnadens totala förbrukning.

3.2.5. Årsvariationer

För att öka kunskapen om övergripande mönster för dricksvattenförbrukningen utfördes en analys av årsvariationer. Likt övriga dataset, rensades det från alla dataposter större än 0,2 m^3/ 10 minuter. Setet rensades dock inte vidare med hjälp av standardavvikelsen till skillnad från övriga analyser. Istället beräknades ett typiskt år för att tydliggöra övergripande mönster. Den totala dricksvattenförbrukningen för hela huset för alla dagar med tillgänglig data summerades och medianförbrukningen för varje dag under året beräknades. Median valdes som centralmått i detta fall då det är mer representativt för data med avvikande värden vilket tidigare noterats i rådatan (Statistikmyndigheten SCB, u.å.). För att ytterligare jämna ut fluktuationer beräknades medianen över en tidsperiod om tio dagar. Denna median baserades inte på det beräknade typiska året. Istället representerades varje tidsperiod om tio dagar av en median beräknad utifrån totalförbrukning per dag för alla drygt tre år.

3.2.6. Varmvattenförbrukning

Varmvattenförbrukning i relation till dusch analyserades där data mellan 2020-01-01 och 2023-02-16 användes. Datasetet rensades från alla dataposter större än 0,2 m^3/ 10 minuter. Till skillnad från övriga analyser gallrades datasetet inte med standardavvikelse. Vissa månader saknar rådata helt eller delvis, så som januari 2022, december 2021 och september 2022. Även vissa enstaka dagar saknar data och

den ackumulerade förbrukningen registrerad i efterhand exkluderades då datan annars förväntades kunna bli missvisande.

Medeltemperaturen för dusch beräknades per dag med hjälp av volymen av varm- och kallvatten i relation till respektive temperatur. Båda dessa dataset, gällande vattentemperatur, är uppmätta i HSB Living Lab och innefattar en datapost per dag. Medeltemperaturen för dusch blir således en teoretisk temperatur då platsen i byggnaden där vattnets temperatur uppmätts ej tagits i beaktning. Detta jämfördes sedan med andra variabler så som medel- och maxtemperatur utomhus per dag, varm- och kallvattentemperatur samt förbrukad vattenvolym i liter/person/dag. Utomhustemperaturen per dygn och maxtemperatur per dygn beräknades med data från Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut [SMHI] (u.å.-a, u.å.-b). Antalet liter duschvatten per person och dag beräknades även här, likt årsvariationen i 3.2.2., med hjälp av data framtagen kring medelvärdet av aktiva lägenheter för varje månad.

För att undersöka de olika variablernas korrelation gjordes en tvåsidig bivariat analys i SPSS Statistics med hjälp av Pearsons korrelationskoefficient, rho (r). Korrelationen, r, mellan två variabler kan vara positiv eller negativ och varierar från -1 till 1 där ± 1 innebär fullständig korrelation (Akoglu, 2018). Noll innebär att ingen korrelation alls förekommer. Det är dock viktigt att poängtera att en korrelation inte innebär ett orsakssamband. Det råder ingen direkt konsensus kring språkbruket och tolkningen för värdet av korrelationskoefficienten och därför har tumregeln av Mukaka (2012) används. Denna kan ses i tabell 2, fritt översatt.

Tabell 2: Tumregel för tolkning av korrelationskoefficientens storlek (Mukaka, 2012).

KORRELATIONSVÄRDE	TOLKNING
0,9 till 1,0 (-0,9 till -1,0)	mycket stark positiv (negativ) korrelation
0,7 till 0,9 (-0,7 till -0,9)	stark positiv (negativ) korrelation
0,5 till 0,7 (-0,5 till -0,7)	måttlig positiv (negativ) korrelation
0,3 till 0,5 (-0,3 till -0,5)	svag positiv (negativ) korrelation
0,0 till 0,3 (0,0 till -0,3)	försumbar korrelation

En korrelation är även mer tillförlitlig om den är statistisk signifikant (Akuglo, 2018). Detta beskrivs av p-värdet som visar på sannolikheten att korrelationens styrka är slumpmässig. Ju lägre värde desto lägre sannolikhet att styrkan är på grund av slumpen.

3.3. Kvalitativ undersökning

Den kvalitativa undersökningen utfördes för att öka förståelsen för hur vattnet faktiskt används efter att det lämnat tappstället eftersom det finns begränsad information angående detta. Detta är nödvändigt att veta för att sedan kunna ge exempel på åtgärder för att minska vattenförbrukningen. Undersökningen utformades för att observera befintliga beteenden och ämnades inte försöka påverka de boende till att minska sin vattenförbrukning.

Den kvalitativa undersökningen delades upp i två olika studier med olika syften. Den första delen utgjordes av en enkät utformad för att få svar på var och när mest vatten slösas kopplat till personernas livsstil. Enkäten skickades ut till alla hyresgäster i huset och frågorna baserades på hur

vatten används i hemmet. För att kunna dra slutsatser kring hur livsstilen påverkar vattenanvändningen fick de boende också svara på frågor om deras levnadsvanor. Som nästa del i den kvalitativa undersökningen hölls intervjuer med några av hyresgästerna i huset. Genom att ställa öppna frågor om vad de använder vatten i hemmet till syftade intervjuerna till att besvara vilka aktiviteter som framför allt köksblandaren används till. Dessutom ämnade sig intervjuerna åt att besvara frågor som kräver längre svar och därmed inte passade i enkäten. En annan anledning till att den kvalitativa undersökningen delades upp var för att säkerställa en erforderlig svarsmängd. Enkäten utformades för att på ett enkelt och snabbt sätt samla in svar från så många boende som möjligt. Intervjuerna utfördes för att få grundligare svar och öka förståelsen för hur vattnet mer exakt används i hemmen. Genom att erbjuda två olika sätt att svara ökade chanserna för att få in svar.

3.3.1. Enkät

Enkäten gjordes i Google Formulär och bestod utav 21 frågor för de boende att svara på. Information om enkäten publicerades på hyresgästernas Facebooksida och informationslappar med en QR-kod till enkäten sattes upp i huset och lades i de boendes brevlådor. Första frågorna i enkäten gav en bild av personen som svarade i form av ålder, utbildning och sysselsättning. Därpå fick de boende svara på när de befinner sig i sina lägenheter och vilka perioder de inte gör det. Frågorna belyste boende över sommar och jul, arbete hemifrån och annan frånvaro på en månad. Resterande frågor behandlade hur de boende använder sitt vatten i hemmet genom att undersöka hur ofta eller huruvida de utför olika aktiviteter som förbrukar vatten. I bilaga 2 visas enkätens utformning i form av frågor och svar.

Viktiga aspekter att ta hänsyn till vid utformning av en enkät är att anpassa språket för den betänkta målgruppen samt att formulera frågor och svarsalternativ på ett sätt så att de inte går att misstolka (Bertram, 2009). Detta gjordes genom att använda raka och tydliga frågor utan något komplext språk. Vidare ställdes objektiva frågor som inte hade som avsikt att påverka svarsresultatet. För att svaren i enkäten inte skulle spegla eventuella värderingar och på så vis ge oärliga svar angående hur vattnet används förtydligades i beskrivningen det faktum att det inte läggs någon värdering i vad de boende svarar i enkäten. En annan aspekt som är viktig att betrakta vid utformningen av en enkät är att svarstiden inte bör överstiga 30 minuter och därför bör inte antalet frågor vara fler än 40 till 50 (Bertram, 2009). Detta riktmärke följdes då enkäten utformades eftersom den bestod av 21 frågor och uppskattades ta ca 10 minuter att besvara. En fördel som finns vid användning av enkät är att det är en metod som utan att lägga för mycket tid på kan samla in många svar snabbt (Bertram, 2009). Det är även positivt att respondenterna har tid att tänka igenom varje fråga innan den besvaras samt att de är anonyma och på så sätt vågar svara helt fritt.

Nackdelar med enkäter är bland annat att de ofta kan ge bortfall i resultaten. Dessa bortfall kan handla om att respondenterna inte förstår språket, eller att de har svårigheter att läsa eller skriva. Enkäten för denna studie utformades på svenska eftersom den absoluta majoriteten av urvalsgruppen antogs ha tillräckliga kunskaper inom språket. Ytterligare en nackdel med enkäter är att det inte finns en möjlighet för respondenten att fråga om en fråga är otydlig.

3.3.2. Intervjuer

Inbjudan till intervjuerna skickades ut till de boende i samband med enkäten på både Facebook och via informationslappar i huset. Detta gjordes en vecka innan det första intervjutillfället. Hyresgästerna fick möjlighet att boka en intervjutid genom applikationen Doodle där intervjutiderna fördelades över två eftermiddagar under vecka 10. För att optimera förståelsen av hur vattnet används

ämnades att utföra så många intervjuer som möjligt men på grund av tidsbegränsning samt en begränsad urvalsgrupp erbjöds tolv intervjutillfällen. För att öka chansen för deltagande på intervjuerna fick alla som ställde upp en biobiljett. Eftersom ingen valde att boka de utsatta tiderna ändrades metoden. Istället tillfrågades de boende om att göra en intervju väl på plats under de ursprungligen utsatta intervjutiderna. Intervjuerna genomfördes i det öppna utrymmet på bottenplan i HSB Living Lab. Intervjuerna utfördes muntligt där tre personer från gruppen var närvarande varje tillfälle. Frågorna behandlade bland annat hur de boende använder vattnet i köket samt om de tror att deras vattenanvändning påverkas av att forskning utförs i deras hemmiljö. Frågorna som ställdes finns bifogade i bilaga 3.

Intervjuer brukar delas upp i öppna och strukturerade, där öppna intervjuer går ut på att informanterna berättar fritt medan strukturerade har en förbestämd uppbyggnad och bestämda frågor som ställs. Den intervjuformen som valdes var en semistrukturerad intervju, vilket även är det som är vanligast (Dalen, 2015). Semistrukturerade intervjuer utgår från förbestämda frågor men anpassar följdfrågorna utifrån de svar som fås under intervjun. Denna metod valdes eftersom den ansågs mest lämplig för att genom ett öppet samtal med intervjuobjekten uppnå syftet med studien. Innan intervjuerna utfördes gjordes en guide på hur den skulle gå till. Först introducerades ämnet och syftet med intervjun förklarades. Därefter informerades intervjuobjektet om att personen kommer att vara anonym i rapporten samt att alla uppgifter raderas efter avslutat projekt.

Den första frågan som sedan ställdes var en öppen fråga om hur vattenanvändningen i det delade köket ser ut. Utifrån de svaren som erhölls ställdes sedan olika följdfrågor. Följande frågor gick ut på att ytterligare beskriva vattenanvändningen i köket men även att jämföra den med vattenanvändningen i pentryt. Resterande frågor handlade om huruvida det finns något samband mellan vattenförbrukningen och tidpunkter på året, veckan eller dygnet samt ifall boendesituationen påverkar. Vid utformning av intervjufrågor finns det en del kriterier som bör uppfyllas för att studien ska vara kvalitativ (Dalen, 2015). Dessa kriterier handlar om att frågorna ska vara tydliga och inte kunna missuppfattas eller vara ledande. Det är också viktigt att frågorna inte kräver att intervjuobjekten har någon förkunskap inom ämnet eller att frågorna är för känsliga för att intervjuobjekten ska vilja besvara dem. Efter att intervjuguiden var färdigställd så utfördes en testintervju, vilket är något som krävs för att intervjun ska kunna bli så bra som möjligt (Dalen, 2015). Under testintervjun så upptäcktes några brister som rättades till innan de riktiga intervjuerna utfördes.

Enligt boken *Handbok i kvalitativa metoder* så är en erforderlig svarsmängd för en intervjustudie sex till åtta personer eftersom säkerheten i svaren ökas och resultatet blir oberoende av enskilda personers svar (Ahme & Svensson, 2015). Deltagarantalet på åtta personer går därmed i linje med vad som rekommenderas. Med tanke på att det dessutom är ett begränsat antal på kring 30 boende i huset så accepteras antalet deltagare.

3.4. Etiska aspekter

De etiska aspekterna beaktades i denna rapport då både personliga kvalitativa och kvantitativa data analyserades. Med hänsyn till de etiska aspekterna anonymiserades alla intervjuobjekt och all data kopplad till de boende raderas efter avslutat projekt. Detta för att känslig information inte skall spridas. I samband med den kvalitativa delen av projektet utfördes endast en intervjustudie och inte en påverkansstudie för att på så sätt minimera påverkan på de boendes levnadsvanor. Trots detta fanns en risk att de boende på HSB Living Lab påverkades av studierna. Med tanke på att intervjuobjekten

själva valt att bosätta sig i ett levande laboratorium ansågs den kvalitativa och kvantitativa hanteringen av personliga uppgifter vara etiskt försvarbar.

För att säkerhetsställa att de etiska aspekterna beaktades på rätt sätt så fylldes en checklista för etik och integritet i. Detta var viktigt eftersom den data som behandlades i projektet kunde vara känslig för de boende om den skulle spridas. Utöver detta så gjordes även en konsekvensbedömning enligt GDPR för projekt som genomförs i HSB Living Lab. Denna bedömning innehöll uppgifter om vilka personuppgifter som samlas in, hur de hanteras, vilka risker som finns och vilka åtgärder som vidtagits för att minska riskerna.

Vid utförandet av den kvalitativa studien betraktades och togs hänsyn till etiska aspekter. Dels så följdes dataskyddsförordningen GDPR vid utförandet av intervjuer och enkäter. Den enda persondatan som samlades in från de boende var deras lägenhetsnummer, ålder och namn. Lägenhetsnumren samlades in för att kunna koppla samman den kvantitativa datan med den kvalitativa medan namnen samlades in under intervjuerna för att kunna erbjuda de medverkande varsin biobiljett som kompensation för deltagande. I början av utförandet av intervjuerna och enkäterna så informerades de boende om att den data de bidrar med kommer att presenteras helt anonymt samt att den kommer raderas efter avslutat projekt.

4. Resultat och analys

Nedan följer en sammanställning av resultaten från den kvalitativa och den kvantitativa studien. Sammanställning av resultaten från intervjuerna presenteras tillsammans med tillhörande resultat från dataanalysen. All data som ligger till grund för diagram och tabeller har gallrats enligt metoder som beskrivs under avsnitt 3. Där presenteras även information om hur den kvalitativa studien har utformats och utförts.

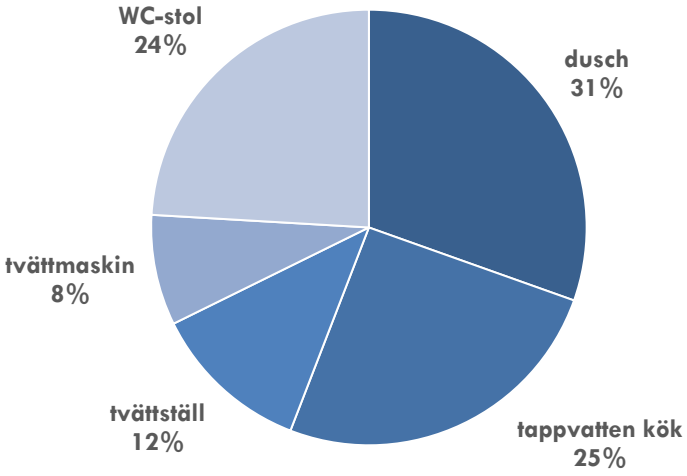
4.1. Beräknad medelförbrukning per person

Medelförbrukning för de boende i HSB Living Lab beräknas till 99 liter per person och dag. För åren 2020 till 2023 varierar snittförbrukningen med cirka ± 15 liter vid jämförelse av respektive år, se tabell 3. Vid exkludering av data från sommaren och kring årsskiftet där förbrukningen är betydligt mycket lägre under flera veckors tid, uppgår den dagliga förbrukningen till 109 liter per person. De dagar som inkluderas stämmer överens med vår- och höstterminen för Chalmers Tekniska Högskola där större delen av de boende studerar. Skillnaden för snittförbrukning under hela året och enbart vår- och hösttermin med alla år som underlag är statistiskt signifikant med ett p-värde $< 0{,}001$ beräknat utifrån Student t-test.

Tabell 3: Medelvärde av vattenförbrukning för respektive år i liter/person/dygn med standardavvikelse angivet inom parentes.

ÅR	HELA ÅRET [liter/person/dygn]	ENBART VÅR- OCH HÖSTTERMIN [liter/person/dygn]
2020	115 (23)	119 (20)
2021	90 (23)	99 (19)
2022	92 (28)	106 (17)
2023	100 (26)	112 (19)
alla år	99 (27)	109 (21)

I figur 4 redovisas procentuell fördelning av dricksvatten för de olika tappställena dusch, tappvatten kök, tvättställ, tvättmaskin och WC-stol. Dusch är den största andelen följt av tappvatten kök och WC-stol. Under intervjuerna uppger flertalet boende att långa duschar och disk under rinnande vatten är de aktiviteter de själva anser att de slösar mest vatten på. Att slösa vatten definierades i detta fall som vatten som inte tillgodoser våra grundläggande behov.



Figur 4: Cirkeldiagram som beskriver andel av totalförbrukning som brukas vid olika tappställen. De olika kategorierna innefattar, i storleksordning: dusch, tappvatten kök (blandare och diskmaskin), WC-stol, tvättställ (badrum) och tvättmaskin.

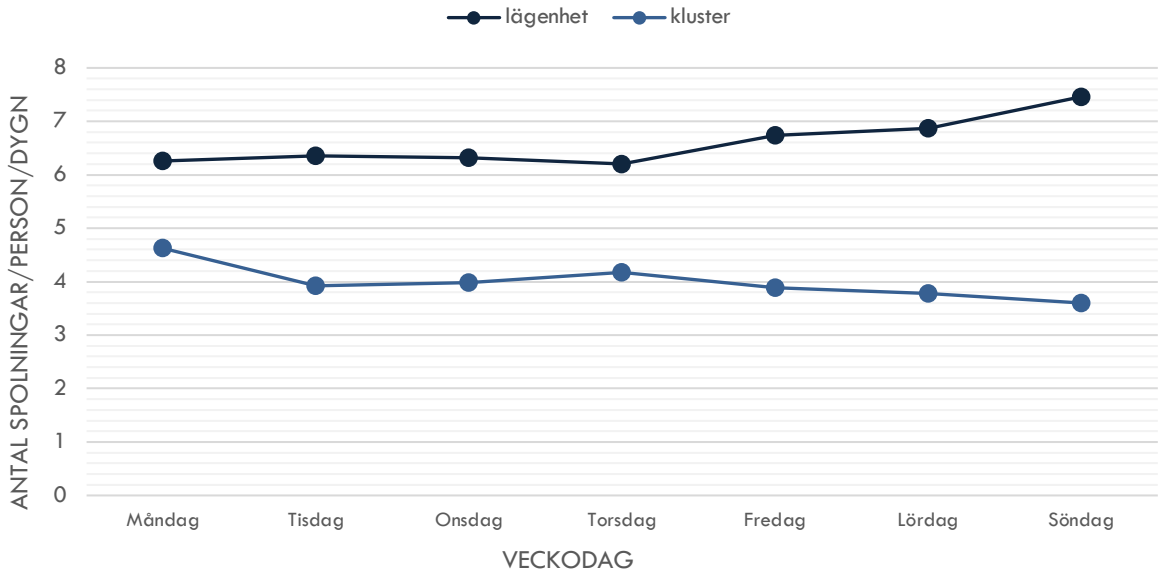
4.2. Jämförelse av kluster och fristående lägenheter

Vid jämförelse av hur vattenförbrukning över hela året påverkas av boendetyp visar resultatet att de som bor i kluster har en lägre snittförbrukning (87 liter/person/dag) jämfört med de som bor i egen lägenhet (120 liter/person/dag), se tabell 4. Detta kan jämföras med medelförbrukning för hela huset om 99 liter per person och dag. Skillnaden för kluster och lägenhet jäntemot hela byggnaden är statistiskt signifikant med ett p-värde < 0,001 beräknat utifrån Student t-test. I tabellen visas även att lägenhet har högre förbrukning än kluster och hela byggnaden för alla tappställen förutom tvättställ, där förbrukningen är marginellt större för kluster. I intervjuerna uppgav en person som bor i kluster att personen tar kortare duschar just på grund av att den delar badrum med andra som också kan vilja duscha. Detta kan vara en anledning till att vattenförbrukningen för dusch för de som bor i kluster är lägre jämfört med de som bor i egna lägenheter. En annan aspekt som kan påverka är att de som bor i kluster har ett gemensamt kök där de diskar tillsammans och delar diskmaskin, vilket en annan person uppgav under intervjun. Dock, trots den förhållandevis låga förbrukningen, uppger flera boende i kluster att de anser att de förbrukar mer vatten jämfört med tidigare boenden eftersom de betalar fast pris för vattnet i HSB Living Lab och därmed inte påverkas ekonomisk av sin användning.

Tabell 4: Medelförbrukning per boendetyp och tappställe, angivet i liter/person/dygn med standardavvikelse inom parentes. Detta avser förbrukningen för hela året.

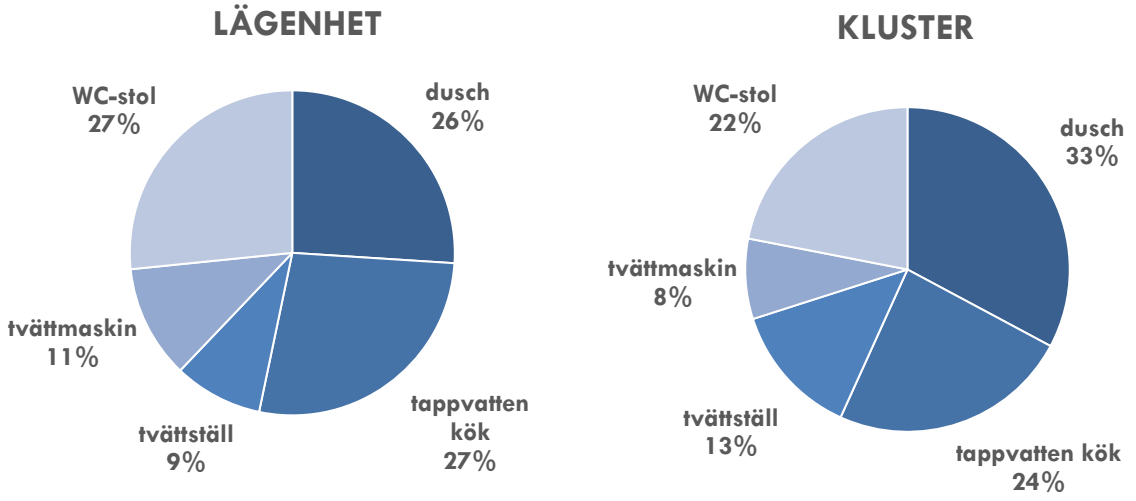
TAPPSTÄLLE	LÄGENHET [liter/person/dygn]	KLUSTER [liter/person/dygn]	HELA BYGGNADEN [liter/person/dygn]
dusch	32 (19)	29 (13)	30 (11)
tappvatten kök	33 (13)	21 (8)	25 (7)
tvättställ	11 (5)	12 (5)	12 (6)
tvättmaskin	11 (4)	6 (5)	8 (5)
WC-stol	33 (12)	19 (8)	24 (8)
total	120 (41)	87 (29)	99 (27)

En ytterligare aspekt som kan ligga till grund för den noterade lägre snittförbrukningen i kluster kan vara mindre tid tillbringad i hemmet. En indikator på att de boende i kluster tillbringar mindre tid hemma är att de har en lägre förbrukning från WC-stol. Detta eftersom det är en vattenförbrukande aktivitet som sker kontinuerligt under dagen. Användningen sker även utanför hemmet, till skillnad från exempelvis tvättmaskin som kan antas ske enbart i hemmet. Figur 5 presenterar antal spolningar i WC-stol per person och dag i snitt under veckans dagar, för att visa på hur levnadsmönstren skiljer sig mellan de boende som har kollektivt boende eller egna lägenheter. En spolning är definierad som förbrukning om 5 liter, se bilaga 4. Primärt kan en högre allmän förbrukning ses i lägenheter vilket tyder på att hyresgästerna tillbringar större andel av sin tid hemma. Detta skulle också kunna vara en effekt av fel uppskattat antal hyresgäster i lägenheterna. Variationen över veckan är motsatt för de två boendetyperna, där förbrukningen ökar under helgerna i lägenheterna medan de minskar i klustren. Återigen är detta ett resultat av att de boende som har egna lägenheter tillbringar mer av sin tid hemma på helgerna än under den resterande veckan, medan de som bor kollektivt verkar tillbringa sina helger utanför hemmet i större utsträckning. Detta stödjs av att flertalet av de som bor i kluster har uppgett i intervjuerna att de ofta är borta på helger. Inga av de som bor i de fristående lägenheterna medverkade i intervjuerna och därför kan ingen slutsats dras för dem.



Figur 5: Antalet spolningar i WC-stol per person och dygn fördelat över veckan och uppdelat beroende på boendetyp.

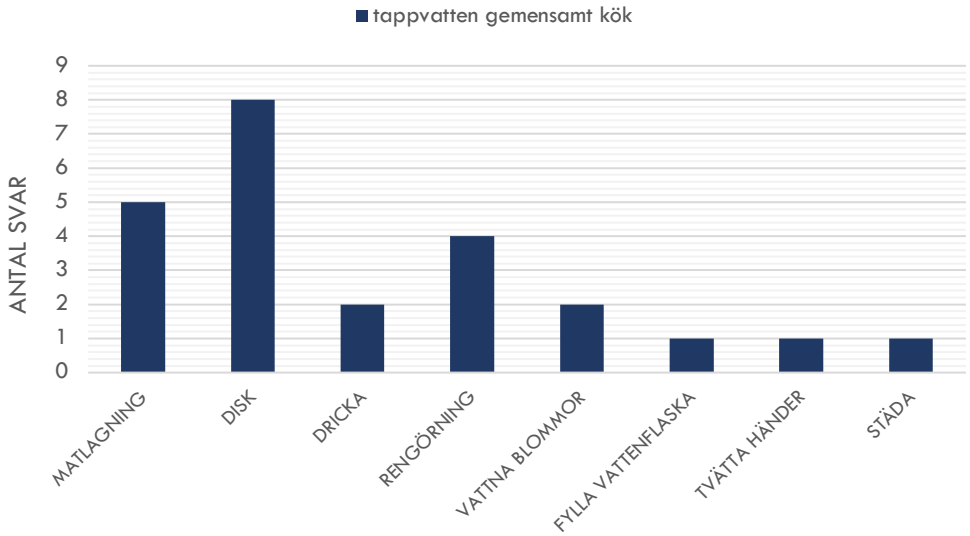
I figur 6 redovisas att viss skillnad finns vad gäller vattenförbrukningens procentuella fördelning för kluster respektive separata lägenheter. Figuren visar att lägenheterna har en högre andel förbrukning för WC-stol, tvättmaskin och tappvatten kök jämfört med kluster. Andelen för dusch och tvättställ är däremot störst för kluster. Likt i analysen av figur 5 och tabell 4, är detta med stor sannolikhet en följd av olika beteendemönster för hyresgästerna i de olika boendetyperna. 3 av 5 fristående lägenheter har egna tvättmaskiner vilket förenklar användning och förklarar delvis varför en större del av förbrukningen går till den posten. Kluster har som redan etablerats en lägre andel av vattenanvändningen i anknytning till WC-stol men desto större andel för duschvatten. Även om det är möjligt att duscha på andra platser, i anslutning till träning eller liknande, är det en aktivitet som vanligtvis sker i hemmet. Detta stärker resultatet att boende i kluster tillbringar mindre tid i hemmet och deras vattenförbrukning blir främst till aktiviteter som inte kan göras i andra sammanhang.



Figur 6: Cirkeldiagram beskrivande andel av totalförbrukning som används per tappställe, till vänster för lägenhet och till höger för kluster.

4.3. Vattenanvändning uppdelat på gemensamt kök och pentry

Resultat från intervjuer visar att vattnet i köket används till olika ändamål av olika personer. Sammanställning av olika aktiviteter för tappstället i köket presenteras i figur 7 nedan. Resultatet från intervjustudien visar endast de aktiviteter som de boende svarat att de använder vattnet i köket till och hur många som har uppgett att de utför varje aktivitet. Detta baseras på totalt 8 intervjuer med boende, samtliga från klusterboende. Majoriteten har svarat att de diskar, lagar mat och rengör medan enstaka personer nämner de andra användningsområdena för vattnet i köket. Rengöring syftar till avtorkning av bord- och bänkytor medan städning innebär att moppa och dammtorka. Flertalet intervjuobjekt anger att de handdiskar stora köksredskap och att de endast diskar tallrikar och dylikt i diskmaskinen. Andra uppger dock att de endast diskar för hand.

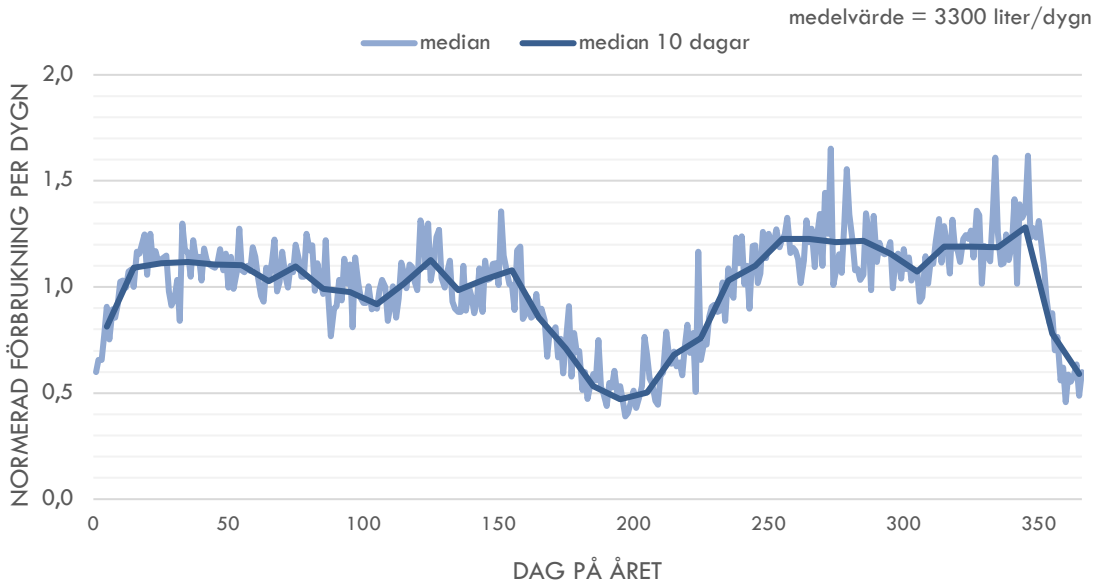


Figur 7: Antal personer som under intervjuerna har uppgett att de utför en viss aktivitet i tappstället i det gemensamma köket. Totalt svarade åtta personer på frågan.

I intervjuerna framkommer även att de boendes användning av vatten från det gemensamma köket kontra privat pentry varierar. Vilket tappställe som de boende uppger att de nyttjar mest av dessa är ungefär jämnt fördelat. Resultat från dataanalysen visar dock att i klusterboenden används köksblandaren i boenderummet mer frekvent och förbrukningen totalt sett är i snitt 24% högre jämfört med det gemensamma köket, detta motsvarar ungefär 2,3 liter per person och dag. Däremot brukas större volymer per tillfälle i det gemensamma köket, 3,7 liter jämfört med 3,0 liter per tillfälle i boenderummet. Detta påverkas dock av att tappstället i det gemensamma köket registrerar förbrukning från köksblandaren och diskmaskinen gemensamt.

4.4. Årsvariation

Årsvariation för den totala vattenförbrukningen redovisas i figur 8. I figuren syns både en daglig medianförbrukning och en medianförbrukning över 10 dagar som ytterligare jämnar ut fluktuationer och visar övergripande mönster för hela året. Generellt varierar dricksvattenförbrukningen mycket från en dag till nästa vilket syns ännu tydligare i diagram för individuella år och olika tappställen, se bilaga 5. Stapeldiagram över vattenförbrukning för olika tappställen över månader ges i bilaga 7, inkluderande totalförbrukning, snittdag och procentuell fördelning.



Figur 8: Median, över ett respektive tio dygn, som visar dricksvattenförbrukning under året. Förbrukningen presenteras i förhållande till ett beräknat dagligt medelvärde i liter per dygn för hela byggnaden.

Den generella bilden för alla tappställen i huset är att förbrukningen går ner under sommaren samt över jul och nyår. Detta kan förklaras med att många av de boende lämnar hemmet under dessa perioder för att bo på annan ort. Analysen stärks av den information som framkommit under intervjuerna då majoriteten svarat att de åker hem till sina hemstäder under dessa månader. Dessutom är antalet aktiva lägenheter betydligt lägre i huset under dessa perioder vilket åter styrker teorin om att vissa lägenheter stått tomma. Därmed anses minskningen i juni-augusti och december inte representera den generella vattenförbrukningen i ett flerbostadshus. Däremot kan den vara mer representativ för ett flerbostadshus med studenter.

Förutom dessa uppenbara variationer noteras andra genomgående mönster för den totala dricksvattenförbrukningen under året. På vårterminen (dag 15–152) är förbrukningen något lägre än under höstterminen (dag 244–355). Detta mönster är genomgående även vid beräkning av genomsnitt för de olika perioderna för respektive år. I tabell 5 finns en sammanställning av procentuell ökning av förbrukningen från vår till höst, samt antalet aktiva lägenheter för perioderna. För mer detaljerad tabell se bilaga 6. Tabellen nedan visar att skillnaden i antalet boende under vårtermin respektive hösttermin till viss del påverkar den noterade ökningen. Detta kan ses för år 2021 där både antalet aktiva lägenheter och vattenförbrukningen ökar från vår- till höstterminen. Dock noteras även en ökning av vattenförbrukningen på hösten under 2020 och 2022, där antalet aktiva lägenheter är samma eller till och med lägre för till höstterminen. Detta visar att antalet boende endast delvis kan förklara ökningen och kan visa på en faktiskt ökad vattenförbrukning per person under höstterminen i relation till vårterminen.

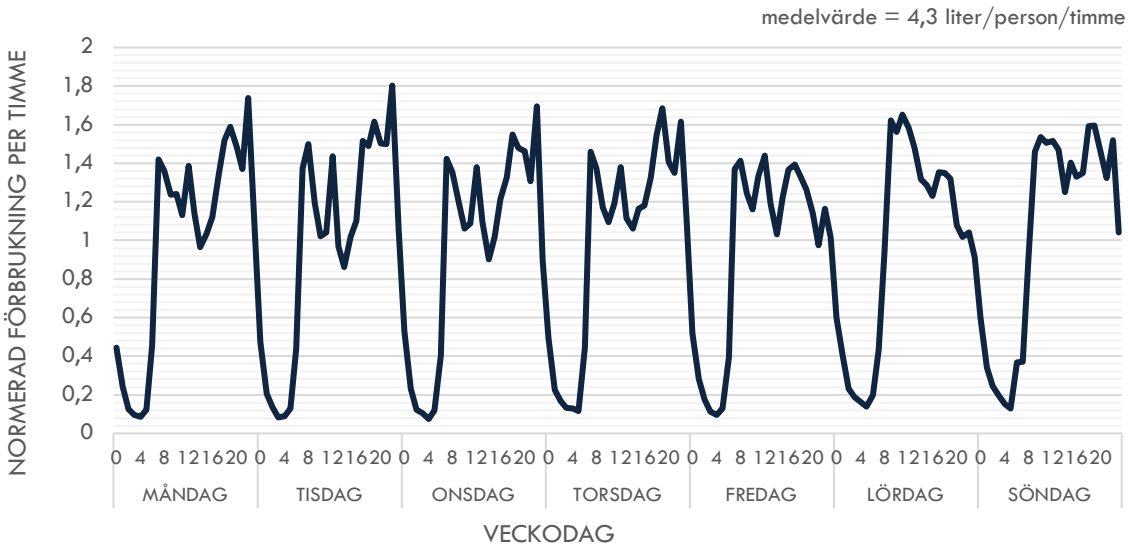
Tabell 5: Procentuell ökning av vattenförbrukningen mellan vår- och hösttermin samt antalet aktiva lägenheter i snitt per dygn för respektive termin.

ÅR	procentuell ökning av vattenförbrukning VÅR- TILL HÖSTTERMIN	antal aktiva lägenheter VÅRTERMIN	antal aktiva lägenheter HÖSTTERMIN
2020	+ 11%	24	24
2021	+ 21%	18	23
2022	+ 3%	25	24
alla år	+ 11%	22	24

När de boende upplystes om säsongsvariationerna under intervjuerna så uppgav flera av dem att det kan finnas ett samband mellan en högre vattenförbrukning under hösten kontra våren då de tillbringar mer tid av dygnet hemma på hösten. Detta går i linje med analysen av medelförbrukning per tappställe per månad som visas i bilaga 6. Där syns att under höstmånader ökar totalförbrukningen för främst dusch, WC-stol och tappvatten kök, där framförallt WC-stol kan indikera att fler boende har tillbringat mer tid i huset. Tvättmaskin däremot befinner sig på ungefär samma förbrukning i stort sett alla månader och står därför för en procentuellt större andel av förbrukningen under sommaren när övriga tappställen minskar. Detta kan dock också förklaras av att de boende som under intervjuerna har uppgett att de bor på HSB Living Lab under sommaren, också uppgett att de tvättar fler maskiner då eftersom kläder tenderar att bli smutsiga snabbare då.

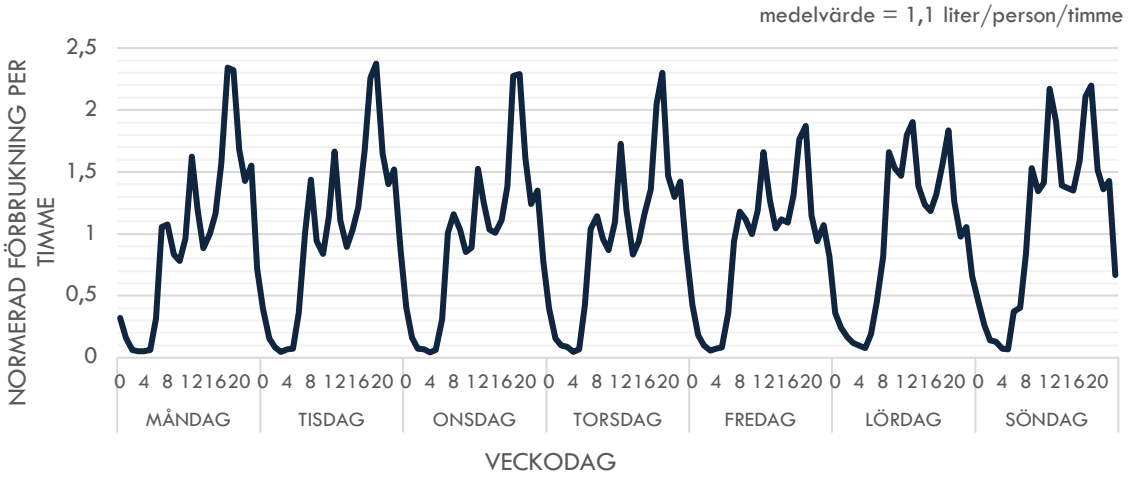
4.5. Veckovariation

I figur 9 redovisas varje timmes medelförbrukning under en vecka, angivet i förhållande till hela veckans medelvärde per timme. I figuren noteras att förbrukningen för veckodagarna har toppar under morgonen och kvällen medan den är lägre under dagen. Under helger är förbrukningen däremot mer utspridd under hela dagen. Trots antagandet om att förbrukningen borde öka under helgen då mer tid kan tillbringas i hemmet vid ledighet från skola eller jobb, visar diagrammet endast en knapp ökning. I intervjuerna uppgav några boende att de ofta är borta på helgen vilket delvis kan förklara varför ökningen inte är lika signifikant som väntat.

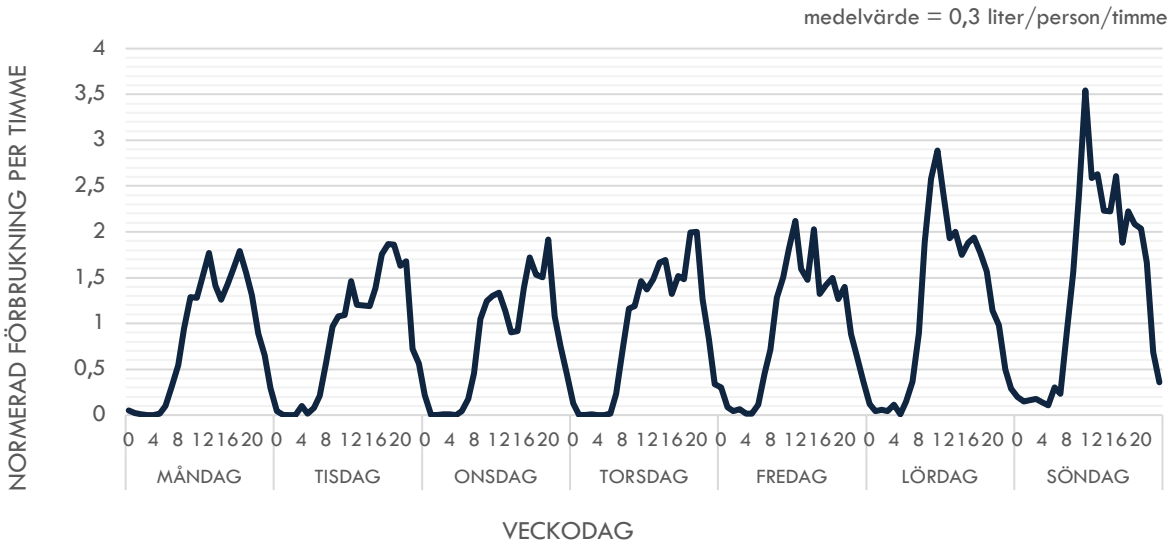


Figur 9: Medelförbrukning per timme och veckodag i förhållande till medelvärde. Förbrukning för alla boendetyper och alla årets dagar är inkluderade.

Nedan redovisas medelförbrukning för tappvatten kök och tvättmaskin per timme under en vecka, se figur 10 respektive figur 11. Diagram för övriga tappställen finns i bilaga 8. Noterbart i diagrammen nedan är att de följer olika veckomönster. Då tappvatten kök minskar på helgen, ökar istället tvättmaskin. För tappvatten kök noteras toppar under veckodagar mellan klockan 07 och 09 på morgonen, vid klockan 12 på dagen samt klockan 19 på kvällen. På helgdagar är användningstoppen under morgonen senarelagd till klockan 10. Tiderna korrelerar med normala tider för måltider motsvarande frukost, lunch och middag, samt standardschema för Chalmers Tekniska Högskola. Dessutom är topparna under fredag och lördag kväll betydligt lägre än resten av dagarna. Tvättmaskin däremot ökar betydligt under helgen när fler är lediga och har möjlighet att tvätta. Detta har även uppmärksammats under intervjuerna där flera personer uppgav att de oftare städar och tvättar på helgen. Observera att diagrammen är som funktion av deras eget medelvärde, vilket betyder att deras storleksordning inte är relativa till varandra och de är därför inte jämförbara. De visar endast hur förbrukningen varierar med tid. För jämförelser av storleksordning mellan tappställen, se figur 12.

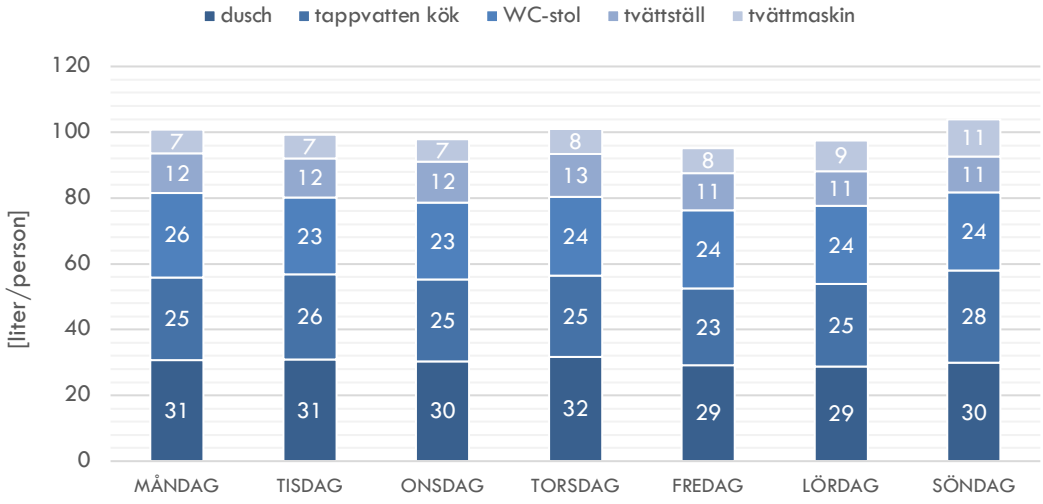


Figur 10: Medelförbrukning för tappvatten kök per timme och veckodag i förhållande till tappställets medelvärde. Förbrukning för alla boendetyper och alla årets dagar är inkluderade.



Figur 11: Medelförbrukning för tvättmaskin per timme och veckodag i förhållande till tappställets medelvärde. Förbrukning för alla boendetyper och alla årets dagar är inkluderade.

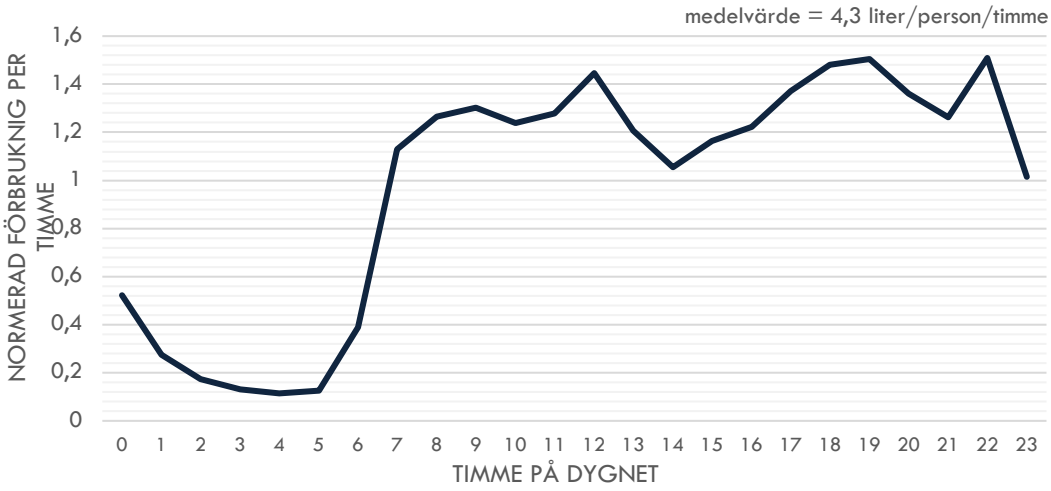
Som nämnt under avsnitt 4.1 är snittförbrukningen per person i HSB Living Lab 99 liter per person och dag. Vid beräkning av snittförbrukning per veckodag noteras viss variation för detta, där fredag har lägst förbrukning med 95 liter och söndag högst med 104 liter per person. Vid analys av tappställe noteras att söndagens ökning främst kommer från tappvatten kök och tvättmaskin. Minskningen under fredagen är mer generell för alla tappställen förutom tvättmaskin som ökar något. Hur fördelningen ser ut för respektive dag och tappställe visas i figur 12. Utifrån resultat från intervjuerna så är det rimligt att det sker en ökning för just tappvatten kök och tvättmaskin under söndagar då flera av de boende uppger att de städar och tvättar mer på helgen.



Figur 12: Medelförbrukning dricksvatten per tappställe och veckodag. Förbrukning för alla boendetyper och alla årets dagar är inkluderade.

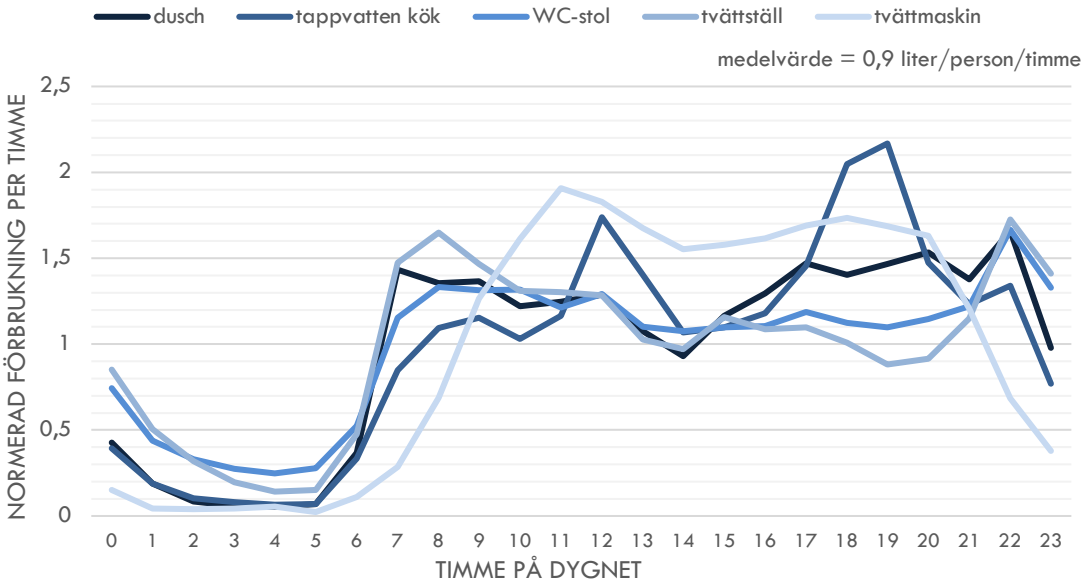
4.6. Dygnsvariation

Medelvärdet av den totala vattenförbrukningen per timme under ett dygn som andel av medelvärde presenteras i figur 13. Störst förbrukning kan ses vid klockan 12, 18–19 samt 22, medan förbrukningen mellan klockan 23 och 07 är under medel. Utifrån svar från intervjuerna har en generell bild upprättats över hur vattenanvändningen för en dag ser ut. Där uppger de boende att de använder vatten till frukost, tandborstning och i vissa fall ansiktstvätt och dusch på morgonen. De flesta boende är inte hemma över dagen och använder därmed inget vatten i huset under den tiden. När de kommer hem på kvällen lagar de mat, diskar och duschar. De som är hemma över dagen använder vatten till matlagning över lunch.



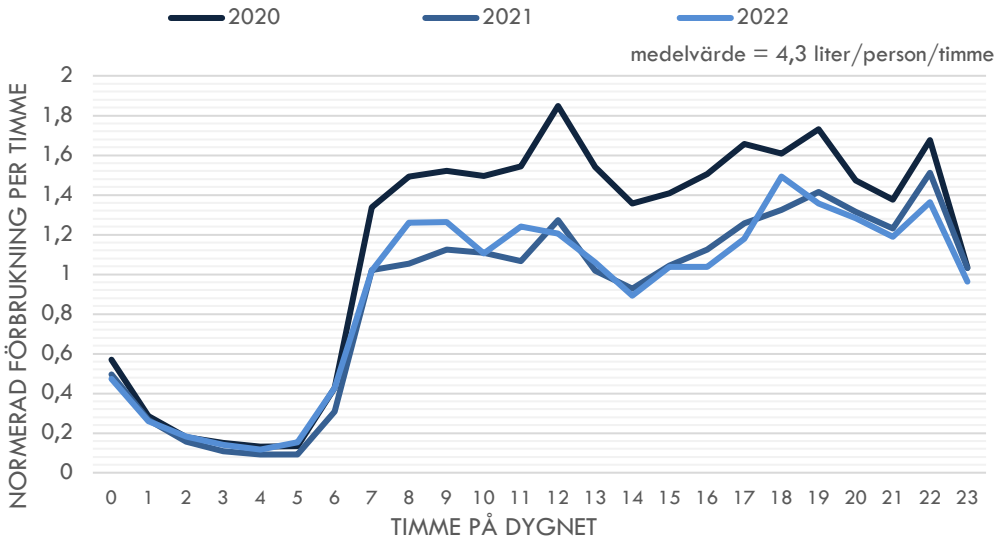
Figur 13: Medelförbrukning per timme i förhållande till medelvärde. Förbrukning för alla boendetyper och alla årets dagar är inkluderade.

Hur vatten används vid olika tappställen kan ses i figur 14. I figuren visas att duschen används mest på morgonen runt klockan 7 och på kvällen 17–22, vilket stämmer väl överens med den bild som framkommit under intervjuerna då flertalet svarat att de duschar innan skolan på morgonen eller innan de går och lägger sig på kvällen. Ett intervjuobjekt svarade att vederbörande alltid duschar klockan 22, vilket kan bidra till toppen i diagrammet vid denna tidpunkt. Tappvattnet i köket har två tydliga toppar per dygn. Den första sker klockan 12 och kopplas därmed samman med normala lunchtider för jobb och skola. Nästa topp varar mellan klockan 18–19 på kvällen vilket stämmer väl överens med när de boende svarat att de lagar middag på kvällen. Förbrukningen för tvättmaskin är mycket jämn mellan klockan 10–20 och näst intill obefintlig mellan klockan 00–06. Under natten är samtliga förbrukningar minimerade, med WC-stol som största förbrukningspost. I bilaga 9 visas dygnsvariationen för de olika tappställena separat.



Figur 14: Medelförbrukning per timme och tappställe i förhållande till ett gemensamt medelvärde för samtliga tappställen. Förbrukning för alla boendetyper och alla årets dagar är inkluderade.

Förbrukningen var avsevärt högre år 2020 jämfört med resterande år, se figur 15. Från klockan 6 på morgonen till klockan 01 på natten ligger förbrukningen högre under 2020, medan medelförbrukningen för 2021 och 2022 följer ett gemensamt lägre genomsnitt. Formen på graferna följer varandra väl för alla tre år vilket indikerar att samma mönster kvarstår oavsett storleksordning. Den ökade förbrukningen under 2020 är med största sannolikhet en effekt av covid-19 och som resultat av mer tid spenderad i hemmet.

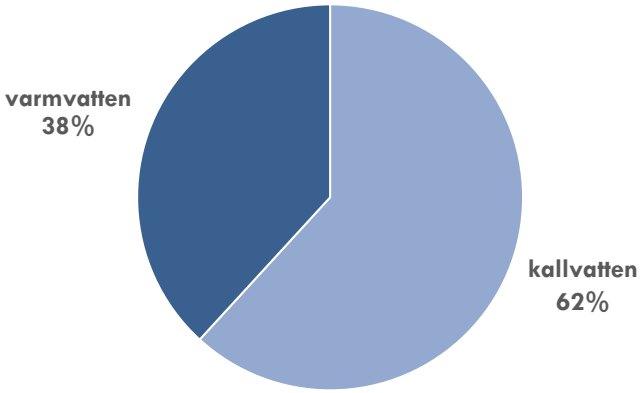


Figur 15: Medelförbrukning per timme på dygnet i förhållande till medelvärde av åren 2020–2022. Förbrukning för alla boendetyper och alla årets dagar är inkluderade.

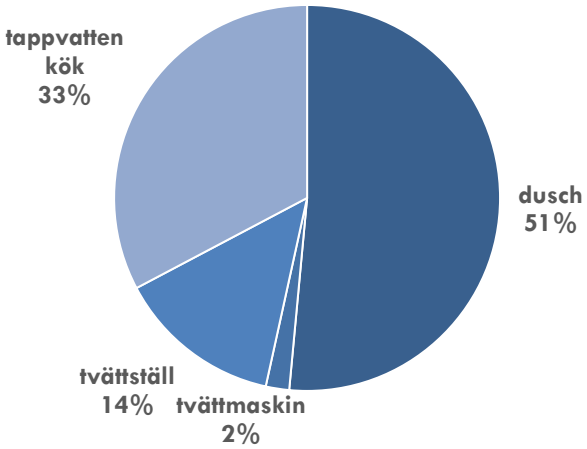
4.7. Varmvattenförbrukning

Förhållandet mellan förbrukat varm- och kallvatten redovisas i figur 16. Där presenteras att 38% av vattenförbrukningen utgörs av varmvatten medan kallvatten står för 62%. Detta innebär att varje

person i snitt förbrukar knappt 38 liter varmvatten per dag. Hur varmvattnet förbrukas med avseende på tappställe visas i figur 17. Figuren visar att det största bruksområdet är dusch, som står för drygt hälften av varmvattenförbrukningen, följt av tappvatten kök som står för en tredjedel.



Figur 16: Procentuell fördelning av förbrukat varm- och kallvatten. Förbrukning för alla boendetyper och alla årets dagar är inkluderade.



Figur 17: Procentuell fördelning av förbrukat varmvatten per tappställe. Förbrukning för alla boendetyper och alla årets dagar är inkluderade.

Medelvärdet för duschtemperaturen över ett helt år är 37,7°C. Uppdelat över årstider fås 38,0°C för vinter, 37,2°C för vår, 37,6°C för sommar och 37,9°C för höst. I intervjuerna uppger vissa att de duschar mer när det är varmt ute medan andra uppger att de duschar varmare och mer på vintern. I tabell 6 framgår att det finns en statistiskt signifikant korrelation mellan medeltemperatur av dusch och maxtemperaturen utomhus. Detta hade kunnat stödja påstående gällande att några boende påstod sig duscha varmare då det är kallare utomhus. Däremot är korrelationen (-0,072) så pass liten att den anses vara försumbar. Den variabel som har starkast korrelation med medeltemperatur för dusch är varmvattentemperaturen, vars korrelationskoefficient (0,677) visar på en måttlig positiv korrelation, se tabell 6.

Tabell 6: Pearsons korrelationskoefficient för medeltemperatur av duschvattenförbrukning per dag i relation till olika temperaturer, N=942.

	VV	KV	MEU	MAU
medeltemperatur dusch (MD)	0,677**	0,020	-0,041	-0,072*
varmvattentemperatur (VV)		0,116**	0,047	0,002
kallvattentemperatur (KV)			0,891**	0,872**
medeltemperatur ute (MEU)				0,977**
maxtemperatur ute (MAU)				

*Kommentar: *Korrelationen är statistiskt signifikant med p-värde på 0,05-nivån (tvåsidig)*
***Korrelationen är statistiskt signifikant med p-värde på 0,01-nivån (tvåsidig)*

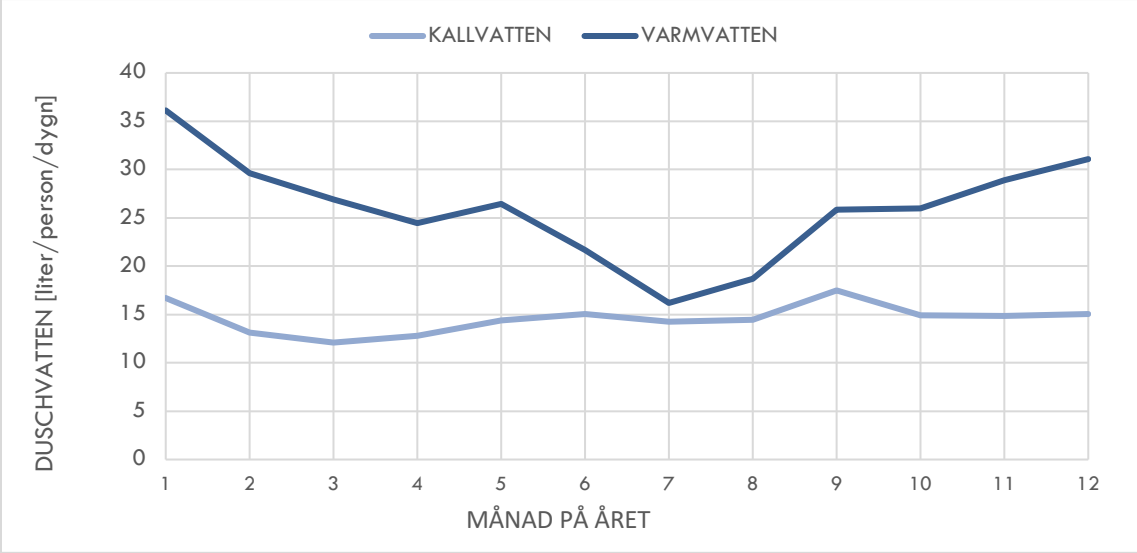
I tabell 7 nedan hittas återigen en koppling till intervjusvaren, då vissa sade sig duscha längre tid då det är kallare utomhus. Förbrukad volym per person och dag har en signifikant svag negativ korrelation med både medel- och maxtemperatur ute, vilket innebär att lägre utomhustemperaturer ger högre förbrukning.

Tabell 7: Pearsons korrelationskoefficient för liter per person och dag för duschvatten i relation till temperaturtyper, N=942.

	MD	MEU	MAU
liter/person (l/p)	0,084**	-0,336**	-0,356**
medeltemperatur dusch (MD)		-0,041	-0,720*
medeltemperatur ute (MEU)			0,977**
maxtemperatur ute (MAU)			

*Kommentar: *Korrelationen är statistiskt signifikant med p-värde på 0,05-nivån (tvåsidig)*
***Korrelationen är statistiskt signifikant med p-värde på 0,01-nivån (tvåsidig)*

Figur 18 visar att volymen förbrukat varmvatten per person och dag är högre under de kallare månaderna i jämförelse med de varmare. Detta förklaras delvis genom att kallvattnets temperatur är varmare under sommaren och det krävs således mindre varmvatten för att upprätthålla en lagom duschtemperatur. Detta styrks med variablernas korrelationskoefficient, -0,48.



Figur 18: Förbrukning av kall- respektive varmvatten presenterat i liter per person och dygn.

4.8. Enkät

Enkätstudien resulterade endast i två svar från de boende och i bilaga 2 redovisas de svar som erhölls. De svarande har en ålder mellan 20–25 år och studerar båda på Chalmers Tekniska Högskola. Antal dagar de studerar hemifrån varierar mellan 2–4. De boende uppger att de utövar fysisk aktivitet 3–4 gånger i veckan och duschar 6–11 gånger i veckan. Båda svarar att de stänger av kranen när de tvålar in sig under dusch. Svaren visar att en stor andel av den disk som sker, sker för hand, delvis under rinnande vatten. Endast 1–2 tvättmaskiner körs i månaden. De svarande uppger att de inte bor i sina lägenheter under jul, däremot bor en av de två kvar under sommaren. Båda boende uppger att de spolar kranen för att vänta på kallt vatten när de ska dricka samt att de stänger av kranen när de borstar tänderna. På grund av att så få boende svarat på enkäten kan inga generella slutsatser dras med hjälp av enkäten.

5. Diskussion

Resultaten från den kvantitativa och kvalitativa undersökningen ger en överensstämmande bild av vattenförbrukningen i HSB Living Lab. Nedan diskuteras likheter och skillnader med tidigare studier samt svagheter och förbättringsområden med undersökningen. Mer specifikt analyseras hur HSB Living Lab och den utvalda gruppen påverkat resultaten. Vidare diskuteras hur covid-19 påverkat resultaten samt förslag om vidare forskning.

5.1. Jämförelse av resultat med tidigare studier

Jämfört med vedertaget medelvärde om 140 liter per person och dag är resultatet för projektet betydligt lägre med 99 liter per person och dag med viss variation för olika boendetyper och tidsperioder (Segerström, 2022). Detta kan bero på vattensparande tekniska innovationer som finns installerade på HSB Living Lab, större medvetenhet och specifika levnadsmönster hos de boende. Den lägre förbrukningen går i linje med den stabiliserande trend som tyder på en lägre förbrukning för samhället i stort.

Vissa likheter finns vid jämförelse av den fördelning SvensktVatten tillhandahåller som syns i figur 1 och den för projektet framtagna i figur 6 (Segerström, 2022). Summan av *Mat och dryck* samt *Disk* är jämförbart med *Tappvatten kök* och är båda 25 liter. Övriga poster är lägre för HSB Living Lab. Procentuellt störst skillnad är *Tvätt* med 15 respektive 8 liter för de olika diagrammen. För personlig hygien skiljer sig förbrukningen med 18 liter. *Toalettspolning* och *WC-stol* står för 30 respektive 24 liter för de olika studierna. En anledning till att förbrukningen för dusch och toalettspolning är lägre på HSB Living Lab kan vara de tekniska innovationer som finns installerade. Snålspolande toaletter och duschar som återanvänder så kallat gråvatten är exempel på installationer som använts permanent eller en kortare period.

Fortsatta likheter mellan studiens resultat och tidigare forskning av SvensktVatten kan ses i figur 2 och figur 9. De två diagrammen som visar förbrukningsvariation över veckan är mycket lika i både form och storleksordning, även om studien av SvensktVatten är utförd på både flerbostadshus och småhus. Detta tyder på att även om detta arbete är utfört med en smal urvalsgrupp under mycket singulära omständigheter så stämmer övergripande beteendemönster överens med övriga befolkningen. Vissa skiljaktigheter noteras mellan de två diagrammen, som exempelvis endast marginellt ökad förbrukning under helger, högre förbrukning under lunchtid och senarelagd förbrukningstopp under kvällen i HSB Living Lab. Andra studier presenterar ett tydligare samband för ökad förbrukning under helgen, både i Sverige och utrikes (Hammarlund et al., 2020; Zhou, S. L. et al, 2002). Denna skillnad beror på faktumet att HSB Living Lab delvis är ett kollektivboende, se avsnitt 4.2. De som bor i kluster tillbringar mer tid utanför hemmet, speciellt under helger, vilket ändrar förhållandet mellan förbrukning på vardagar och helger. Om endast veckoförbrukningen för de enskilda lägenheterna observeras så stämmer förbrukningsmönstret bättre överens, med tydligt ökad förbrukning under helgen, se figur 5.

Varmvattenförbrukningen på HSB Living Lab uppgår till 38%, vilket är högre jämfört med tidigare studier som visat 30% (Meireles et al., 2022). Detta är sannolikt av att det är färre som bor i lägenheterna under sommaren och därmed finns det mindre data från den tidsperioden. Eftersom en lägre utomhustemperatur ger en högre duschtemperatur och en mindre mängd data finns att tillgå från de varmaste månaderna så höjs därmed den genomsnittliga varmvattenförbrukningen. Däremot är fördelningen av tappställen lik, där dusch står för den största delen följt av tappvatten kök.

Vid översiktlig analys av resultaten noteras att förbrukning orsakad av tvättmaskin skiljer sig avsevärt från övriga tappställen med avseende på periodicitet. För årsvariationer är den stabil medan övriga är säsongsberoende, och över veckan ökar den till helgen när övriga bibehålls eller minskar. Tvätt är en aktivitet som inte sker dagligen men i stort sett alltid i hemmet. Övriga tappställen är mer flexibla vad gäller plats men sker istället dagligen i större utsträckning. Förbrukningsmönster för resterande tappställen är mycket lika, med toppar vid mestadels sammanfallande tidpunkter, med tvättmaskin som undantag. Detta väcker frågan om periodicitet eller aktivitetsfrekvens påverkar andra vattenförbrukande aktiviteter och deras förbrukningsmönster.

5.2. Skillnader mellan kluster och lägenhet

Resultatet visar på statistiskt signifikanta skillnader i vattenanvändning mellan kluster och lägenhet. Boendetyperna skiljer sig framför allt vid vattenanvändning från tappställena benämnda tappvatten kök, WC-stol samt tvättmaskin. Klusterboende förbrukar generellt knappt hälften så mycket vatten per person via tvättmaskin jämfört med boende i separata lägenheter. Detta kan bero på att tvättmaskinen är mer lättillgänglig i lägenheterna och att de boende därför tvättar oftare. Skillnaden för tappvatten kök kan bero på att de boende i lägenhet inte behöver ta hänsyn till andra boende och därför använder köket oftare vilket förbrukar mer vatten. Som nämnt i avsnitt 5.1 så beror skillnader i förbrukning till stor del på boendeförhållande. De som bor i kluster förbrukar en mindre mängd vatten per dag i hemmet och förbrukningen minskar under helger. För de som bor i de individuella lägenheterna är förbrukningen generellt högre och istället ökar förbrukningen under helger. Dessa skillnader beror framför allt på mindre tid tillbringad i hemmet. Däremot kommer de som bor i kluster troligtvis förbruka vatten på andra platser i större utsträckning. Därmed behöver inte deras totala dygnsförbrukning av vatten nödvändigtvis vara lägre än för de som bor i separata lägenheter. Studien kan endast slå fast att förbrukningen i hemmet är lägre för de som bor i kluster då den inte tar hänsyn till vattenförbrukning utanför hemmet.

Vattenförbrukningen per person och dag för WC-stol skiljer sig markant mellan kluster och lägenhet, dock följer inte tvättställ samma mönster. Detta är något oväntat då ett ökat antal spolningar av WC-stol borde medföra en ökad vattenförbrukning vid tvättställ. Förbrukningen vid dessa två tappställen bör undersökas ytterligare för att kunna säkerställa skillnaderna och orsakerna till dessa.

5.3. Felkällor kopplade till studieobjekt och urvalsgrupp

Konceptet i HSB Living Lab har försvårat möjligheten att studera enskilda individers vattenanvändning med tanke på att majoriteten av de boende har gemensamt kök, badrum och tvättmaskin. Därmed går det inte att säkerställa vilken person som utgör vilken aktivitet vilket innebär att alla resultat visar generella mönster hos de boende. Dessutom är HSB Living Lab inte ett genomsnittligt flerbostadshus utan det är utrustat med flera vattenbesparande produkter som bidrar till en lägre förbrukning av vatten än standard. Vidare är urvalsgruppen homogen då majoriteten av de boende är studenter vilka alla har en liknande livsstil som skiljer sig från gemene man. Tidigare forskning visar att sociodemografiska förhållanden påverkar vattenanvändningen (Grespan et al., 2022; Matos et al., 2013, 2014; Millock & Nauges, 2010; Cominola et al, 2023). Generellt kan antas att studenter har en högre medvetandegrad om miljöpåverkan samt vattenresurser och att de därmed förbrukar en mindre mängd vatten. Målet med studien var att intervjuerna i kombination med data skulle möjliggöra en kartläggning av en persons användning under en dag eller vecka, men husets utformning gjorde detta svårt att utföra. Resultaten i studien är därmed svårt att applicera på en medelsvensk bosatt i ett flerbostadshus men det kan däremot vara ett bra underlag för hur vatten förbrukas i ett studentboende.

På grund av HSB Living Labs förutsättningar har flertalet forskningsprojekt genomförts i byggnaden under de år som studien beaktar. Dessa projekt har ämnats åt att undersöka hur olika tekniska åtgärder som till exempel gråvatteninsamling och värmeväxlande golvbrunnar påverkar vatten- och energianvändning. Baserat på slutrapporterna från projekten ska flertalet av dem påverkat vattenanvändningen under perioder men på grund av bristande information om projektens exakta tidsspann har påverkan inte kunnat undersökas noggrannare. De flesta av projekten har däremot bedömts ha en liten påverkan och därför anses denna felkälla inte ha påverkat det slutgiltiga resultatet mer än minimalt.

Det finns även viss osäkerhet vad gäller antalet boende i HSB Living Lab. De 23 klusterlägenheterna har i stort sett varit uthyrda under hela tidsperioden i fråga och sannolikt varit bebodda av endast en person var. För de övriga lägenheterna finns större osäkerhet. Då storleken varierar för dessa kan antalet boende i dessa inte fastställas, vilket i sin tur påverkar alla resultat vad gäller snittförbrukning per person. Dessutom har det bott familjer med barn i lägenheterna vilket också påverkar snittförbrukningen per person, men också beteendemönster och mängd förbrukat vatten vilket visats i tidigare studier (Grespan et al., 2022).

En ytterligare faktor som kan påverka resultatet är det faktum att kostnaden för förbrukat vatten ingår i hyran för de boende på HSB Living Lab. Tidigare studier har visat att en ökad kostnad för vatten bidrar till en lägre förbrukning (Sauri Pujol & Corbella, 2009). I och med att vattnet ingår i hyran kan det därför bidra till att de boende använder mer vatten än vad de hade gjort om de haft en rörlig vattenkostnad. Detta har även uppmärksammats i intervjun där en person uppger att denne väljer att ta varmare och längre duschar när det är kallt ute eftersom det inte innebär någon förhöjd kostnad. Det är därför möjligt att vattenanvändningen hade sett annorlunda ut om de boende istället hade betalat för den mängd vatten de förbrukar.

5.4. Brister i den kvantitativa undersökningen

De kvantitativa resultatens tillförlitlighet bygger i stor utsträckning på vilka dataposter som inkluderats eller exkluderats i analysen. Då misstänkta mätfel eller funktionsfel för mätsensorerna är relativt vanligt förekommande i rådatan har viss gallring av avvikande värden utförts för alla beräkningar och diagram, som beskrivet i motsvarande metodkapitel. Då det inte går att säkerställa orsaken till de avvikande värdena kan resultatet bli mindre pålitligt beroende på vad som väljs att tas bort eller inte. Variation bland sensordata är naturlig och nödvändig för att ge ett resultat som speglar verkligheten. Vad man gallrar måste också bero på typen av analys och vilka frågeställningar som ämnas att besvaras. Variation som beror av funktionsfel, som exempelvis en läckande toalett, är för snittförbrukning önskvärt då det kan antas vara relativt sannolikt att något liknande sker i hemmet. Däremot är dessa inte lika önskvärda där periodiska variationer såsom vecko- och dygnsvariationer undersöks. De metoder som används för att gallra i datasetet kan slå fel så till vida att de filtrerar bort för många, för få eller fel värden. Däremot finns en stor mängd data att tillgå vilket är positivt för tillförlitligheten och hjälper till viss del att jämna ut avvikande värden. Dock är datan inkomplett sett till att under vissa perioder har inte systemet registrerat dataposter kontinuerligt utan förbrukningen har summerats i en enda datapost. Därmed finns det för vissa perioder inte kompletta tidsvariationer att tillgå.

5.5. Brister i den kvalitativa undersökningen

Det går inte att dra några tillförlitliga slutsatser utifrån enkäten på grund antalet medverkande. Med endast två svar går det inte att se några mönster för användning av vatten i hemmet. Efter flertalet försök att få de boende att medverka i enkäterna anses misslyckandet ligga utom projektets befogenheter att påverka.

Resultaten från intervjuerna bör beaktas med viss vaksamhet då det inte finns några bevis som klargör att intervjuobjekten svarat sanningsenligt och kommit ihåg hur de själva använt vatten i sitt hem. Eftersom svaren på intervjufrågorna endast belyser den information som personen kommer ihåg just i stunden reflekterar resultatet inte den verkliga situationen och kan därför inte antas representera exakt vilka vattenanvändande aktiviteter som utförts och när. Dessutom var urvalsgruppen för intervjuerna liten och homogen. Exempelvis var det bara män som intervjuades och samtliga var studenter boende i kluster. För att öka pålitligheten hade önskats att det fanns större olikheter mellan intervjuobjekten, alternativt att alla i huset svarat på frågorna. Tidigare forskning visar dessutom att vattenanvändningen generellt skiljer sig mellan kvinnor och män, där män oftast är mindre miljömedvetna. Detta kan också ha påverkat intervjuresultaten men har inte kunnat undersökas vidare.

5.6. Påverkan av covid-19

Eftersom resultaten i rapporten presenteras utifrån data insamlad mellan 2020 och 2023 har covid-19 med högsta sannolikhet påverkat resultaten. Stora delar av undersökningsperioden har präglats av restriktioner och hemmastudier och flera tidigare studier har visat att vattenförbrukningen i hemmet ökade under perioden (Abu-Bakar et al., 2021; Buurman et al., 2022; Dzimińska et al., 2021). Eftersom studien behandlar minimalt med data som inte har påverkats av covid-19 så är det svårt att dra slutsatser kring hur pandemin har påverkat vattenförbrukningen i huset. För att kunna dra dessa slutsatser behöver mer data som inte påverkas av covid-19 inkluderas, vilket är ett område att undersöka i vidare studier. I tabell 3 visas att medelförbrukningen under år 2020 var avsevärt högre än resterande år. Vidare, i figur 15 visar dygnsvariation på ökad förbrukning för dagens alla timmar år 2020 jämfört med övriga år. Detta kan bero på att det var då pandemin bröt ut och rekommendationerna om att stanna hemma togs på större allvar, vilket resulterat i en ökad vattenförbrukning i hemmet.

5.7. Förbättringsmöjligheter och vidare forskning

Studien har visat att de tappställen med högst förbrukning är dusch, tappvatten kök och WC-stol. Ett förslag på hur vidare forskning kan utformas är att undersöka hur vattenanvändning kan minskas för dessa tappställen. HSB Living Lab har som tidigare nämnt infört tekniska innovationer för att minska förbrukning av vatten genom att till exempel installera snålspolande toaletter samt använda gråvatten i duschar. Påverkan från dessa innovationer har inte undersökts i denna studie men det är ett intressant ämne som kan utvecklas vidare.

Ett mer tillförlitligt sätt att kunna avgöra hur användningen av vattnet ser ut i HSB Living Lab hade varit att sätta upp kameror vid alla tappställen för att på så sätt kunna se exakt till vad och hur de boende använder sitt vatten. På så sätt hade det varit enkelt att kartlägga vattenförbrukningen på individnivå samt vilka aktiviteter vatten används till, speciellt från köksblandaren i det gemensamma köket där användningsområdena är outforskade. Detta var dock något som inte togs upp som ett alternativ under projektet då de boendes integritet värderades högt.

Kunskap om hur mycket vatten som konsumerats direkt ur tappstället, alltså utan uppvärmning eller annan behandling kan vara av intresse för bland annat reningsverk och vattendistributörer. Detta för att kunna avgöra hur mycket bakterier, metaller och övriga föroreningar som förtärs som livsmedel och på så vis hur regleringar kring dricksvattensanitet ska sättas upp och hur det påverkar människans hälsa. En studie som observerar och mäter intagna vattenvolymer hade på så sätt varit relevant, och intressant att koppla till studier lik denna för att se hur stor andel av vattenförbrukningen som är faktiskt dricksvatten.

Urvalsgruppen har flera brister i form av att det är en liten grupp personer som har undersökts samt att gruppen till en majoritet bestod av studenter. För att få tillförlitliga resultat för grupper med andra socio-demografiska förutsättningar bör större studier utföras där fler personers vattenanvändning i hemmet undersöks. Dessutom bör dessa studier inkludera mer varierade urvalsgrupper i form av ålder, kön, sysselsättning, boendesituation och så vidare.

Studien som har utförts är bara en av flera som har undersökt hur vatten förbrukas i hemmet. Dock är det jordbruk och industrier som står för majoriteten av vattenförbrukningen, så ett förslag för framtida studier är därför att istället rikta fokus mot de som förbrukar mest. Exempel på detta är studier med inriktning mot näringsliv, jordbruk, industrier och företag för att bättre kartlägga deras förbrukning och därför också hitta vart och hur man kan implementera effektiva åtgärder för att minska belastningen på våra vattenreservoarer. Det är däremot fortfarande viktigt att ha kunskap om hur vatten används i hemmet eftersom det är den enda förbrukningen som en enskild individ kan påverka.

6. Slutsats

Syftet med arbetet var att kartlägga vattenanvändningen i hemmet med målbilden att öka kunskapen inom ämnet. För att uppnå detta mål studerades vattendata och levnadsvanor hos boende på HSB Living Lab. Bland annat undersöktes tidsvariationer, varmvattenförbrukning, medelförbrukning och vattenanvändande aktiviteter.

Vid jämförelse med tidigare studier av SvensktVatten kan många likheter observeras, trots att studierna gjorts på mycket olika populationer. Både veckovariationen och fördelningen mellan olika tappställen är snarlika, där de båda visar på att det är dusch, WC-stol och tappvatten kök som är de tappställen där det förbrukas mest vatten. Detta leder till slutsatsen om att studiens resultat är tillförlitliga trots att de baseras på en liten och snäv urvalsgrupp. Resultaten i studien visar också att det finns tydliga mönster för hur vattenförbrukningen varierar över dygnet, veckan och året. För HSB Living Lab så går förbrukningen ner under sommaren och vintern vilket beror på att flertalet lägenheter står tomma under dessa perioder. Vid ytterligare analys av olika tidsperioder upptäcktes att vattenförbrukningen i byggnaden var högre under höstterminen än under vårterminen, oberoende av antalet aktiva lägenheter. Detta verkar vara en effekt av att de boende tillbringar mer tid i hemmet under hösten, vilket konfirmerades både i dataanalys och intervjuer. Eftersom urvalsgruppen främst består av studenter dras slutsatsen att både minskad sommarförbrukning och ökad höstförbrukning är mönster specifika för studentboenden.

Nya studier visar på att medelförbrukningen av vatten följer en avtagande trend över tid. Vid beräkning av snittförbrukning i HSB Living Lab ges värden som är lägre än de som tidigare har beräknats i andra projekt. Den genomsnittliga förbrukningen för HSB Living Lab beräknas till 99 liter per person och dag, medan dagens genomsnitt i Sverige ligger på runt 140 liter per person och dag. Resultatet visar därmed att trenden fortsätter i samma riktning och är ett steg mot minskad konsumtion och i förlängning mot att uppnå en mer hållbar vattenanvändning. Vid jämförelse av förbrukning för de olika boendetyperna visas att de boende i klusterlägenheterna använder betydligt mindre mängd vatten (87 liter/person/dag) jämfört med de som bor i egna lägenheter (120 liter/person/dag). Detta leder till slutsatsen att den genomsnittliga förbrukningen per person är lägre i kollektiva boenden jämfört med egna lägenheter.

I och med att den data som analyserats är registrerad från 2019-12-31 och framåt så är covid-19-pandemin en aspekt som har haft outgrundlig påverkan på resultatet. När vattenförbrukningen har beräknats per år kan effekter av covid-19 ses, där det första pandemiåret 2020 har tydliga skiljaktigheter från resterande dataserier i form av en högre förbrukning. Således dras slutsatsen att covid-19 bidrog till ökad vattenförbrukning i hemmet. Hur stor påverkan som pandemin egentligen haft på resultatet är däremot svårbedömt. För att undersöka exakt hur mycket förbrukningen ökat behöver data som inte påverkats av pandemin inkluderas.

Efter utförd undersökning dras slutsatsen att det krävs fler och större studier för att få en övergripande bild av vattenanvändningen och vad dricksvatten används till i hemmet. En bredare urvalsgrupp skulle ge mer tillförlitliga resultat som skulle kunna ligga till grund för vidare utveckling inom området. Utifrån de mönster som observerats, kan behov för nya innovationer identifieras och projekt designas för att hitta sätt att minska vattenförbrukningen.

Referenser

Abu-Bakar, H., Williams, L. & Hallett, S. (2021). Quantifying the impact of the COVID-19 lockdown on household water consumption patterns in England. *Npj Clean Water, 4*(13). https://doi.org/10.1038/s41545-021-00103-8

Ahme, G. & Svensson, P. (2015). (Red.). *Handbok i kvalitativa metoder* (2 uppl.). Liber.

Akoglu, H. (2018). User's guide to correlation coefficients. *Turkish Journal of Emergency Medicine, 18*(3), 91-93. https://doi.org/10.1016/j.tjem.2018.08.001

Bertram, I. (2009). *Hur ser en bra enkät ut?* [Projektarbete, Lunds universitet.] Lund University Publications. https://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordOId=2858708&fileOId=2858709

Buurman, J., Freiburghaus, M. & Castellet-Viciano, L. (2022). The impact of COVID-19 on urban water use: a review. *Water Supply, 22*(10), 7590-7602. https://doi.org/10.2166/ws.2022.300

Cominola, A., Preiss, L., Thyer, M., Maier, H. R., Prevos, P., Stewart R. A. & Castelletti, A. (2023) The determinants of household water consumption: A review and assessment framework for research and practice. *npj Clean Water, 11*(6). https://doi.org/10.1038/s41545-022-00208-8

Dadvar, A., Mahapatra, K. & Forss, J. (2021). Water use behavious in a multicultural urban area in Sweden. *Sustainability, 13*(15), 8603 https://doi.org/10.3390/su13158603

Dalen, M. (2015). *Intervju som metod* (2 uppl.). Gleerups.

Dzimińska, P., Drzewlecki, S., Ruman, M., Kosek, K., Mikolajewski, K. & Licznar, P. (2021). The Use of Cluster Analysisin to Evaluate the Impact of COVID-19 Pandemic on Daily Water Demand Patterns. *Sustainability, 13*(11), 5772. https://doi.org/10.3390/su13115772

Energimyndigheten. (2019-05-28). *Mätningar av varm -och kallvattenförbrukning.* https://www.energimyndigheten.se/statistik/den-officiella-statistiken/forbattrad-energistatistik-i-bebyggelsen-och-industrin/matningar-av-varm--och-kallvattenforbrukning/

Energimyndigheten. (2020-04-22). *Sveriges energi- och klimatmål.* https://www.energimyndigheten.se/klimat--miljo/sveriges-energi--och-klimatmal/

Energimyndigheten. (2022-07-08). *Varmvatten.* *https://www.energimyndigheten.se/energieffektivisering/husguiden---for-dig-som-vill-energieffektivisera-ditt/minska-behovet-av-varme-och-varmvatten/varmvatten/*

Frenker, C. (2022). *Regeringen ber svenskar spara el: "Minska risk för frånkoppling".* SVT Nyheter. https://www.svt.se/nyheter/inrikes/regeringen-haller-presstraff-om-energikrisen

Gilg, A. & Barr, S. (2005). Behavioural attitudes towards water saving? Evidance from a study of environmental actions. *Ecological Economics, 57*(3), 400-414. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.04.010

Grespan, A., Garcia, J., Brikalski, M. P., Henning, E. & Kalbusch, A. (2022). Assessment of water consumption in households using statistical analysis and regression trees. *Sustainable Cities and Society, 87(2022),* 104186. https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104186

Havs och Vattenmyndigheten. (2018-07-26). *Vattenbrist och torka – så påverkar det vattenmiljön.* https://www.havochvatten.se/miljopaverkan-och-atgarder/miljopaverkan/vattenbrist/vattenbrist-och-torka---sa-paverkar-det-vattenmiljon.html

HSB. (u.å.-a). *HSB Living Lab - resan mot framtidens hållbara boende.* Hämtad 2023-02-07 från https://www.hsb.se/hsblivinglab/

HSB. (u.å.-b). *Vill du bo i HSB Living Lab?* Hämtad 2023-02-07 från https://www.hsb.se/hsblivinglab/stayhere/

Knutsson, J. & Marx, C. (2016). *The habitation lab as a platform for sustainable innovations in the built environment: A case study.* Nano, Bio and Green - Technologies for a Sustainable Future Conference Proceedings, SGEM, 317-324 https://www.researchgate.net/profile/Jesper-Knutsson/publication/304743221_The_Habitation_Lab_as_a_platform_for_sustainable_innovations_in_the_built_environment_a_case_study/links/5785ef7108aef321de2c37a3/The-Habitation-Lab-as-a-platform-for-sustainable-innovations-in-the-built-environment-a-case-study.pdf

Kungl. IngenjörsVetenskapsAkademien. (2021). *Klimatförändringar och hållbar vattenförsörjning.* https://www.iva.se/publicerat/rapport-klimatforandringar-och-hallbar-vattenforsorjning/

Leitão, J., Simões, N., Marques, J. A. S., Gil, P., Ribeiro, B. & Cardoso, A. (2019). Detecting urban water consumption patterns: A time-series clustering approach. *Water Supply, 19*(8), 2323-2329. https://doi.org/10.2166/ws.2019.113

Matos, C., Teixeira, C.A., Bento, R., Varajão, J. & Bentes, I. (2014). An exploratory study on the influence of socio-demographic characteristics on water end uses inside buildings. *Science of The Total Environment*, *466–467*, 467-474. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.07.036

Matos, C., Teixeira, C.A., Duarte, A.A.L.S. & Bentes, I. (2013). Domestic water uses: Characterization of daily cycles in the north region of Portugal. *Science of The Total Environment*, *458–460*, 444-450. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.04.018

Meireles, I., Sousa, V., Bleys, B. & Poncelet, B. (2022). Domestic hot water consumption pattern: Relation with total water consumption and air temperature. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 157,* 112035. https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.112035

Millock, K. & Nauges, C. (2010). Household Adoption of Water-Efficient Equipment: The Role of Socio-Economic Factors, Environmental Attitudes and Policy. *Environ Resource Econ, 46,* 539-565. https://doi.org/10.1007/s10640-010-9360-y

Mukaka, M. M. (2012). Statistics corner: A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. *Malawi medical journal*, *24*(3), 69–71. https://doi.org/10.4236/jwarp.2015.77047

Sauri Pujol, D. & Corbella, H. M. (2009). What lies behind domestic water use? A review essay on the drivers of domestic water consumption. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, *50,* 297-314. https://ddd.uab.cat/record/4950

Statistikmyndigheten SCB. (u.å.). *Central- och spridningsmått.* Hämtad 2023-03-09 från https://www.scb.se/dokumentation/statistikguiden/grundlaggande-rakneregler-i-statistiken/central--och-spridningsmatt/

Hammarlund, H., Törneke, K., & Siegwan, L. (2020). *Dimensioneringstal för vattenförbrukning.* Svenskt Vatten AB. http://vav.griffel.net/filer/svu-rapport-2020-07.pdf

SvensktVatten. (2021-09-06). *Vattenförbrukning i hushåll.* https://www.svensktvatten.se/fakta-om-vatten/dricksvattenfakta/140-liter-per-person-och-dygn/

Segerström, N. (2022). *Analys – Hushållens vattenkonsumtion.* Svenskt Vatten AB. https://vattenbokhandeln.svensktvatten.se/wp-content/uploads/2022/05/M151_Analys-hushallens-vattenkonsumtion.pdf

Sveriges geologiska undersökning, SGU (u.å). *Uppdrag – Hitta vatten på Gotland.* Hämtad 2023-05-02. Från https://www.sgu.se/om-sgu/nyttoexempel/uppdrag-hitta-vatten-pa-gotland/

Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut [SMHI]. (u.å.-a) *Ladda ner meteorolgiska observationer. Ladda ner data för de senaste fyra månaderna.* [cvs-fil]. Hämtad: 2023-04-11, från: https://www.smhi.se/data/meteorologi/ladda-ner-meteorologiska-observationer/#param=airtemperatureInstant,stations=core,stationid=71420

Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut [SMHI]. (u.å.-b) *Ladda ner meteorolgiska observationer. Ladda ner historisk data, förutom de senaste tre månaderna.* [cvs-fil]. Hämtad: 2023-03-28, från: https://www.smhi.se/data/meteorologi/ladda-ner-meteorologiska-observationer/#param=airtemperatureInstant,stations=core,stationid=71420

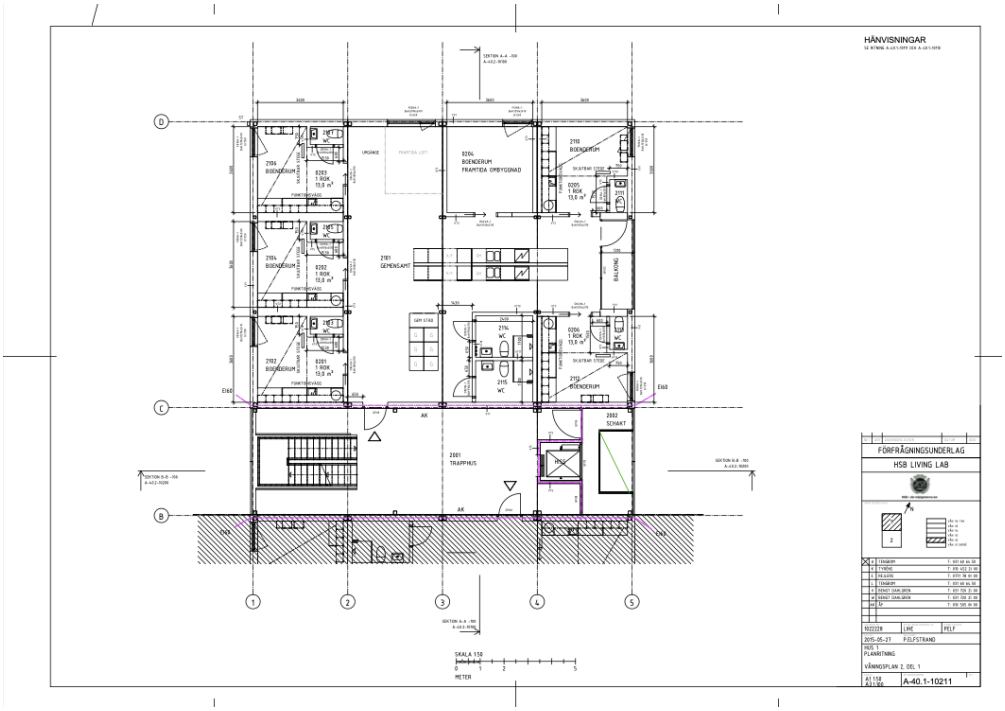
Unicef. (u.å.). *Vatten, sanitet och hygien.* https://beta.unicef.se/ren-och-trygg-miljo/vatten-sanitet-och-hygien

United Nations. (2019). *Living arrangements of older persons around the world.* Department of Economics and Social Affairs. 2019(2). https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/popfacts/PopFacts_2019-2.pdf

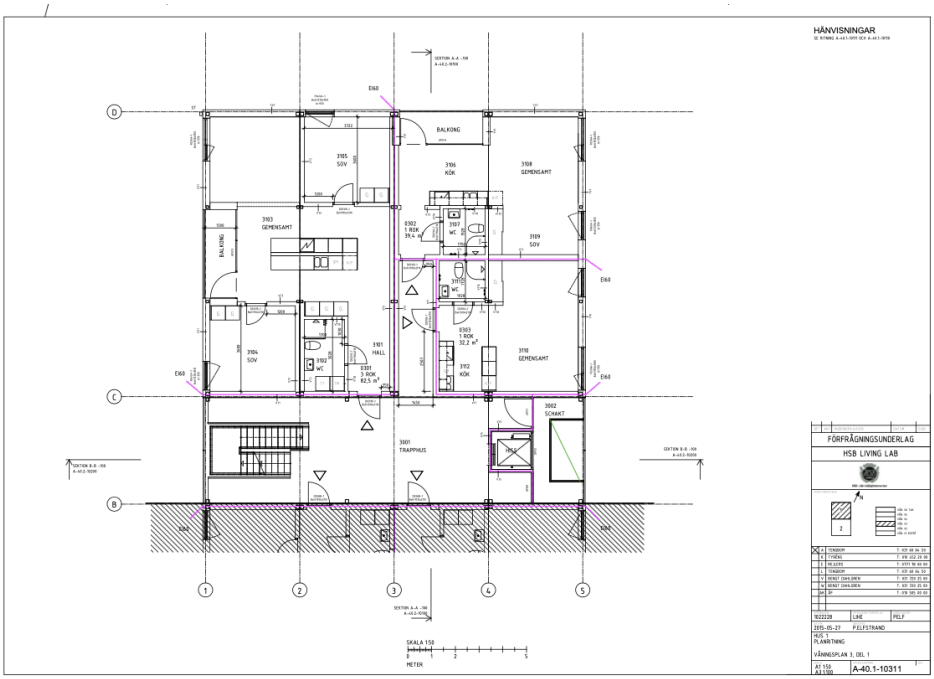
Zhou, S. L., McMahon, T. A., Walton, A. & Lewis, J. (2002). Forecasting operational demand for an urban water supply zone. *Journal of Hydrology, 259*(1-4), 189-202. https://doi.org/10.1016/S0022-1694(01)00582-0

Bilagor

Bilaga 1 - Planritningar



Figur B1: Planritning för den norra delen av våning 2. I figuren visas ett kluster med sex rum och gemensamma ytor. Den södra delen av våning 2 har samma utformning fast spegelvänt. Planritningen för våning 4 är likadan.



Figur B2: Planritning för den norra delen av våning tre. I figuren syns tre av de lite större lägenheterna. Längst ner i ritningen syns även ingången till de två resterande lägenheterna på våningen.

Bilaga 2 – Enkät

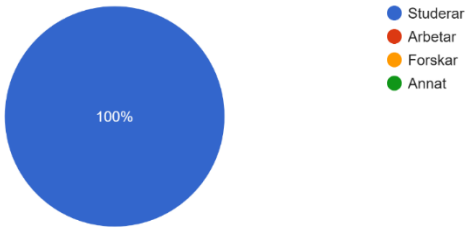
Svar som utger personuppgifter har exkluderats på grund av GDPR. De svar som exkluderas är ålder, lägenhetsnummer samt datum då de boende flyttade in.

Vilken är din högsta avslutade utbildning?

2 svar

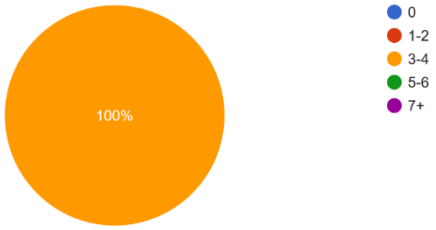
Huvudsaklig sysselsättning

2 svar



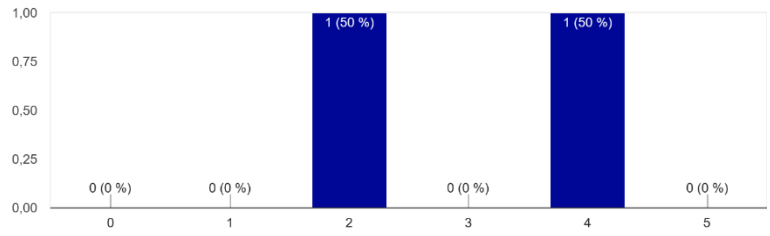
Hur många dagar i veckan utövar du en fysisk aktivitet?

2 svar



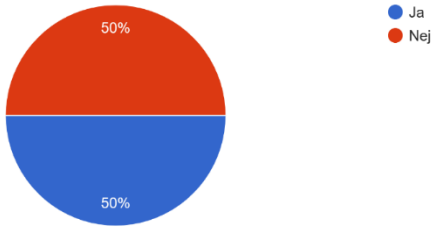
Hur många dagar i veckan arbetar/studerar du hemifrån?

2 svar



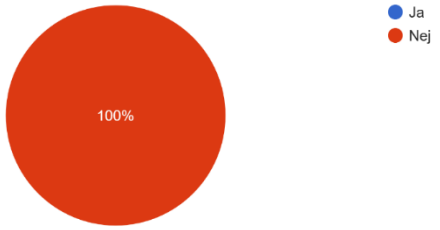
Bor du i din lägenhet över sommaren?

2 svar



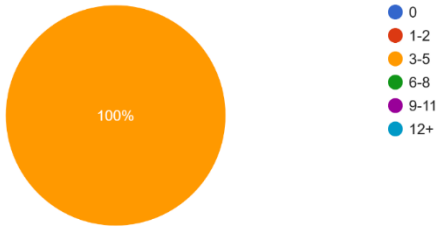
Bor du i din lägenhet över jul?

2 svar



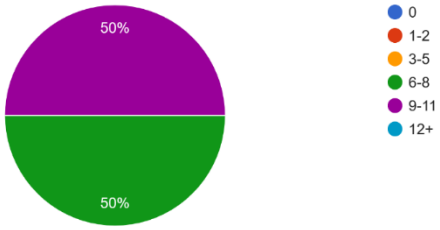
Hur många dagar i månaden bor du inte i din lägenhet?

2 svar



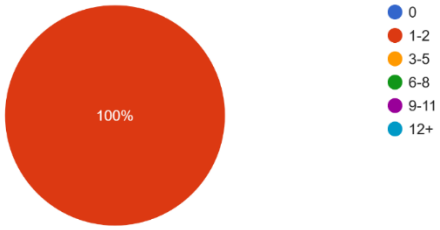
Hur många gånger i veckan duschar du?

2 svar



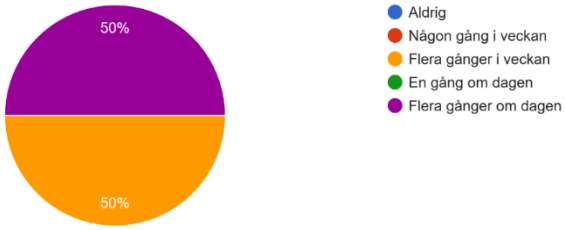
Hur många av dessa duschar sker utanför hemmet?

2 svar



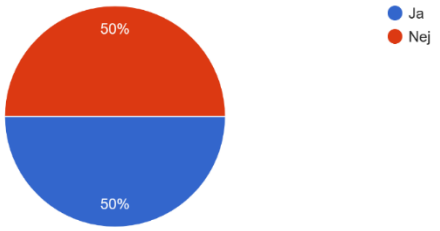
Hur många gånger i veckan diskar du för hand?

2 svar



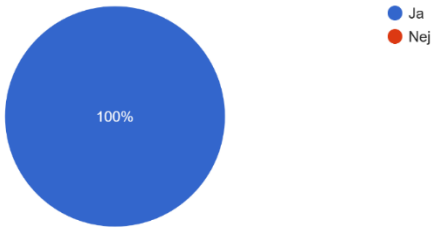
Diskar du under rinnande vatten när du diskar för hand?

2 svar



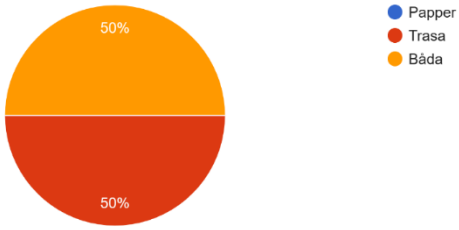
Spolar du kranen för att vänta på kallt vatten när du ska dricka?

2 svar



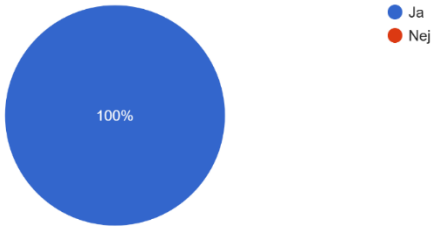
Vad använder du för att torka av ytor i hemmet?

2 svar



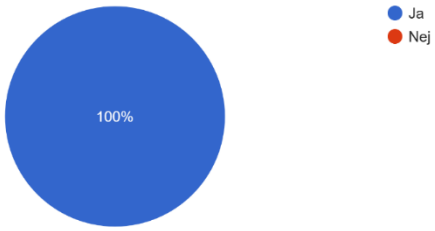
Stänger du av vattnet när du borstar tänderna?

2 svar



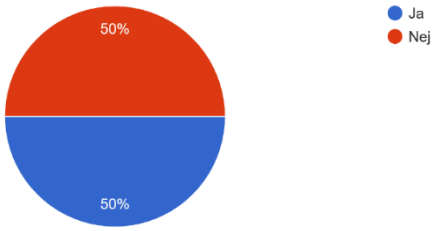
Stänger du av vattnet när du tvålar in dig/tvättar håret i duschen?

2 svar



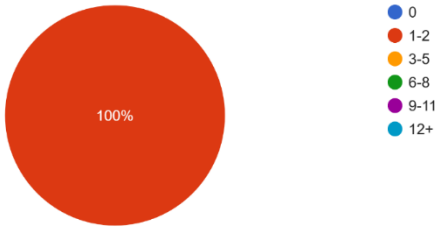
Sköljer du av disken innan du stoppar in den i diskmaskinen?

2 svar



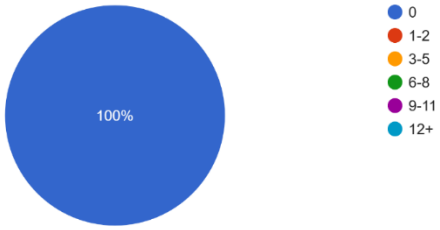
Hur många tvättmaskiner kör du i månaden?

2 svar



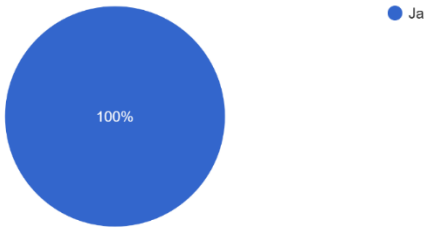
Hur många av dessa tvättmaskiner körs halvfulla?

2 svar



Godkänner du att dina uppgifter behandlas enligt GDPR?

2 svar



Bilaga 3 - Intervjufrågor

Nedan visas de frågor som de boende har fått besvara under intervjuerna. Följdfrågorna är markerade i kursivt och dessa har under intervjun anpassats utifrån de svar som erhållits från huvudfrågorna.

- Namn:

- Vilken lägenhet bor du i?

- Vad använder du vattnet i det gemensamma köket till?
    - *(T.ex. att dricka, diska, laga mat, vattna blommor, skölja trasa, skölja ur/av saker, annat?)*
    - *Trasa/papper? Diska under rinnande vatten/fylla upp? Vad är det du diskar? Spolar du vatten för att få det kallt? Hur ofta används diskmaskinen? Lagar ni mat tillsammans?*

- Vad använder du vattnet i ditt pentry till?

- Hur ser fördelningen ut mellan vattenanvändningen i köket kontra pentryt?
    - *Hur mycket procent av användningen när du gör X görs på de olika ställena?*

- Kan du beskriva din dag igår utifrån ditt vattenanvändande i kök och pentry?
    - *Borsta tänderna, tvätta ansiktet/händer, skölja av något, skölja trasa.*

- Påverkar din boendesituation *(forskningslabb)* vattenanvändningen?
    - *I så fall hur länge påverkade det dig. Hur påverkar/påverkade det dig?*

- Om vi definierar vatten som slösas som vatten som används i onödan. Vad anser du då själv att du slösar mest vatten på?
    - *Varför? På vilket sätt slösar du?*

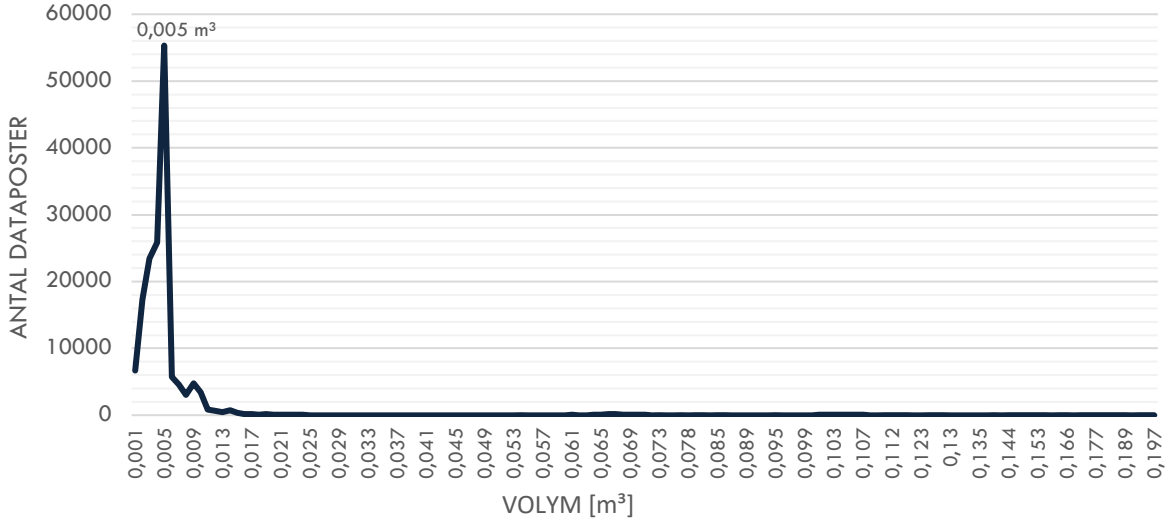
- Finns det någon aktivitet där vatten används som baserat på säsong?
    - *Till exempel utförs säsongs sport, vattning, endast på sommaren/vintern. Mest på hösten?*

- Finns det någon tid på året då inget vatten används?
    - *Är du hemma på vintern/sommaren?*

- Finns det någon aktivitet där vatten används som är baserat på olika tidpunkter på dagen/veckan?
    - *Tex bara diskar på kvällen eller bara städar på helgen. Tränar vissa dagar i veckan.*

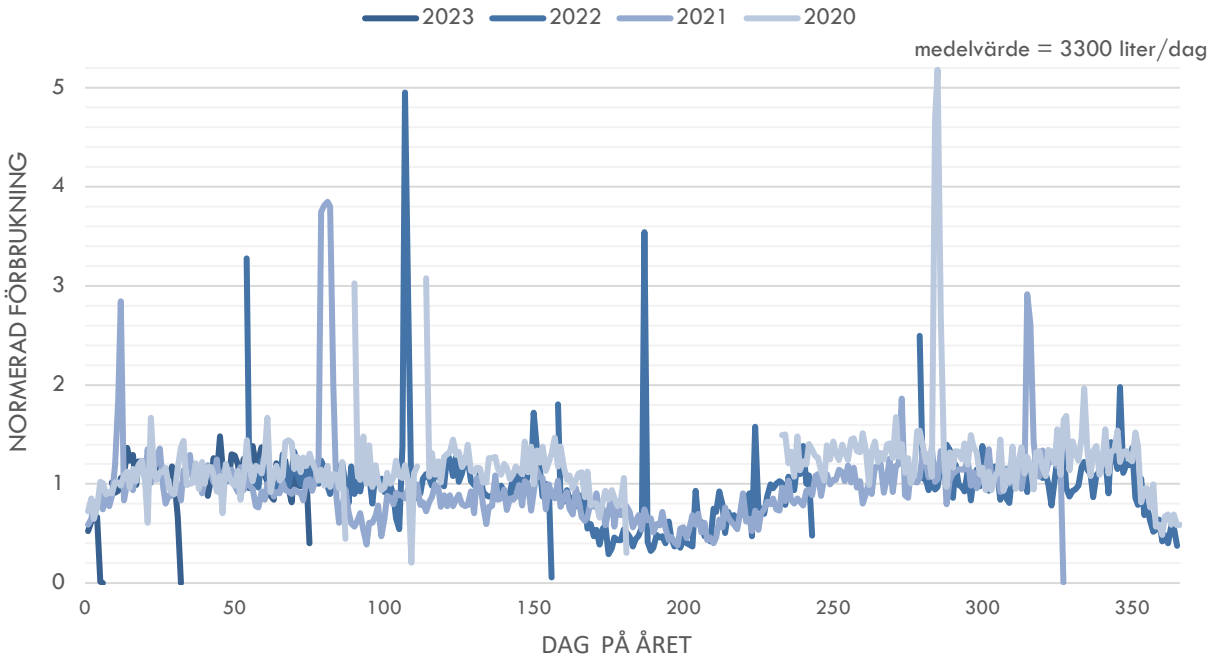
- Finns det någon dag i veckan eller tid på dygnet då vatten inte används alls?
    - *Inte hemma på dagen, sover alltid borta på helgen?*

Bilaga 4 – Volym per spolning i WC-stol

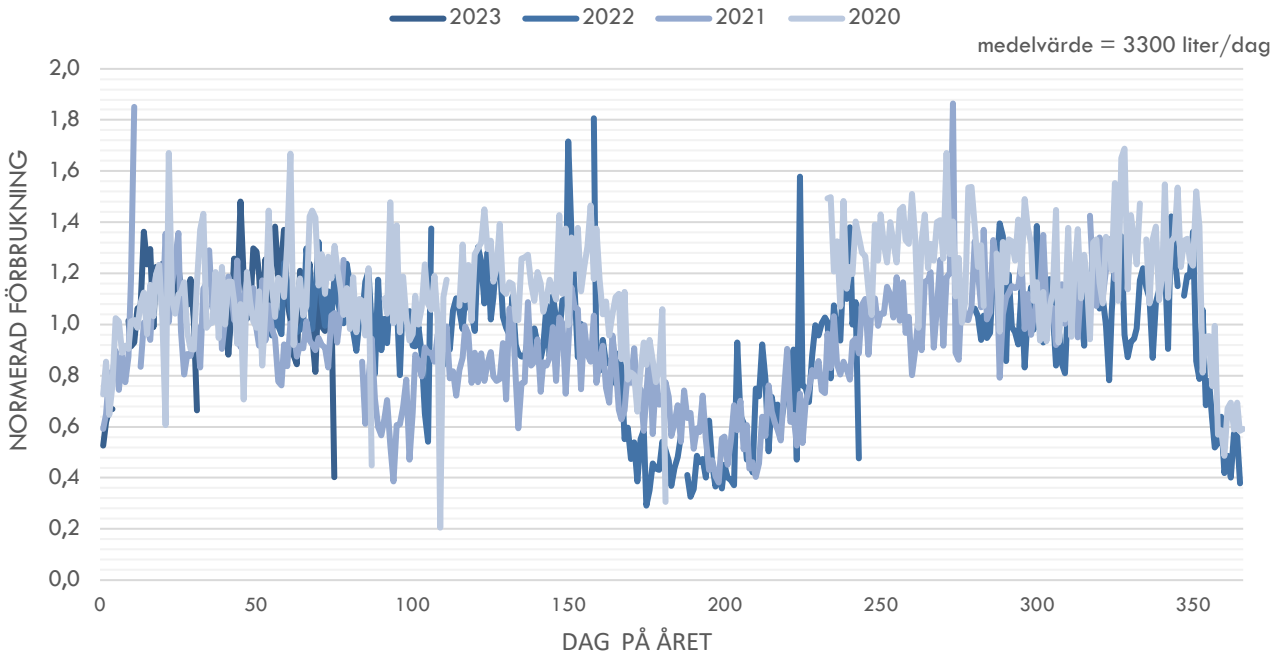


Figur B3: Linjediagram som visar hur många dataposter som finns registrerade per respektive volym som förbrukats i WC-stol, för samtliga WC-stolar i byggnaden. Detta för att få en uppfattning om volym för en genomsnittlig spolning. Observera att dataposterna täcker in ett tiominutersintervall, vilket innebär att fler än en spolning kan ske på detta tidsspann. Vidare är alla dataposter över 0,2 m³ exkluderade. Baserat på den stora mängden datapunkter och antagandet att de flesta av dessa endast innehåller en spolning, antas en genomsnittlig spolning använda 5 liter vatten.

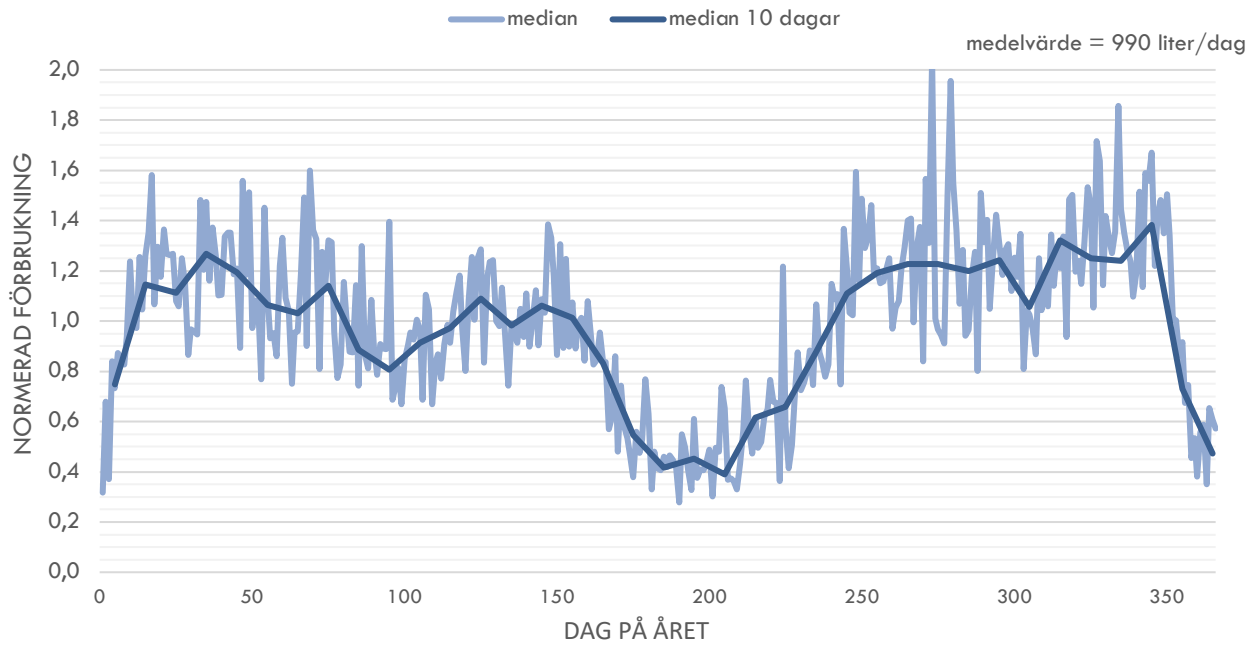
Bilaga 5 - Årsvariationer



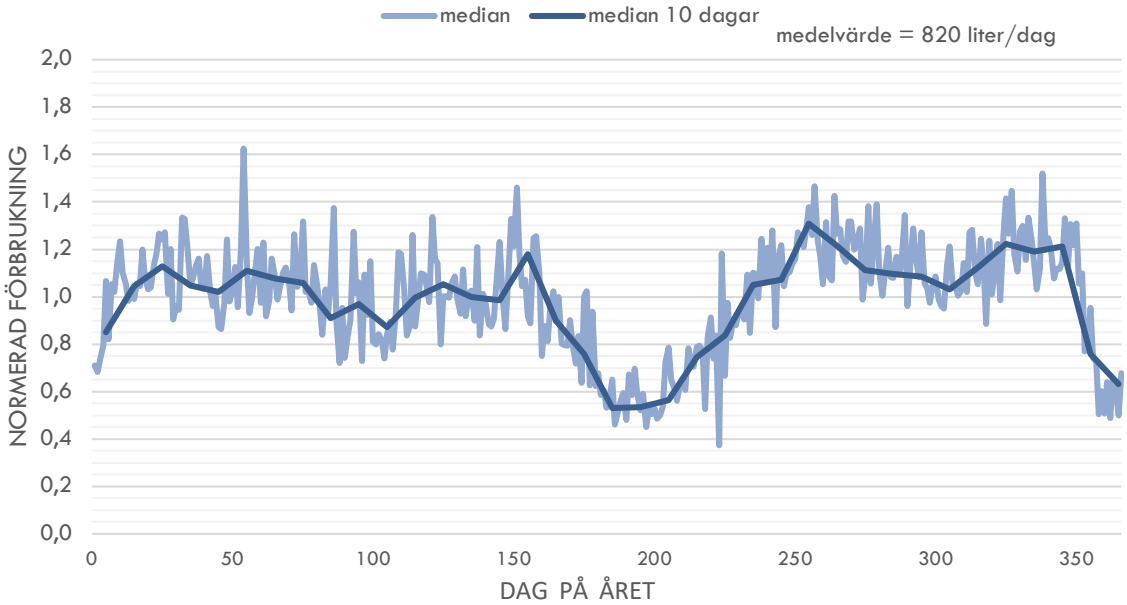
Figur B4: Total dricksvattenförbrukning för varje dag under året för respektive år 2020–2023. Förbrukningen presenteras i förhållande till ett beräknat dagligt medelvärde i liter per dygn för hela byggnaden.



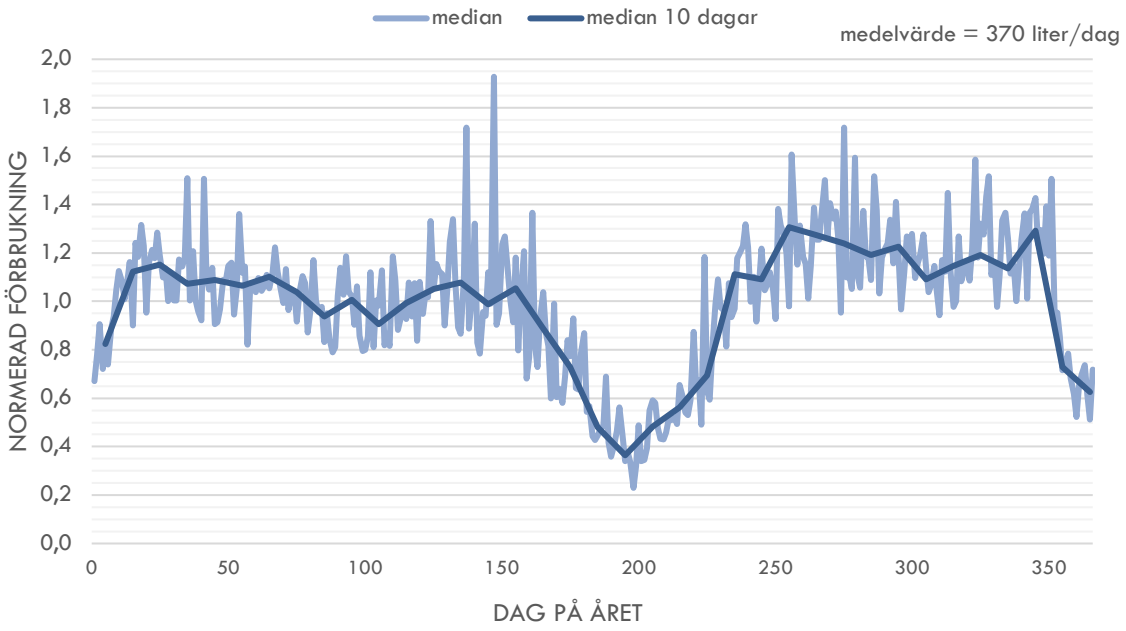
Figur B5: Total dricksvattenförbrukning för varje dag under året för respektive år 2020-2023 där alla dagar med en förbrukning större eller mindre än två standardavvikelser från medelvärdet är exkluderade. Förbrukningen presenteras i förhållande till ett beräknat dagligt medelvärde i liter per dygn för hela byggnaden.



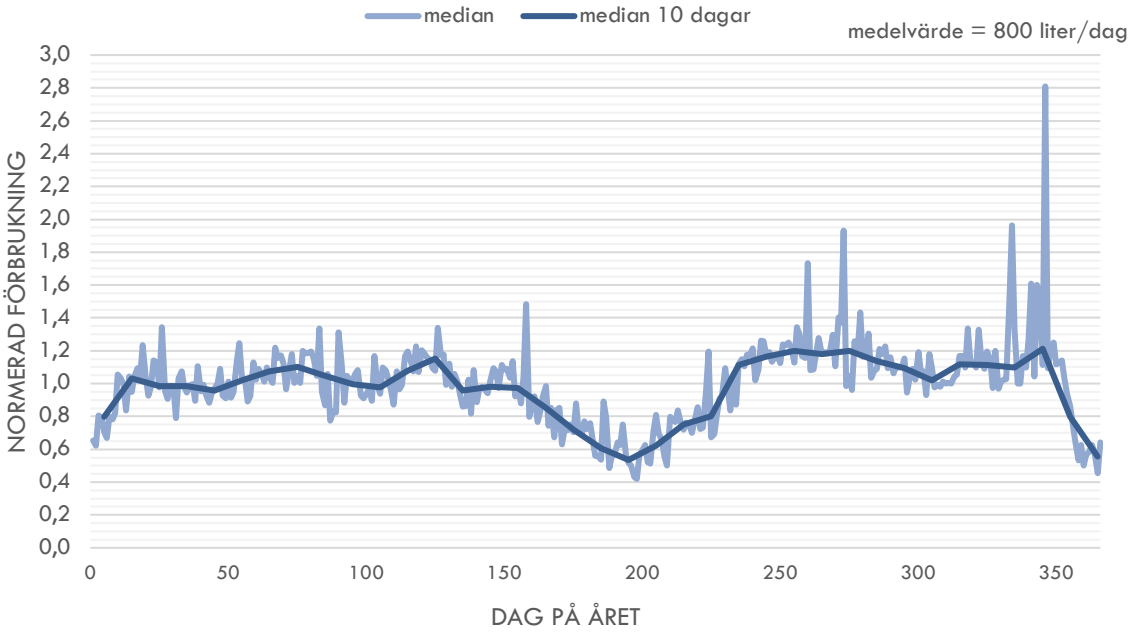
Figur B6: Median, över ett respektive tio dygn, som visar dricksvattenförbrukning för dusch under året. Förbrukningen presenteras i förhållande till ett beräknat dagligt medelvärde i liter per dygn för hela byggnaden.



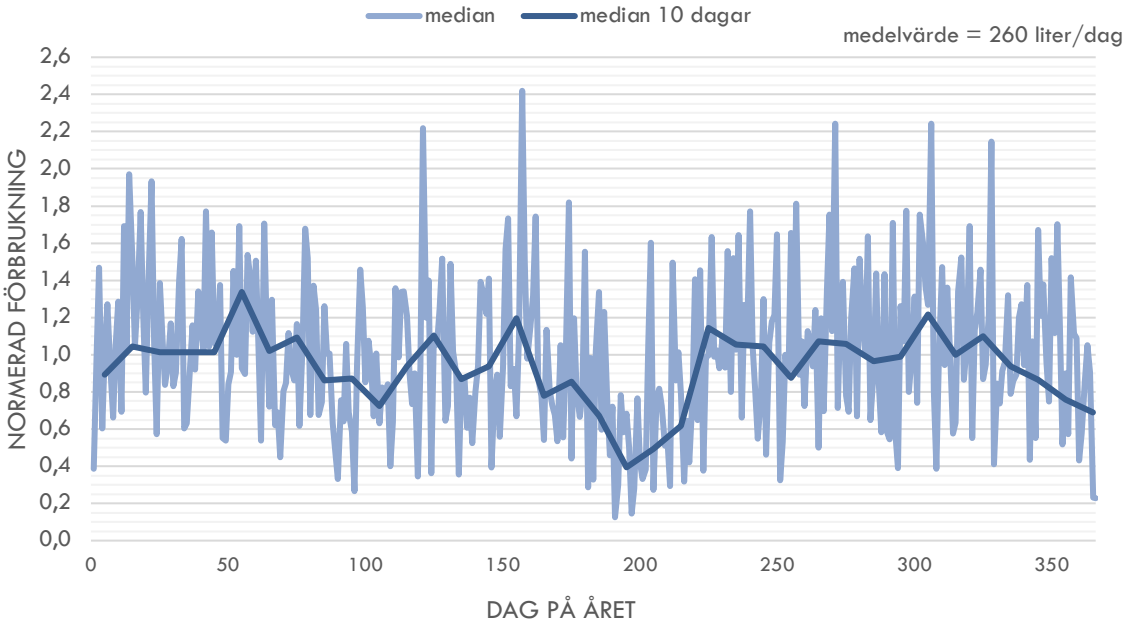
Figur B7: Median, över ett respektive tio dygn, som visar dricksvattenförbrukning för tappvatten kök under året. Förbrukningen presenteras i förhållande till ett beräknat dagligt medelvärde i liter per dygn för hela byggnaden.



Figur B8: Median, över ett respektive tio dygn, som visar dricksvattenförbrukning för tvättställ under året. Förbrukningen presenteras i förhållande till ett beräknat dagligt medelvärde i liter per dygn för hela byggnaden.



Figur B9: Median, över ett respektive tio dygn, som visar dricksvattenförbrukning för WC-stol under året. Förbrukningen presenteras i förhållande till ett beräknat dagligt medelvärde i liter per dygn för hela byggnaden.



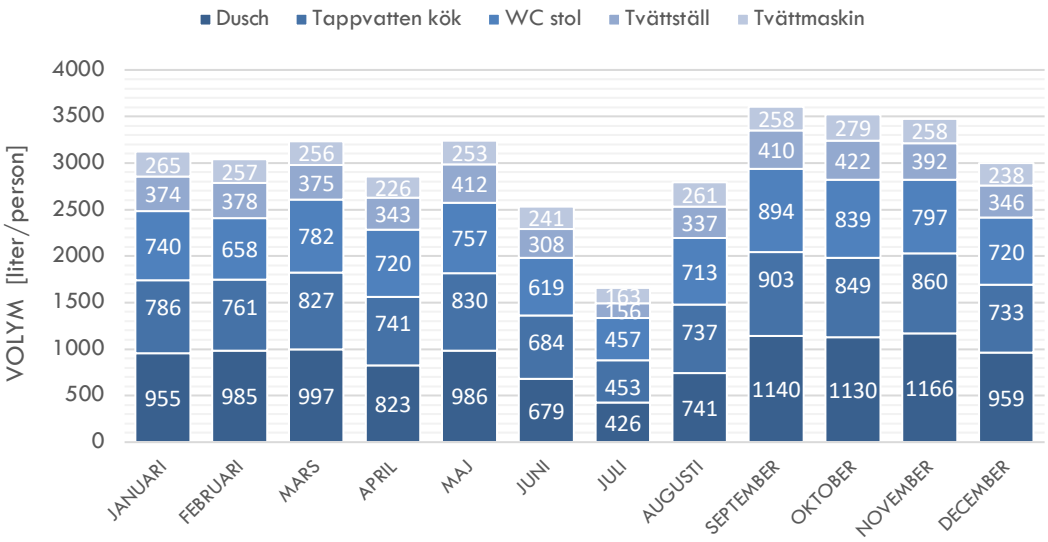
Figur B10: Medianförbrukning för tvättmaskin över var dag samt 10 dagar under året.

Bilaga 6 – Variationer för vår och höst

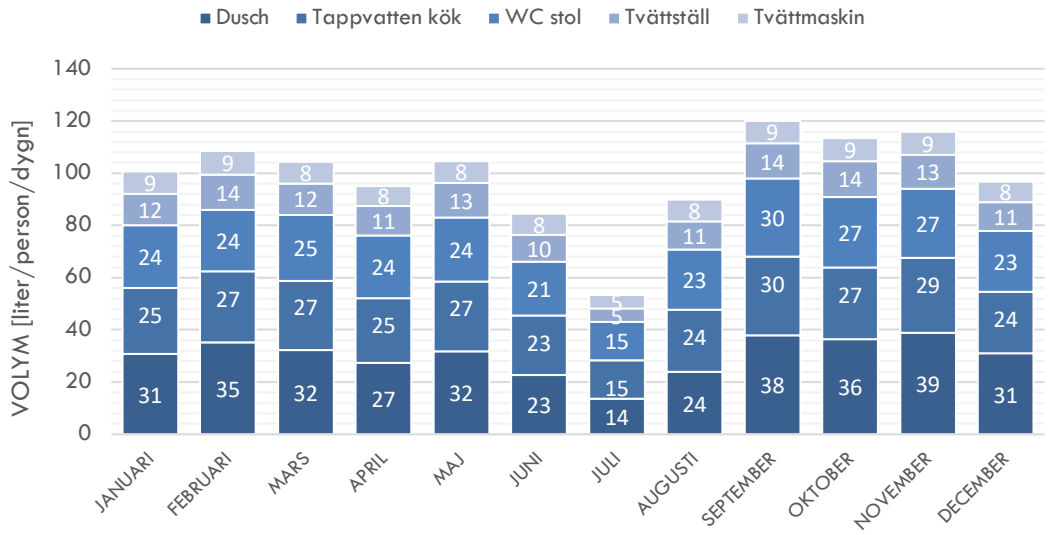
Tabell B1: Jämförelse av medelförbrukning under vår och höst för respektive år och typår.

ÅR	ÅRSMEDEL [m³/dag]	MEDEL VÅR [m³/dag]	VÅR: procentuell skillnad i förhållande till årsmedel	MEDEL HÖST [m³/dag]	HÖST: procentuell skillnad i förhållande till årsmedel	ökning i procent-enheter vår till höst	procentuell ökning VÅR TILL HÖST	antal aktiva lägenheter i snitt per dag VÅRTERMIN	antal aktiva lägenheter i snitt per dag HÖSTTERMIN
2020	3,78	3,73	-1%	4,16	10%	11%	11%	24	24
2021	2,98	3,02	1%	3,65	22%	21%	21%	18	23
2022	3,03	3,44	13%	3,53	16%	3%	3%	25	24
2023	3,55	3,70	4%	-	-	-	-		
median år	3,25	3,44	6%	3,84	16%	10%	10%		
alla år	3,29	3,44	4%	3,81	16%	11%	11%	22	24

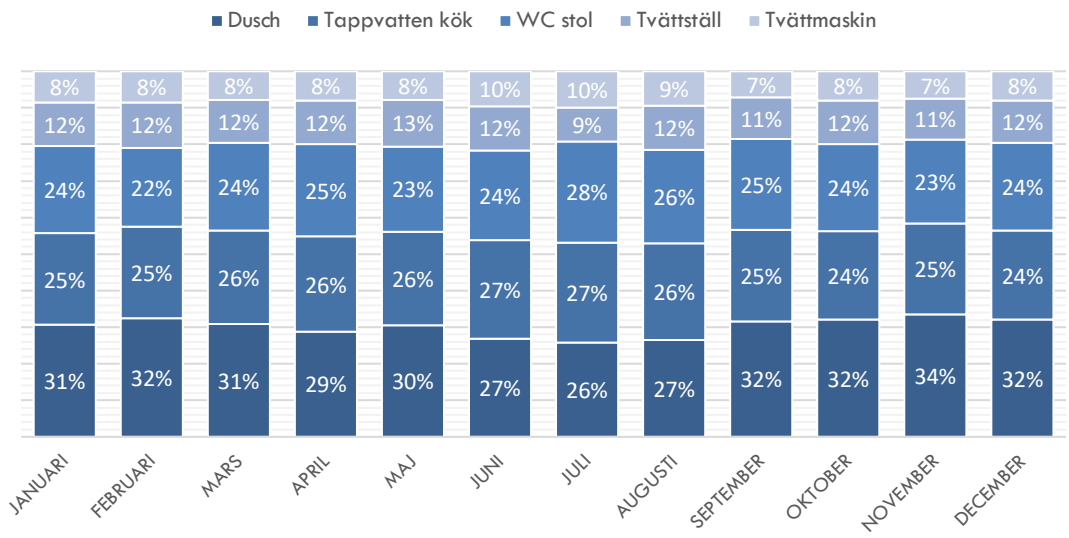
Bilaga 7 - Årsvariation per tappställe och månad



Figur B11: Fördelning av totala förbrukningen uppdelat på tappställe och månad.

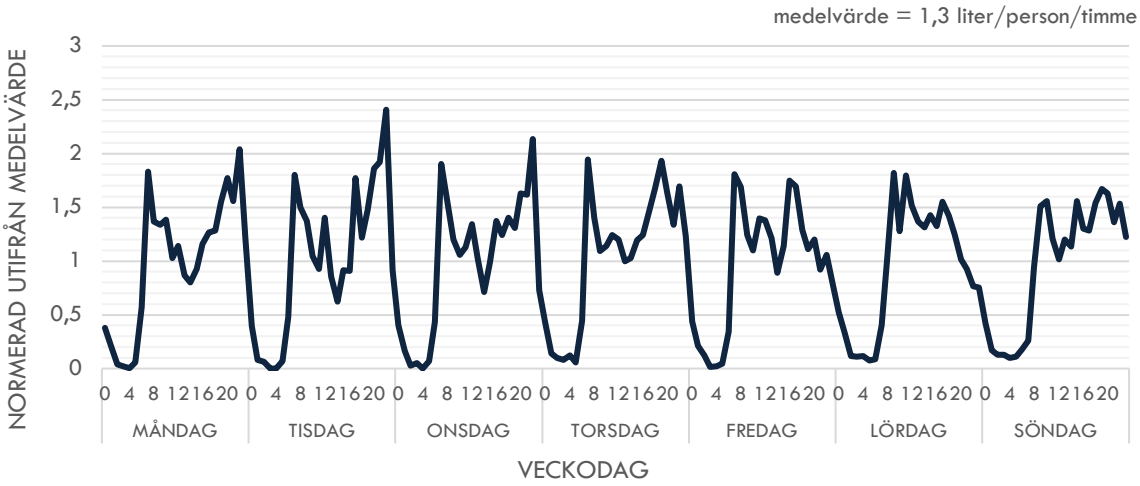


Figur B12: Fördelning av förbrukat dricksvatten per tappställe för en snittdag per månad.

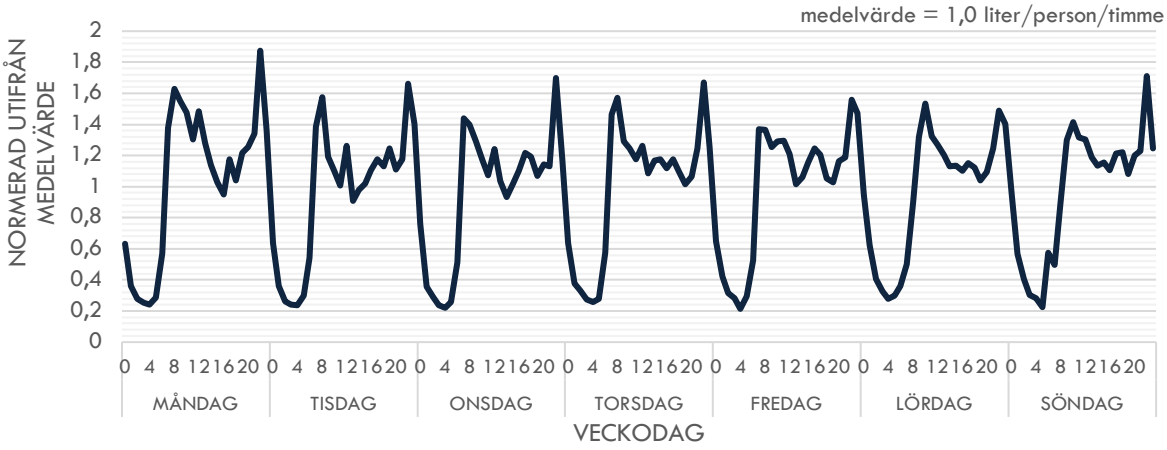


Figur B13: Procentuell fördelning av vattenanvändning per tappställe och månad.

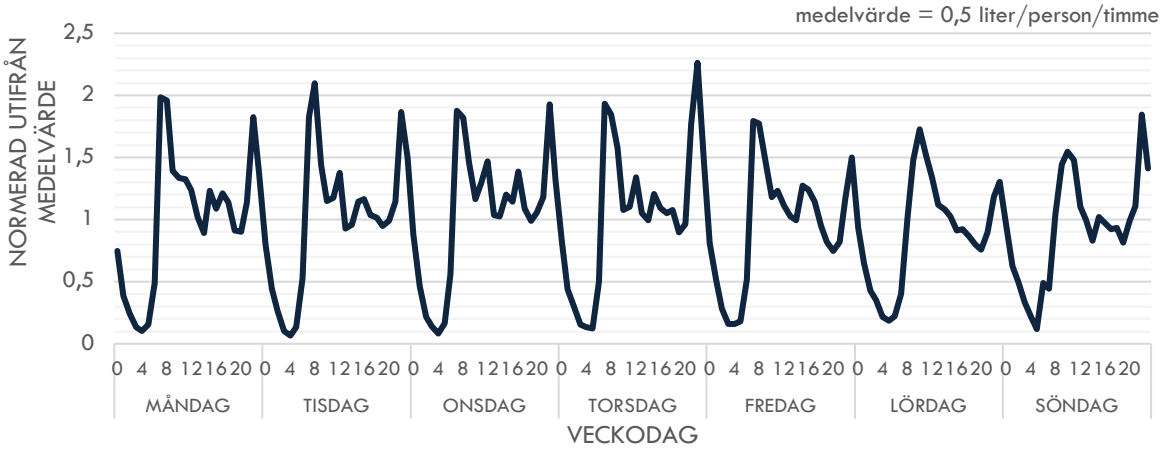
Bilaga 8 - Veckovariation per tappställe



Figur B14: Medelförbrukning för dusch per timme och veckodag i förhållande till medelvärde.

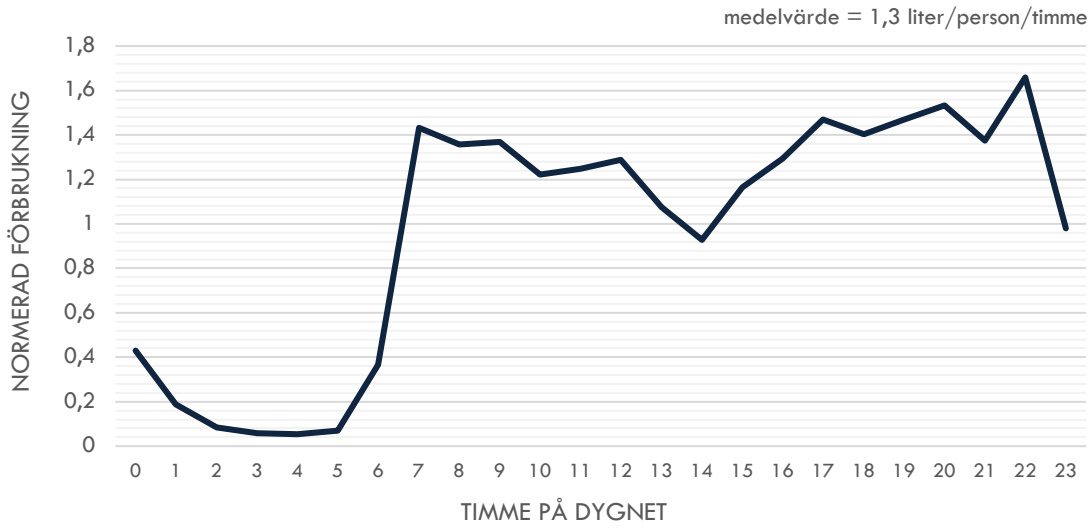


Figur B15: Medelförbrukning för WC-stol per timme och veckodag i förhållande till medelvärde.

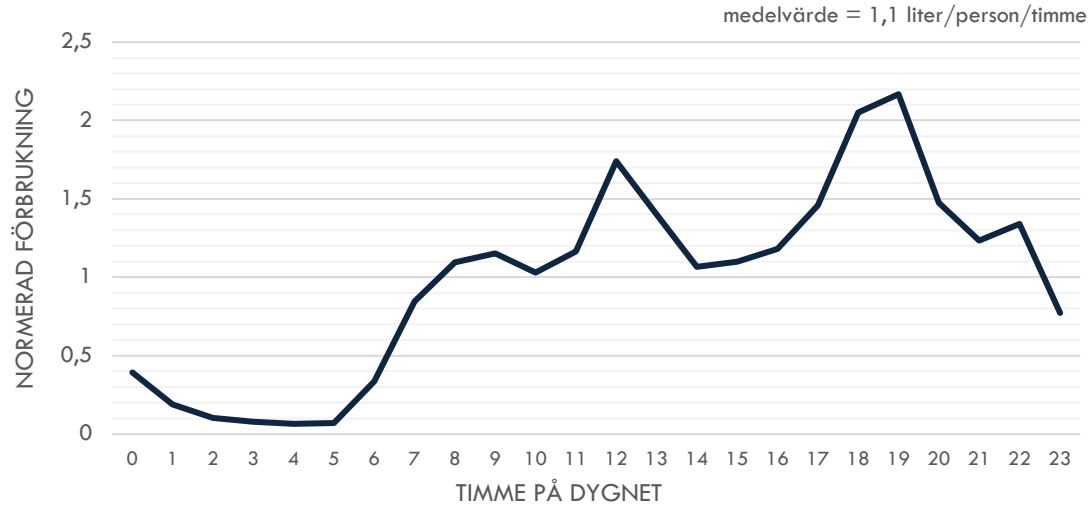


Figur B16: Medelförbrukning för tvättställ per timme och veckodag i förhållande till medelvärde.

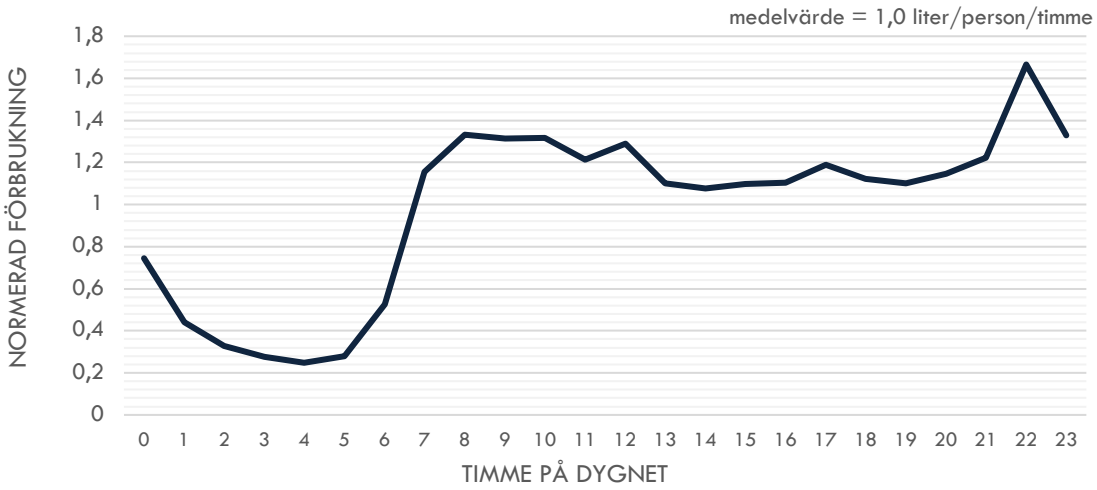
Bilaga 9 - Dygnsvariation per tappställe



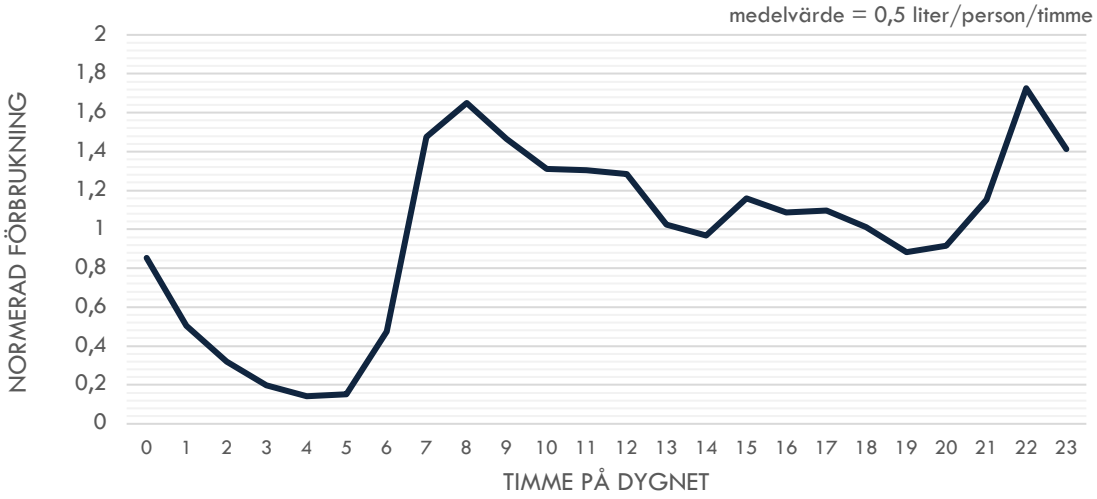
Figur B17: Medelförbrukning för dusch per timme under dygnet i förhållande till medelvärdet.



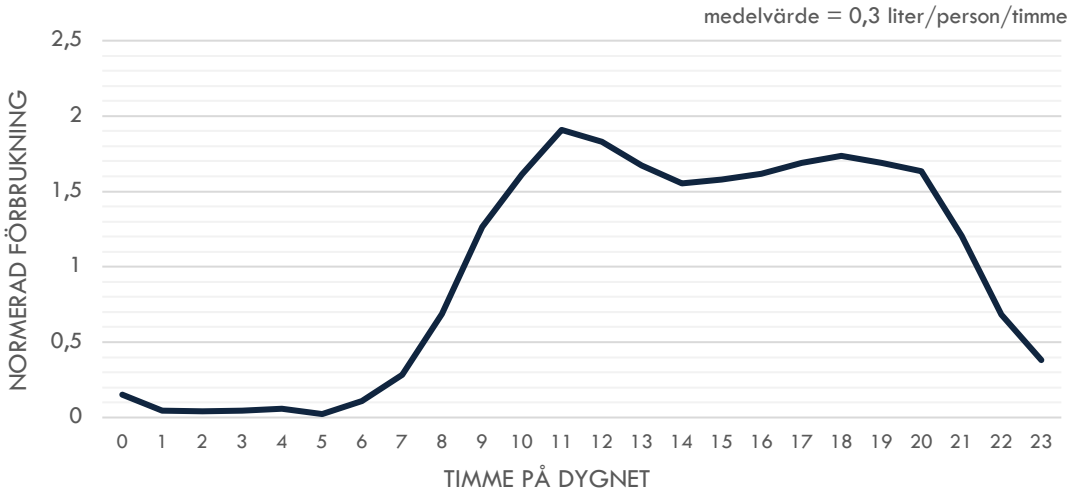
Figur B18: Medelförbrukning för tappvatten kök per timme under dygnet i förhållande till medelvärdet.



Figur B19: Medelförbrukning för WC-stol per timme under dygnet i förhållande till medelvärdet.



Figur B20: Medelförbrukning för tvättställ per timme under dygnet i förhållande till medelvärdet.



Figur B21: Medelförbrukning för tvättmaskin per timme under dygnet i förhållande till medelvärdet.

INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNAD
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2023
www.chalmers.se

CHALMERS