



Rapport

Diarienummer
NV Rapport 2020-09

Projektnummer
Examensarbete, 15 hp

Korttidsprognoser – En analys överkorrelationen mellan vattenanvändning och faktorer som väder och hemmavaro

Examensarbete, Högskoleingenjörsexamen Kemiteknik, KTH

Abdulahi Ismail Hashi
KTH i samarbete med Norrvatten

2020-09-04



EXAMENSARBETE INOM KEMITEKNIK, GRUNDNIVÅ
STOCKHOLM, 2020

Korttidsprognoser – En analys över korrelationen mellan vattenanvändning och faktorer som väder och hemmavaro

Abdulahi Ismail Hashi

EXAMENSARBETE

Högskoleingenjörsexamen
Kemiteknik

Titel:	Korttidsprognoser – En analys över korrelationen mellan vattenanvändning och faktorer som väder och hemmavaro
Engelsk titel:	Short term prognoses – A correlation analysis between water consumption and factors such as weather and staying at home
Sökord:	Hemmavaro, väder, maxdygnsfaktor, korrelation, vattenförbrukning
Arbetsplats:	Norrvatten
Handledare på arbetsplatsen:	Daniel Hellström Victor Nilsson
Handledare på KTH:	Kaye Stern, KTH CBH/IP
Student:	Abdulahi Ismail Hashi
Datum	2020-08-24
Examinator:	Kaye Stern, KTH CBH/IP

Sammanfattning

Vatten är en livsviktig råvara som har många funktioner i samhället. Vatten går bland annat till produktion av dricksvatten som kommuner förser sina kommunmedlemmar med, däribland hushåll. Hushållens vattenanvändning utgör en stor andel av den totala kommunala vattenanvändningen. Det är därför av stor vikt att vattenförsörjning sker på ett hållbart sätt. För att vattenproducenterna ska ha möjlighet att genomföra detta måste de känna till hushållens vattenförbrukningsvanor.

I det här arbetet har hushållens vattenförbrukningsvanor undersökts på uppdrag av Norrvatten. De aspekter som undersökts är vad som egentligen ligger bakom hög vattenanvändning under vissa perioder och om det har någon korrelation med väder/hemmavaro. De hushåll som undersökts omfattar villor, radhus och flerbostadshus. Samtliga hushåll ligger i Danderyds kommun, som Norrvatten förser med dricksvatten.

Resultaten visar att det finns en positiv korrelation mellan vattenförbrukning och utomhustemperatur för villor och radhus. Vattenförbrukningen ökade när temperaturen ökade, speciellt när temperaturen hade ökat successivt under en period. Den starkaste korrelationen visade villorna. För flerbostadshusen var korrelationen däremot negativ. Vattenförbrukningen minskade när temperaturen ökade. Vad gäller hemmavaro så var vattenförbrukningen under helgerna i genomsnitt högre än under vardagarna. Under höst- och sportloven var också vattenförbrukningen i regel högre än för de närliggande veckorna. Under påskloven däremot varierade vattenförbrukningen beroende på om det var flerbostadshus eller villor. För flerbostadshus skedde oftast en ökning medan det för villor skedde det motsatta.

Ett sätt att få ner maxförbrukningen kan vara att gå ut med information till allmänheten om dess vattenförbrukning. När väderprognosen visar höga temperaturer kan man gå ut med information till allmänheten via sociala medier en vecka i förväg.

Abstract

Water is a valuable element that has many essential qualities in everyday life. Some of it goes to producing drinking water that municipalities deliver to their customers, including households. It is of huge importance that the distribution takes place in a sustainable way. In order for water producers to be able to implement some changes, they need to study their customers water consumption habits, and the reasons behind them.

In this work, the water consumption habits of households have been studied closely; the reasons behind that water consumption during some periods is higher and how it correlates with weather and people spending more time at home. The households studied include villa houses, terraced houses and apartment houses, all of which are situated in the Danderyd municipality. Norrvatten, which is one of the larger water producers in the country, is Danderyds water distributor.

The study shows that there was a positive correlation between water consumption and weather for villa houses and terraced houses. Water consumption went up when outdoor temperatures were higher, especially when the increase of temperature had occurred over time. The correlation was higher for villa houses. On the other hand, apartment houses showed a negative correlation between water consumption and weather. When temperature was higher, water consumption decreased. The study also shows that there was some correlation between water consumption and people spending more time at home. In general, water consumption was higher on weekends for all households. During the autumn and spring breaks, the water consumption was higher than normal. On the contrary, during the Easter break water consumption often decreased for villa houses while the opposite occurred for apartment houses.

An approach to get high water consumption into lower levels is to go out with information to the public and let them know about their high water consumption. When weather prognoses show heightened temperature levels for the weeks ahead, there should be information to the public addressing that through social media weeks in advance.

Förord

Detta examensarbete är det avslutande momentet i kemiteknikutbildningen vid Kungliga Tekniska Högskolan KTH. Det är ett 15 högskolepoängsarbete som har gjorts på uppdrag av Norrvatten.

Jag vill rikta ett stort tack till min handledare på KTH, Kaye Stern som har uppmuntrat och peppat mig under arbetets gång. Hon har även varit tillgänglig för att hjälpa till under sin semester. Tack så mycket Kaye. En annan handledare jag också vill tacka är min handledare på Norrvatten, Daniel Hellström. Tack för att du har sett till att jag fick allt material som jag behövde till arbetet. Sist men inte minst vill jag också tacka Victor Nilsson på Norrvatten som har tagit på sig ansvaret att svara på mina frågor när det behövdes.

Definitioner

Medelvattenförbrukning

Medelvärdet på vattenförbrukning under en period delad med antal dagar i samma period

Medeldygnsfaktor

Kvoten mellan dygnsvattenförbrukningen och medelvattenförbrukningen

Maxdygnsfaktor

Kvoten mellan den högsta dygnsförbrukningen som uppmäts under en längre period och medelvattenförbrukning för samma period

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
2	Bakgrund.....	2
2.1	<i>Metod.....</i>	3
3	Vattenanvändning i Sverige	4
3.1	<i>Dricksvattendistribution.....</i>	4
3.2	<i>Hushållsförbrukning.....</i>	5
4	Empirisk studie av hushållsvattenförbrukning.....	6
4.1	<i>Tidigare studier i ämnet</i>	6
4.2	<i>Undersökta områden i den empiriska studien.....</i>	6
4.3	<i>Variation i vattenförbrukning.....</i>	7
4.4	<i>Variation i årsförbrukning</i>	7
4.5	<i>Variation i medeldygnsförbrukning.....</i>	8
5	Faktorer som påverkar vattenförbrukningen	9
5.1	<i>Temperatur</i>	9
5.2	<i>Korrelationsanalys</i>	9
5.3	<i>Nederbörd.....</i>	9
5.4	<i>Hemmavaro</i>	10
6	Resultat.....	11
6.1	<i>Variation i årsförbrukning</i>	11
6.2	<i>Korrelation mellan vattenförbrukning och temperatur.....</i>	14
7	Slutsats.....	15
8	Diskussion	16
8.1	<i>Variationer i årsförbrukning.....</i>	16
8.2	<i>Korrelation mellan vattenförbrukning och temperatur.....</i>	17
8.3	<i>Hemmavaro</i>	18
8.4	<i>Förslag till lösningar för att få ner maxförbrukningen.....</i>	18
8.5	<i>Felkällor</i>	19
8.6	<i>Förslag till vidare studier</i>	19

9	Referenser	20
10	Bilaga Variationer i årsförbrukning för åren 2018-2019	22

1 Inledning

Vattenanvändning på kommunal nivå ger inte svar på vilka specifika faktorer som ligger bakom hushållens vattenförbrukning vid olika tider på dygnet och året. Till exempel hur mycket mer vatten som används när folk spenderar mer tid hemma, hur mycket vatten som går till bevattning och fyllandet av pooler och hur det korrelerar med vädret. I denna studie undersöks dessa faktorer närmare och potentiella förklaringar diskuteras.

Korrelationen mellan vattenanvändning och faktorer som väder och hemmavaro har studerats. Arbetet bidrar till kunskap om vad som orsakar hög vattenanvändning, såsom hur mycket vatten som går till bevattning och fyllandet av pooler och hur mycket mer vatten som används när folk spenderar mer tid hemma. Målet var att försöka precisera de faktorer som låg bakom att vattenförbrukningen ökade under vissa perioder av dygnet och året. Med hjälp av vattenmätardata från olika hushåll drogs slutsatser om hur vattenanvändningen korrelerar med hemmavaro/vädret. Lösningar på hur en jämnare vattenförbrukning skulle kunna uppnås föreslås.

Examensarbetet, som är ett 15 högskolepoängsarbete på KTH, omfattar 10 veckors heltidsarbete motsvarande 400 timmar, avgränsades till att undersöka vattenförbrukningen hos 120 hushåll som ligger i Danderyds kommun. Hushållen innefattar villor, radhus och flerbostadshus som ligger utspridda i hela kommunen. Undersökningen har utförts genom att analysera vattenmätdata för de 120 hushållen. Vattenmätdata som analyserats är från åren 2018 och 2019. Slutsatserna baseras enbart på analyserade vattenmätdata för de behandlade hushållen. Andra förbrukarkategorier har inte undersökts i detta examensarbete.

2 Bakgrund

Vatten är en värdefull råvara som har många livsavgörande funktioner i samhället. Kommunal vattenanvändning i riket uppgick till 863 miljoner kubikmeter år 2015[1]. Vattnet användes bland annat till produktion av dricksvatten, i jordbruk och i industrier. Den största vattenanvändningen stod hushållen för med 57 procent av all kommunal vattenanvändning, därefter följde industrier med 7 procent och övrig användning med 36 procent[2].

Genom att utforma och hantera processer eller tekniska lösningar för produktion och distribution av vatten kan en hållbar utveckling med avseende på ekonomi och ekologi till förmån för samhället säkras. Det är därför av stor vikt att stora vattenproducenter säkrar en hållbar vattendistribution.

Norrvatten är ett kommunalförbund som förser 14 olika kommuner i Stockholms län med dricksvatten. Deras kunder omfattar alltifrån hushåll till stora sjukhus och Arlanda flygplats. Norrvatten är den fjärde största dricksvattenproducenten i landet och har sitt vattenverk vid Mälaren i Järfälla kommun[3].

För att kunna utveckla sin verksamhet på ett hållbart sätt har Norrvatten startat ett projekt ”prognoser för vattenanvändning på kort och lång sikt”. Projektet skall ge en bättre bild av hur vattenanvändningen ser ut hos Norrvattens kunder under dygnets olika tider men även hur det växlar under ett år. Anledningen är att Norrvatten har sett en trend av ökande vattenförbrukning hos sina kunder de senaste åren. Sedan 2014 har vattenförbrukningen ökat med 18 procent, och Norrvattens prognoser visar att trenden kommer hålla i sig stadigt fram till 2050[4]. Genom att veta vad som styr vattenanvändningen kan effektiva sätt att få ner maxförbrukningen hittas. Vattenmätdata från 120 hushåll som ligger i Danderyds kommun har bearbetats och analyserats för Norrvattens räkning. Med mätdata som utgångspunkt har de bakomliggande orsakerna till den ökade vattenförbrukningen under vissa perioder delvis kunnat förklaras.

2.1 Metod

Examensarbetet inleddes med en litteraturstudie om vattenförbrukning och väder. Efter det utfördes kontroll och analyser av vattenmätdata som erhöles av Norrvatten. Analyserna gjordes med hjälp av Excel™. Vattenmätdata separerades efter hushållstyp och delkommun. Exempelvis var villor med pool en kategori och de i Djursholm var bland en av underkategorierna.

Kommunen är uppdelad i olika områden och det var ett önskemål att ett visst antal hushållstyper som stod i proportion till invånarantalet i respektive område skulle vara representerade i vattenmätdata från Norrvatten. När det inte var möjligt kompletterades listan med den mest dominerande hushållstypen i det aktuella området. Kommundelarna skiljer sig i storlek invånarmässigt men också i vilka hushållstyper som är mest dominerande.

Vidare studerades klimatdata om temperatur och nederbörd för att undersöka korrelationen mellan vattenförbrukning och väder. Vad gäller korrelation mellan hemmavaro och vattenförbrukning studerades vattenförbrukningen på helger och lovveckor för att se samband.

3 Vattenanvändning i Sverige

Enligt SCB var Sveriges vattenanvändning 2431 miljoner kubikmeter sötvatten och 639 miljoner kubikmeter havsvatten under år 2015. Största delen av sötvattnet, ca 80 procent, utgjordes av ytvatten från sjöar och vattendrag. Grundvattnet utgjorde ca 13 procent, och övriga källor utgjorde 7 procent.

Industrierna stod för den mesta vattenanvändningen, ca 61 procent, följda av hushåll med 23 procent och jordbruk med 3 procent. Övrig användning var 13 procent och utgjordes av bland annat byggverksamheter, hotell- och restaurangbranschen, offentlig användning samt att en del gick till förluster som uppstod i ledningsnäten mellan distributörer och mottagare.

Sverige har generellt sett stora vattentillgångar. Vattenuttaget i Sverige i förhållande till vattenresurserna är drygt 1 procent, och går till industrier, hushåll, jordbruk mm. Vattentillgångarna är dock inte jämnt fördelade över hela landet. I vissa regioner i södra och mellersta Sverige med stora folkmängder samt på Gotland och Öland, kan det råda vattenbrist under vissa perioder. Vattenbristen beror då framförallt på brist på grundvatten[5].

3.1 Dricksvattendistribution

Den kommunala vattenanvändningen utgörs av olika kategorier av förbrukare; hushåll, allmän förbrukning samt industri- och tjänsteservice. Mer än 8 miljoner människor i landet får sitt dricksvatten från kommunalt anslutna vattenverk[5].

I ett kommunalt vattenverk pumpas vattnet antingen från en ytvatten- eller grundvattentäkt. Grundvatten kan oftast utan rening distribueras vidare, medan ytvatten måste renas från olika kemikalier innan distribution till konsumenter sker. Bland annat renas allt vatten från fluor och dessutom görs pH-justering för att förhindra rost i ledningsnäten. Efter behandlingen lagras vattnet i en reservoar nära vattenverken för att sedan pumpas ut i ledningsnäten. Det finns också vattentorn ute i ledningsnäten i vissa kommuner vars syfte är att användas vid hög variation av vattenförbrukning under dygnet samt att jämna ut trycket i systemet[6].

Vattenverken levererar vatten till kommuner vilka i sin tur distribuerar vattnet vidare till olika konsumenter. Kommunerna sköter också kontakten med konsumenter och installationen av vattenmätare.

3.2 Hushållsförbrukning

Hushållsförbrukningen stod för 23 procent av Sveriges vattenanvändning och 75 procent av den kommunala sötvattenanvändningen år 2015[5]. Den genomsnittliga vattenanvändningen i Sverige är 140 liter per person och dygn. Vattnet går till bland annat mat och dryck, hygien, toalettspolning samt tvätt och disk[7].

Flerbostadshus har i genomsnitt en vattenförbrukning på mellan 120–260 liter per person och dygn, medan småhus har 100–220 liter per person och dygn[8].

4 Empirisk studie av hushållsvattenförbrukning

För att besvara frågeställningen om hur korrelationen mellan vattenförbrukning och väder/hemmavaro ser ut, har en empirisk studie gjorts. Under genomförandet har det, utöver vattenmätdata, samlats andra data såsom temperatur och nederbörd. Även tidigare studier i ämnet och områden som examensarbetet behandlar har undersökts.

4.1 Tidigare studier i ämnet

Utifrån frågeställningen har studier inom samma områden undersökts. De flesta gick ut på att undersöka bakomliggande orsaker till variation av vattenförbrukning under dygnet och året i syfte att dimensionera vattenledningar till planerade byggområden. Vissa har undersökt hushållsvattenförbrukningen i andra syften. Ett exempel på detta är artikeln av Linkola et al[9] där vattenförbrukningen för flerbostadshus i områden i Nederländerna och USA har undersökts. Undersökningen handlade om hur hemmavaro påverkade vattenförbrukningen. De jämförde hushåll bestående av ensamstående personer, småbarnsfamiljer och pensionerade par. De fann att hemmavaro resulterade i högre vattenförbrukning, framför allt till toalettspolning och i köket. Singelhushåll, som spenderade mer tid utanför hemmet, hade den lägsta vattenförbrukningen. De äldre paren, som spenderade mer tid hemma, hade som förväntat den högsta vattenförbrukningen.

Ett annat exempel är ett examensarbete av Mahmoudi et al[10] som behandlar aspekten av ökande vattenförbrukning och dess korrelation med väder bland annat. I examensarbetet har vattenanvändningen i vissa delar av Göteborg undersökts, främst i flerbostadshus, och författarna fann en negativ korrelation mellan höga temperaturer och vattenförbrukning. De menade att en möjlig förklaring kan vara att de boende spenderade tid på stranden eller annan badanläggning när temperaturen var hög.

4.2 Undersökta områden i den empiriska studien

De senaste årens trend att vattenförbrukningen ökar hos Norrvattens medlemskommuner har gett incitament till att närmare undersöka de bakomliggande faktorerna. Norrvatten har tillhandhållit vattenmätdata för 120 hushåll som ligger i Danderyds kommun. Planen har varit att analysera vattenanvändningsvanorna för de här hushållen, exempelvis vad vattnet går till vid hög användning. Om det är till bevattning av trädgårdar eller fyllandet av pooler eller både och, eller till andra aktiviteter såsom mer duschande och tvättande.

Kommunen är uppdelad i fyra delkommuner: Djursholm, Danderyd distrikt, Stocksund och Enebyberg. Djursholm och Danderyd distrikt har flest invånare, följda av Enebyberg och Stocksund. Hushållen som behandlats i arbetet ligger utspridda i hela kommunen och är av alla hushållstyper såsom villor, radhus och flerbostadshus. Vissa områden har övervägande fler av

ena sortens hushåll vilket har medfört att en viss typ av hushåll saknas helt eller delvis i undersökningen för det aktuella delområdet. I sådana fall har det i studien bestämts att hushållstypsfördelningen kompletteras med den dominerande hushållstypen i det området. På så sätt kan en representation av områden och dess hushåll i förhållande till invånarstorlek uppnås.

4.3 Variation i vattenförbrukning

Enligt den erhållna vattenmätdata från Norrvatten skiljer sig vattenförbrukningen i hushållen åt. Generellt har flerbostadshus högre medelvattenförbrukning per person än radhus och villor. När det kommer till vattenförbrukningsvariationerna i förhållande till årstider har villor störst variation. Detta kan bero på att villor oftast har antingen trädgårdar som bevattnas och/eller pooler som fylls. Det leder till att stora variationer av vattenförbrukningen uppstår vid olika årstider, och syns tydligast under en viss period, exempelvis under somrarna när temperaturen har ökat successivt under en period.

4.4 Variation i årsförbrukning

För att få en helhetsbild och skapa en förståelse för skillnaderna mellan åren 2018 och 2019 har vattenmätdata för båda åren undersökts och jämförts i den empiriska studien.

Variationen i årsförbrukning var tydlig för de flesta hushåll. Året 2018 hade i snitt högre vattenförbrukning än 2019 i de flesta kategorier, särskilt under det andra och tredje kvartalet.

Villor, både med och utan pool, i Danderyd distrikt avvek lite då totalvattenförbrukningen var högre för 2019 än 2018. För resterande delkommuner var totalvattenförbrukningen för villor högre under 2018. När året uppdelades i kvartal, hade de andra och tredje kvartalen under 2018, där sommaren ingår, högst vattenförbrukning för samtliga områden.

Radhus som undersökts i studien var från två delområden, Djursholm och Enebyberg. Båda hade högre totalvattenförbrukning under 2019 än under 2018 även om skillnaderna inte var så märkbara. I Djursholm var dock förbrukningen andra och tredje kvartalen 2018 högre än under 2019. Största bidraget till att 2019 hade högre totalvattenförbrukning än 2018 var de första och fjärde kvartalens högre vattenförbrukning. I Enebyberg däremot var de andra och tredje kvartalen högre under 2019.

Flerbostadshus hade generellt högre vattenförbrukning under de första och fjärde kvartalen för samtliga områden. Vissa hushåll saknade mätdata för några kvartal under antingen ena året eller under båda åren vilket gjorde att man inte kunde få en totalvattenförbrukning som representerade hela kategorin.

4.5 Variation i medeldygnsförbrukning

Årsmedelförbrukning kunde undersökas för de flesta hushåll som ingår i studien. Vattenmätningarna brukar tas en gång om dagen på vardagarna, och en gång för hela helgen inklusive fredag. Det har medfört att beräkandet av medelvattenförbrukning på dygnbasis inte har varit möjligt.

5 Faktorer som påverkar vattenförbrukningen

Den markanta ökningen av vattenförbrukningen under vissa perioder har väckt frågan om vad som är orsaken till ökningen. Är det höga temperaturer och låg nederbörd som orsakar hög vattenanvändning, eller finns det andra faktorer? De aspekterna undersöks i detta kapitel.

5.1 Temperatur

För att se hur signifikant korrelationen mellan vattenförbrukning och temperaturen var, har antalet högsommardagar som registrerats för de två åren 2018–2019 undersökts. En dag som har haft en temperatur högre än 25 °C någon gång under dagen definieras som en högsommardag. Medelvärdet för referensperioden (1961–1990) var 16 högsommardagar per år, medan 2018 hade hela 56 dagar och 2019 hade 29 dagar[11].

5.2 Korrelationsanalys

En korrelationsanalys görs för att mäta hur starkt ett samband mellan olika variabler är. Excel-funktionen (korrel) har använts för att ta fram korrelationsvärdena. Förutom vattenmätdata har det även ingått klimatdata från SMHI vid korrelationsanalysen. Korrelationsvärdet som erhålls ligger mellan 1 och -1 och kallas korrelationskoefficient, r . Alla r -värden över 0 visar en positiv korrelation, dvs. att ena variabelns ökande eller minskande är beroende av den andra oberoende variabeln. Exempelvis att vattenförbrukningen (den beroende variabeln) ökar när temperaturen (den oberoende variabeln) stiger, och minskar när det blir svalare. Om r -värdena är under 0 är korrelationen negativ vilket betyder, om vi fortsätter med samma exempel, att den beroende variabeln minskar när den oberoende variabeln ökar. Korrelationen är hög när r ligger antingen nära -1 eller 1 och är icke-existerande när $r=0$ [8]. För att få korrelationen i procent används determinationskoefficienten, r^2 , vilket ger variationen i procent[8].

För att hitta korrelationen mellan vattenförbrukning och väder/hemmavaro har en korrelationsanalys genomförts. Korrelationen mellan temperatur och vattenförbrukning har genomförts med hjälp av Excel™. Korrelationen mellan hemmavaro och vattenförbrukning har fastställts genom att undersöka vattenförbrukningen på helgerna och lovveckorna i förhållande till medelvattenförbrukningen.

5.3 Nederbörd

Vattenmätdata som har analyserats i studien är från åren 2018 och 2019, två år som skiljer sig på många sätt. För det första var 2018 ett mycket varmt och torrt år. I Stockholm var 2018 det torraste året sedan 1892. Under sommaren var temperaturerna skyhöga jämfört med

normalperioden (1961–1990), ca 1–2 °C varmare[11]. Året efter, 2019, var också varmt, men något blötare än 2018. Torkan var inte lika omfattande som året innan[12].

Även nederbörden har studerats för att få en uppfattning om hur vattenförbrukningen korrelerar med nederbörd. För normalperioden (1961–1990) var det årliga nederbördsmedelvärdet 539 mm per år. För 2018 var den siffran 340 mm, den lägsta siffran i Stockholm sedan år 1892, och året därpå, 2019, var den siffran 564 mm[13].

5.4 Hemmavaro

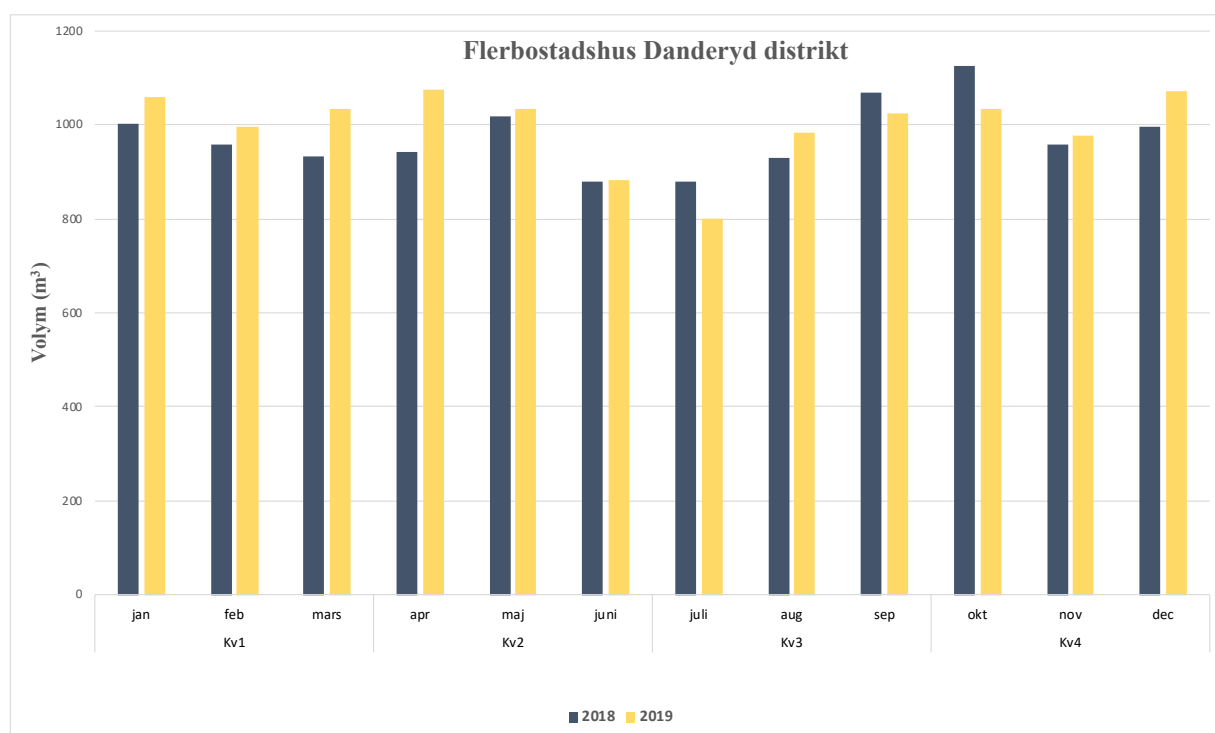
Förutom höga temperaturer sägs hemmavaro ha påverkan på hur hög vattenförbrukningen blir. Det finns åtskilliga studier som har undersökt denna korrelation och funnit ett samband. I den här studien har den aspekten också undersökts, och då handlar det specifikt om de tider folk förmodas spendera mer tid hemma, såsom helger och lovveckor.

6 Resultat

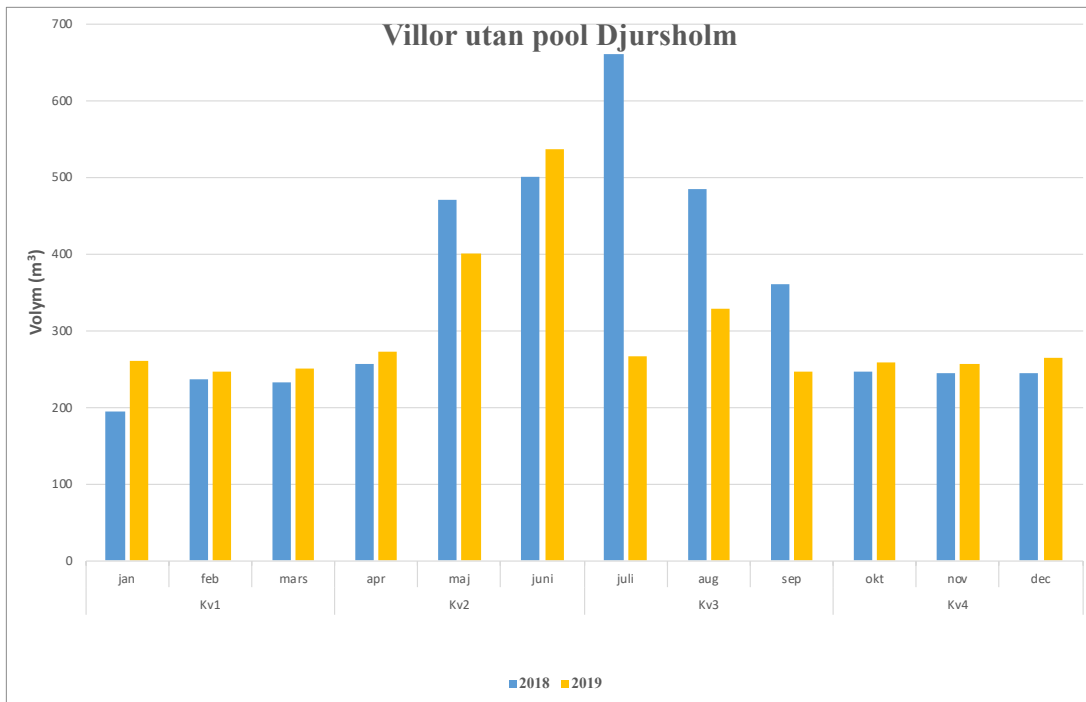
I detta kapitel redovisas resultaten för de undersökta hushållen i Danderyds kommun. I och med att hushållen har delats upp i olika kategorier, kommer en redovisning göras för varje kategori och dess delområden.

6.1 Variation i årsförbrukning

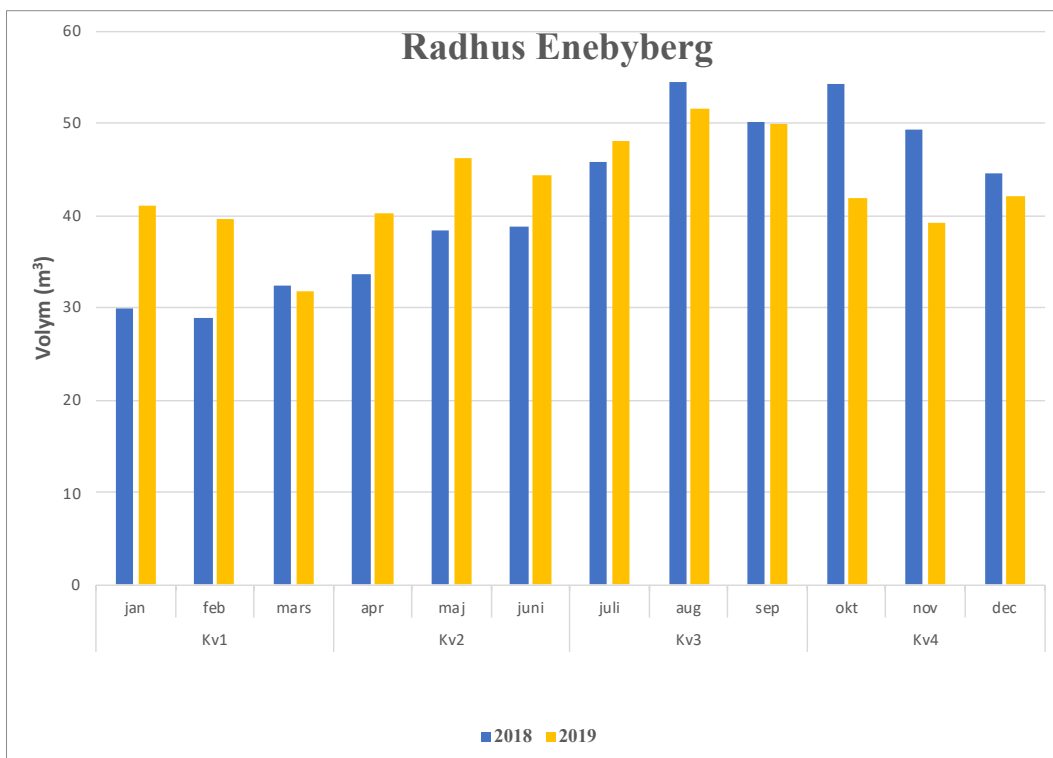
Figureorna 1–4 visar variationer i årsförbrukning för åren 2018 och 2019 för alla kategorier och delområden. Det är fyra grafer som visas här, en för varje kategori, för att visa variationen mellan åren. Resterande grafer finns i Bilaga 1.



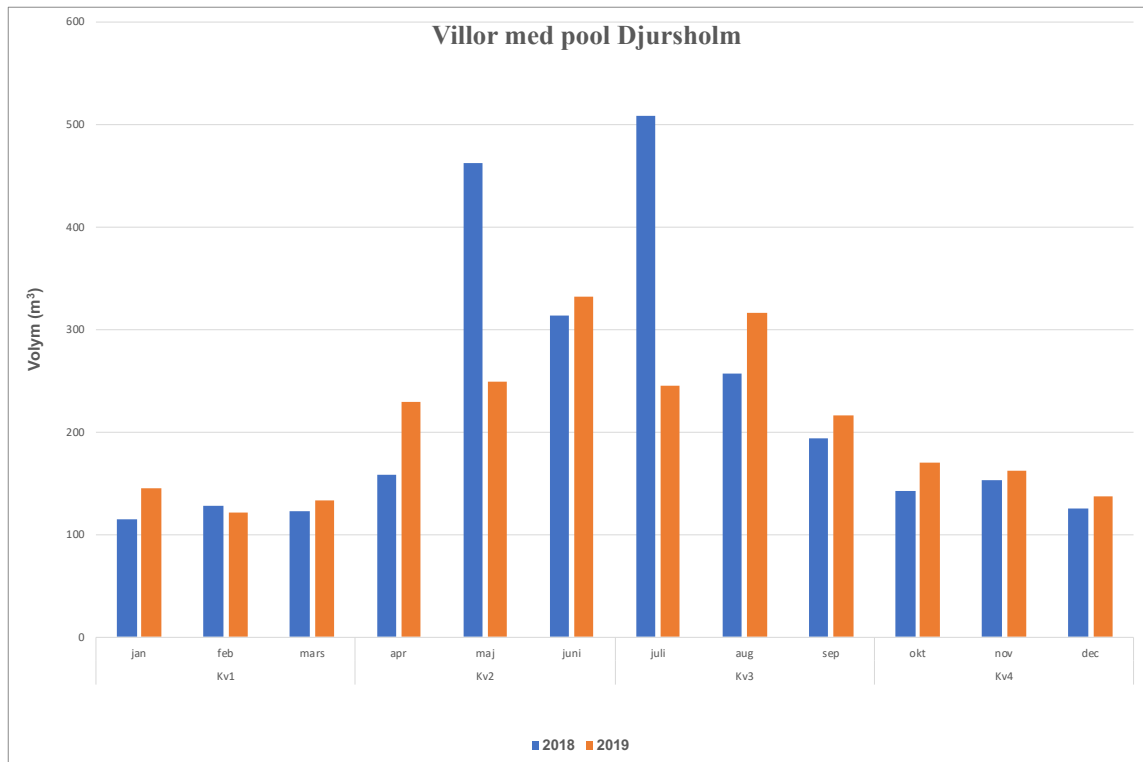
Figur 1 Variation i årsförbrukning för flerbostadshus Danderyd distrikt



Figur 2 Variation i årsförbrukning för villor utan pool Djursholm



Figur 3 Variation i årsförbrukning för radhus Enebyberg



Figur 4 Variation i årsförbrukning för villor med pool Djursholm

6.2 Korrelation mellan vattenförbrukning och temperatur

I tabellen nedan redovisas korrelation mellan temperatur och vattenförbrukning. En korrelationsanalys är gjord för var och en av delområdena i respektive kategori.

Tabell 1 Korrelationsanalys villor med pool

Villor med pool (21st)	Korrelationstal(r-tal)	r² (%)
Djursholm (10st)	0,32	10,24
Danderyd distrikt (6st)	0,16	2,56
Enebyberg (5st)	0,09	0,81

Tabell 2 Korrelationsanalys villor utan pool

Villor utan pool (66st)	Korrelationstal(r-tal)	r² (%)
Djursholm (20st)	0,39	15,21
Danderyd distrikt (24st)	0,45	20,25
Enebyberg (15st)	0,31	9,61
Stocksund (7st)	-0,09	0,81

Tabell 3 Korrelationsanalys flerbostadshus

Flerbostadshus (23st)	Korrelationstal(r-tal)	r² (%)
Djursholm (5st)	-0,16	2,56
Danderyd distrikt (11st)	-0,29	8,41
Enebyberg (3st)	-0,35	12,25
Stocksund (4st)	-0,14	1,96

Tabell 4 Korrelationsanalys radhus

Radhus (10st)	Korrelationstal(r-tal)	r² (%)
Djursholm (5st)	0,11	1,21
Enebyberg (5st)	0,29	8,41

7 Slutsats

Korrelationen mellan vattenförbrukning och väder/hemmavaro var som tydligast när temperaturen hade ökat successivt under en period, och under helger och vissa lovveckor.

Under 2018, då högsommardagarna var nästan dubbelt så många och mer sammanhängande än under 2019, var korrelationen som tydligast. För villor med och utan pool var korrelationen tydligare jämfört med för radhus och flerbostadshus.

Vad gäller hemmavaro så var vattenförbrukningen under helgerna i genomsnitt högre än under vardagarna. Under sport- och höstloven var också vattenförbrukningen i regel högre än för de närliggande veckorna. Under påskloven däremot varierade vattenförbrukningen beroende på om det var flerbostadshus eller villor. För flerbostadshus skedde oftast en ökning medan för villor skedde det motsatta. Det var vanligare för villor att vattenförbrukningen antingen låg på noll eller mindre än vanligt jämfört med flerbostadshus.

8 Diskussion

I det här kapitlet diskuteras och reflekteras över resultatet. Förutom det diskuteras även felkällorna.

8.1 Variationer i årsförbrukning

Vattenförbrukningsmönstren i förhållande till årstider liknar varandra under båda åren, till exempel att villor både med och utan pool har mindre vattenförbrukning under de första och fjärde kvartalen och mer vattenförbrukning under de andra och tredje kvartalen. För flerbostadshus är det den motsatta trenden som gäller, dvs. att för de första och fjärde kvartalen är förbrukningen större än för de mellersta. Radhus liknar mer villor då vattenförbrukningen ökar under de mellersta kvartalen.

Villor både med och utan pool har som sagt högre vattenförbrukning under sommarhalvåret. Skillnaden mellan åren 2018 och 2019 ligger i att vattenförbrukningen år 2018, främst de mellersta kvartalen, var högre. En förklaring kan vara att sommarmånaderna under 2018 som var varmare än genomsnittet bidrog till det höga vattenanvändandet. När man jämför maj månad under båda åren, en sval (2019) och en varm (2018), ser man en tydlig skillnad som visar en högre vattenförbrukning under maj 2018 för villor med och utan pool. En majmånad som beskrivits som en av de varmaste och torraste majmånaderna på många håll i landet och inte minst i Stockholm. Den här tydligheten i skillnad mellan åren kan delvis besvara frågan om vattnet går till fyllandet av pooler och/eller bevattning när det är varmare och torrare. Eftersom skillnaden i vattenförbrukning inte är lika tydlig i de andra kategorierna, radhus och flerbostadshus, kan man säga att den höga vattenförbrukningen mestadels beror på vattenanvändningen i villor med och utan pool.

För flerbostadshus är skillnaderna i vattenförbrukning inte så märkbar som för villor. Vattenanvändningen var generellt högre under de första och fjärde kvartalen till skillnad från villor som ökade sin vattenförbrukning under de andra och tredje kvartalen. Det här visar att vattenförbrukningen i flerbostadshus har mer att göra med hemmavaro än väder. Exempelvis hade maj under 2019 högre vattenförbrukning än maj 2018, då maj 2019 var svalare och sannolikt gjorde att folk stannade inomhus. Högre temperaturer gör, i de flesta delområden, att vattenförbrukningen minskar något jämfört med de andra kategorierna, villor och radhus, som ökar sin vattenanvändning vid varmare väder.

I kategorin radhus fanns bara data för två delområden av totalt fyra, och det var inte heller många hushåll till antalet. Mönstren i vattenförbrukning liknade mer villornas då vattenanvändandet ökade under de mellersta kvartalen. Skillnaden var att ökningen inte var lika påtaglig som den var för villor.

Om ett hushåll i en kategori och delområde saknade vattenmätdata för en period eller hade för låg vattenförbrukning jämfört med året innan/efter under samma period har det hushållet inte tagits med i diagrammet. Det har förekommit att ett antal hushåll i vissa områden hade för låg vattenförbrukning under det fjärde kvartalet under 2019 jämfört med under 2018. Om det rörde sig fler än ett hushåll i samma delområde som hade för låg vattenförbrukning under en viss period har lösningen varit att inte ta med den perioden i diagrammet. Detta har gjorts för att det inte skulle ge en felaktig bild av vattenförbrukningen mellan åren.

8.2 Korrelation mellan vattenförbrukning och temperatur

För att få fram hur korrelationen mellan vattenförbrukning och temperatur ser ut har en korrelationsanalys för samtliga hushåll tagits fram med hjälp av Excel. Månaderna som undersöktes var maj-juli 2018, då de ansågs vara mesta tillförlitliga och representerbara för alla kategorier. Korrelationen var positiv för villor med och utan pool och för radhus. Däremot var den negativ för flerbostadshus.

Villor med och utan pool hade en ganska stark positiv korrelation mellan vattenförbrukning och temperatur. Det var tydligt att vattenförbrukningen ökade när temperaturen ökade, speciellt när temperaturen ökade successivt under en tid. Det bekräftar hypotesen om att vattenförbrukningen korrelerar med temperaturen. En intressant iakttagelse var att ju fler hushåll som ingick i undersökningen för ett delområde desto tydligare syntes korrelationen. Danderyd distrikt hade flest villor utan pool och hade också den starkaste korrelationen. Samma sak gällde Djursholm, som hade flesta villor med pool och visade den starkaste korrelationen mellan vattenförbrukning och temperatur i Djursholm.

Flerbostadshusens vattenförbrukning hade en negativ korrelation med temperaturen. På samma sätt som för villorna spelade även här antalet hushåll i varje delkategori roll. Danderyd distrikt hade flest flerbostadshus i undersökningen och visade en hög negativ korrelation. Dock hade Enebyberg med sina tre flerbostadshus den högsta korrelationen. Man kan säga att antalet hushåll avgör hur stark eller svag korrelationen blir. På samma sätt som fler hushåll kan ha en påverkan på korrelationsanalysen kan få hushåll också ha samma effekt. För att få en bra representation ska många hushåll ingå i undersökningen.

Radhusens vattenförbrukning hade en positiv korrelation med temperaturen, dock inte lika hög som villorna. Undersökta områden var Djursholm och Enebyberg, fem stycken hushåll i varje delområde. Radhus i Djursholm hade högre korrelation mellan vattenförbrukning och temperatur. Skillnaden mellan dem kan bero på olika saker men eftersom enda tillgängliga data till undersökningen var just vattenmätdata kan inte någon vidare analys göras.

8.3 Hemmavaro

Hur hemmavaro påverkar vattenförbrukningen undersöktes i arbetet. Genom att närmare studera vattenförbrukningen under de perioder som man kan anta att folk är hemma, dvs. helger och lovveckor, kunde ett par saker noteras. Helger hade allmänt högre vattenförbrukning än vardagar i samtliga hushåll. Flerbostadshus hade generellt sett högre vattenförbrukning under lovveckorna än båda radhus och villor. Vissa lovveckor var det svårt att få fram vattenförbrukningen för just den veckan då vattenmättningsdata togs antingen flera dagar för tidigt eller för sent. Exempelvis om veckan sträckte sig mellan 21–28 oktober och vattenmätningen gjordes den 24:e och sen den 1:a eller 2:a november. Då uppskattades ett värde som verkade rimligt.

För alla kategorier har inte lovveckorna inneburit en högre vattenförbrukning. För villor var det vanligare att påsklovens vattenförbrukning låg på noll eller mindre än vanligt. Sportlovens första helg brukade ha något högre vattenförbrukning men den avtog snabbt under kommande vecka. Radhus följde oftast det vanliga mönstret att helger och lovveckor hade hög vattenförbrukning. I och med att antalet hushåll i radhus inte var många var det också svårt att se någon tydlig skillnad.

8.4 Förslag till lösningar för att få ner maxförbrukningen

Hållbar utveckling med avseende på bland annat vatten är en viktig aspekt i debatten om hur man kan tackla klimatförändringar. Vattenanvändningsvanorna i en del av världen kan ha påverkan på andra delar av världen[14]. Det är därför av stor vikt att medborgarna i samhället utbildas i hållbar vattenanvändning för att de inte bara ska tänka lokalt utan globalt. Kunskap om att ens egen vattenförbrukning även har en global påverkan medför att folk blir mer medvetna om sin vattenanvändning och kan motivera dem till att bidra till en mer hållbar värld. Sverige har generellt sett inte ont om vattenresurser, men det innebär inte att svenskarna ska basera sin vattenanvändning enbart på detta faktum.

Ett annat sätt att få ner maxförbrukningen kan vara att gå ut med information till allmänheten om dess vattenförbrukning. Till exempel att vattenverket riktar sig till de kommuner där vattenförbrukningen ökar som mest under vissa perioder. Det är känt att det finns en korrelation mellan vattenförbrukning och temperatur. När väderprognosen visar höga temperaturer kan man gå ut med information till allmänheten via sociala medier en vecka i förväg.

Ett tredje sätt kan vara att i varje hushåll installera smarta mätstationer som ger återkoppling om hur ens vattenförbrukning ser ut och vad vattnet egentligen går till. En studie som har gjorts i New South Wales i Australien gick ut på att undersöka om man genom att ge konstant feedback till kunderna kunde påverka hushållens vattenförbrukning och därmed främja hållbar

vattenförbrukning. Kunderna fick tillgång till sin vattenförbrukningsinformation i pappersform och via en online portal. Förutom att kunna se sin egen vattenförbrukning kunde man också se sina grannars vattenförbrukning. Detta för att motivera kunderna att minska sitt vattenanvändande genom en tävlingsanda men också för en hållbar vattenförbrukning. I studien fann man att smarta mätstationer med konstant feedback hade en positiv påverkan på hushållens vattenanvändningsvanor[15].

8.5 Felkällor

Det är några felkällor som mer eller mindre rör alla kategorier som har uppmärksammats under arbetets gång.

Även om hushållen var uppdelade i kategorier och underkategorier, och på så sätt kategorivis liknade varandra var det ändå en hel del saker som skilde dem åt. Under vissa datum var det endast data från ett fåtal hushåll som representerade hela delområdet. Exempelvis när Danderyd distrikt som har 11st flerbostadshus skulle analyseras för ett visst datum var det inte ovanligt att data var tillgängligt för endast tre hushåll. Det här gällde alla kategorier och delområden.

En annan felkälla kan vara antalet hushåll som har ingått i korrelationsanalysen. Det har visat sig att ju fler hushåll desto starkare var korrelationen. Vissa kategorier hade få hushåll i vissa delområden, något som kan ha påverkat korrelationsanalysens resultat.

8.6 Förslag till vidare studier

Det har varit väldigt givande att kunna undersöka vattenförbrukningen för ett enskilt hushåll och kunna följa hushållets årsvariation. Tyvärr var det bara vattenmätdata som var tillgängligt för arbetet vilket inte kunde svara på många viktiga frågor såsom varför vanorna ser ut som de gör, och vad det är som skiljer samma typ av hushåll åt som innebär att det har så olika vattenförbrukningsvanor. Under analysarbetet har det framkommit att fler hushåll i varje kategori hade gett ett tillförlitligare resultat.

Ett förslag till vidare studier är att samla mer data än bara vattenmätdata och att utöka antalet hushåll i varje kategori. Ett annat förslag är att utgå ifrån vattenmätdata som är tagna på samma sätt under hela den undersökta tidsperioden.

9 Referenser

1. Statistiska centralbyrån. Vattenanvändning, 1000-tal kubikmeter efter användargrupp och vart 5:e år[internet]. Stockholm: SCB; U.Å.
<http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/>
[Hämtad: 2020-06-20]
2. Statistiska centralbyrån. Vattenanvändning, 1000-tal kubikmeter efter användargrupp och vart 5:e år. Vattenanvändning, 1000-tals kubikmeter efter användargrupp. 2015[internet]. Stockholm: SCB; U.Å.
<http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/>
[Hämtad:2020-06-20]
3. Norrvatten. Om norrvatten[internet]. Stockholm: Norrvatten; U.Å.
<https://www.norrvatten.se/-Om-Norrvatten/>
[Hämtad:2020-05-23]
4. Norrvatten. Dricksvattendistribution[internet]. Stockholm: Norrvatten; U.Å.
<https://www.norrvatten.se/dricksvatten/dricksvattenproduktion/>
5. Statistiska centralbyrån. Vattenanvändning i Sverige 2015. Stockholm: SCB, enheten för miljöekonomi och naturresurser; 2017.
https://www.scb.se/contentassets/bcb304eb5e154bdf9aad3fbc063a0d3/mi0902_2015a01_br_miftbr1701.pdf
6. Svenskt Vatten. Distribution av dricksvatten[internet]. Stockholm: Svenskt Vatten.
<https://www.svensktvatten.se/vattentjanster/dricksvatten/distribution/>
[Uppdaterad:2016-04-01]
[Hämtad: 2020-07-21]
7. Svenskt Vatten. Dricksvattenfakta[internet]. Stockholm: Svenskavatten.
<https://www.svensktvatten.se/fakta-om-vatten/dricksvattenfakta/>
[Senast uppdaterad:2016-04-01]
[Hämtad:2020-07-21]
8. Ivansen A, Ahlberg F. Analys över variationer i vattenförbrukning och dess påverkandefaktorer - En fallstudie över områden i Borås. Examensarbete KTH; 2016.
<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:943369/FULLTEXT01.pdf>

9. Linkola L, Andrews C, Schuetze T. An Agent Based Model of Household Water Use. Mdpi. 2013-07-17, Vol.5 (3), p.1082-1100
<https://www.mdpi.com/2073-4441/5/3/1082/htm>
10. Nazanin, Mahmoudi. Hushållens vattenanvändning i Göteborg Statistisk studie utifrån utomhustemperatur, byggår och socioekonomisk påverkan. Examensarbete Uppsala universitet; 2017.
<http://uu.diva-portal.org/smash/get/diva2:1154485/FULLTEXT01.pdf>
11. SMHI. Året 2018 - Varmt, soligt och torrt år: Stockholm: SMHI.
<https://www.smhi.se/klimat/2.1199/aret-2018-varmt-soligt-och-torrt-ar-1.142756>
[Senast uppdaterad:2019-04-18]
[Hämtad: 2020-07-17]
12. SMHI. Året 2019 - Varmt och blött. Stockholm: SMHI.
<https://www.smhi.se/klimat/2.1199/aret-2019-varmt-och-blott-1.154497>
[Senast uppdaterad:2020-03-20]
[Hämtad: 2020-07-17]
13. Stockholms stad. Årsnederbörd. Stockholm: Stockholms stad; U.Å.
<http://miljobarometern.stockholm.se/klimat/klimat-och-vaderstatistik/arsnederbord/>
[Hämtad 2020-07-28]
14. Michelsen G, Rieckmann M. 2015. The Contribution of Education for Sustainable Development in Promoting Sustainable Water Use. In: Leal Filho W., Sümer V. (eds) Sustainable Water Use and Management. Green Energy and Technology. Springer, Cham.
https://link-springer-com.focus.lib.kth.se/chapter/10.1007/978-3-319-12394-3_6
15. Liu A, Giurco D, Mukheibir P. 2017. Water Supply: Advancing household water-use feedback to inform customer behavior for sustainable urban water. IWA publishing. 17 (1): 198-205
<https://iwaponline-com.focus.lib.kth.se/ws/article/17/1/198/29996/Advancing-household-water-use-feedback-to-inform>

10 Bilaga Variationer i årsförbrukning för åren 2018-2019

Alla grafer till variationer i årsförbrukning för åren 2018 och 2019 som inte har visats i resultatet visas här.

