
Svenskt Vatten

UTVECKLING

Rapport
Nr 2020-7

Dimensioneringstal för vattenförbrukning

Hans Hammarlund
Kristen Törneke
Linnéa Siegwan

Svenskt Vatten

UTVECKLING

Svenskt Vatten Utveckling (SVU) är kommunernas eget FoU-program om kommunal VA-teknik. Programmet finansieras i sin helhet av kommunerna. Programmet lägger tonvikten på tillämpad forskning och utveckling inom det kommunala VA-området.

Författarna är ensamt ansvariga för rapportens innehåll, varför detta ej kan åberopas såsom representerande Svenskt Vattens ståndpunkt.

Svenskt Vatten Utveckling

Svenskt Vatten AB

POSTADRESS BOX 14057, 167 14 Bromma

BESÖKSADRESS Gustavslundsvägen 12, 167 51 Bromma

TELEFON 08-506 002 00

E-MAIL svensktvatten@svensktvatten.se

www.svensktvatten.se

RAPPORTENS TITEL	Dimensioneringstal för vattenförbrukning
TITLE OF THE REPORT	Design values for Water Consumption
FÖRFATTARE	Hans Hammarlund, Krister Törneke, Linnéa Siegwán; Tyréns AB
RAPPORTNUMMER	2020-7
ANTAL SIDOR	58
SAMMANDRAG	Projektets huvudsyfte var att kartlägga vattenförbrukningen för olika vattenanvändare samt förbrukningens variation i tiden – och att jämföra detta med dagens riktlinjer för dimensionering av vatten- och spillvattensystem. Behövs det nya rekommendationer för dimensionerande förbrukningstal? Projektet ger stöd för att fortsätta använda de rekommendationer som har tillämpats sedan 2001 enligt Svenskt Vattens publikation VAV P83.
ABSTRACT	The main purpose of this project has been to make analyses of water consumption for different types of consumers, and the temporal variation of water consumption – and to compare this to design values given in publications from the Swedish Water and Wastewater Association, Svenskt Vatten. Is there a need for new design values? The project supports continued use of those design values that have been in use since 2001 as given in the publication VAV P83.
SÖKORD	Vattenförbrukning, maxdygn, maxtimme, dimensioneringstal
KEYWORDS	Water consumption, daily maximum, hourly maximum, design value
MÅLGRUPPER	VA-huvudmän, konsultbolag; Personer som arbetar med dimensionering av dricksvattennät och spillvattennät samt hydraulisk modellering av sådana nät
RAPPORT	Finns att hämta hem som PDF-fil från Svenskt Vattens hemsida www.svensktvatten.se
UTGIVNINGÅR	2020
UTGIVARE	© Svenskt Vatten AB

Om projektet

PROJEKTNUMMER	15-113
PROJEKTETS NAMN	Studie om dimensioneringstal för vattenförbrukning
PROJEKTETS FINANSIERING	Svenskt Vatten Utveckling, Tyréns AB
GRAFISK FORM	Bertil Örtenstrand, Ordförrådet ab

Förord

Kunskap om vattenförbrukningen och dess variation i tiden är en viktig förutsättning vid dimensionering av vatten- och avloppssystem. Vår vattenanvändning förändras kontinuerligt, och det har därför funnits anledning att se över de dimensioneringstal som rekommenderas i Svenskt Vattens publikationer. I samband med revideringen av VAV P83 ville Svenskt Vatten få bättre underlag för bedömning av förbrukningsvariationer. Därför beviljade Svenskt Vatten Utveckling medel till det här projektet som har bedrivits av en arbetsgrupp inom Tyréns AB. Examensarbetare har tagits in i projektet för att belysa olika frågeställningar med koppling till vattenförbrukningens variation.

Ökad användning av fjärravlästa vattenmätare har under de senaste åren gett tillgång till allt bättre underlag för att bedöma hur förbrukningen hos olika brukarkategorier varierar under året, veckan och dygnet. Den ursprungliga ambitionen var att göra en mer omfattande analys av förbrukningen hos olika kategorier och i olika situationer. Men trots tillgång till omfattande data saknades underlag för att genomföra alla planerade analyser. Resultatet är därför begränsat och domineras av hushållens förbrukning samt förbrukning i blandade områden. Det visar med stöd av en stor mängd data att det tills vidare inte finns anledning att frånga de rekommendationer som tillämpats sedan 2001. Men med tanke på den växande tillgången till flödes- och förbrukningsdata står vi sannolikt bara i början av en utveckling mot betydligt bättre kunskap om vattenförbrukningen.

Studien har genomförts med hjälp av omfattande underlag från ett antal VA-organisationer: Alvesta kommun, Borås Energi och Miljö, Bostadsbolaget (Göteborg), Göteborg Kretslopp och vatten, Kalix kommun, Karlstads kommun, Kungsbacka kommun, Mälarenergi, Norrvatten och NSVA. Vi vill särskilt tacka personalen i dessa organisationer som har sammanställt och tillhandahållit mätdata. Vi vill också tacka deltagarna i referensgruppen (se kapitel 3) som bidragit med kunskap och värdefulla synpunkter. Slutligen vill vi tacka de studenter som bidragit med analyser och utveckling inom ramen för sina examensarbeten. De har alla bidragit till att studien har kunnat genomföras.

Stockholm i februari 2020

Hans Hammarlund och Krister Törneke, Tyréns AB

Innehåll

Bibliografiska uppgifter	1
Förord	2
Sammanfattning.....	4
Summary	5
Begrepp som används i rapporten	6
1 Bakgrund	7
1.1 Dimensionering	7
1.2 Specifik förbrukning och variation	7
1.3 Maxvärden för högsta förbrukning	7
2 Syfte och frågeställningar	9
2.1 Huvudfrågeställningar	9
2.2 Övriga frågeställningar	9
3 Genomförande	11
3.1 Förstudie	11
3.2 Projektorganisation	11
3.3 Leverantörer av mätdata	12
3.4 Kvalitetssäkring av mätdata	12
3.5 Kvalitetskontroll av mätdata	15
3.6 Framtagande av min- och maxfaktorer	17
4 Dimensioneringstal – resultat och diskussion	19
4.1 Årstids- och veckovariation	19
4.2 Högsta och lägsta dygnsförbrukning.....	22
4.3 Maximal timförbrukning	25
5 Utläcke från ledningsnätet.....	30
5.1 Data från debiteringssystem.....	30
5.2 Analys av nattförbrukning.....	30
5.3 Vald metod	31
6 Nyttan av flödesmätning.....	32
7 Vattenförbrukning i vissa typer av områden.....	34
7.1 Verksamheter	34
7.2 Korrelation mellan olika brukarter	34
7.3 Fritidshus och studentbostäder	35
7.4 Temperatureffekter.....	35
7.5 Boendekategorier och åldersgrupper	38
8 Slutsatser och rekommendationer.....	40
8.1 Dimensionerande förbrukning i hushåll	40
8.2 Dimensionerande förbrukning i verksamheter	42
8.3 Dimensionerande förbrukning i blandade områden.....	43
8.4 Säkerhetsfaktor	43
Referenser	45
Bilaga A – Förstudie om dimensioneringstal för vattenförbrukning	46

Sammanfattning

Projektets huvudsyfte var att kartlägga vattenförbrukningen för olika vattenanvändare samt förbrukningens variation i tiden – och att jämföra detta med dagens riktlinjer för dimensionering av vatten- och spillvattensystem. Behövs det nya rekommendationer för dimensionerande förbrukningstal? Projektet ger stöd för att fortsätta använda de rekommendationer som har tillämpats sedan 2001 enligt Svenskt Vattens publikation VAV P83.

Dimensionering av distributionssystem för vatten tar hänsyn till medelförbrukning (specifik förbrukning per person) och till förbrukningens variation under året och dygnet. I samband med revideringen av VAV P83 ville Svenskt Vatten få bättre underlag för att bedöma förbrukningsvariationer. Därför fick Tyréns AB medel för att i samverkan med några examensarbetare genomföra projektet. Efter kvalitetskontroll av mätdata utfördes analyser med mätserier dels från brukare, dels från ledningsnätet. Två metoder för att korrigera mätserierna med hänsyn till utläckage från ledningsnätet prövades, men båda valdes bort eftersom de innebar alltför stor osäkerhet.

Vid dimensionering är det viktigt att känna till den högsta förbrukning som kan inträffa med olika varaktighet, och därför behöver olika maxvärden kunna tas fram. Värdena beräknas genom att en eller flera faktorer används tillsammans med medelförbrukningen. Faktorerna kallas maxdygn- och maxtimfaktorer och finns i publikationerna VAV P83 (vattenledningsnät) och Svenskt Vatten P110 (dag-, drän- och spillvatten). Den dimensionerande hushållsförbrukningen för större områden kan beräknas som produkten av medelförbrukningen, maxdygnfaktorn och maxtimfaktorn. Maxdygnfaktorn är medelflödet under årets maxdygn dividerat med medelflödet under året, och maxtimfaktorn definieras som den högsta medelförbrukningen under en timme dividerat med medelförbrukningen under dygnet.

Studien visar att det är svårt att göra säkra beräkningar av vattenförbrukningens variation. Trots det kan några tydliga slutsatser dras. En slutsats är att den dimensionerande hushållsförbrukningen för större områden kan beräknas som produkten av medelförbrukningen, maxdygnfaktorn och maxtimfaktorn, helt enligt vedertagen praxis. Projektets rekommenderade värden för dessa faktorer överensstämmer med värdena i VAV P83. Författarna avråder från användning av motsvarande värden i Svenskt Vatten P110. Det betyder att man bör använda värdena i VAV P83 även vid dimensionering av spillvattennät. Det är inte lämpligt att införa begreppet maxtimfaktor (år) som grund för att beräkna högsta timförbrukningen, eftersom det är svårt att skilja mellan felaktiga och korrekta höga värden vid analys av mätserier över ett eller flera år.

Samma värde för maxtimfaktor bedöms kunna användas oavsett förbrukningens storlek under det aktuella dygnet. Rekommendationen bygger på mätvärden för hushåll och för blandade områden där hushåll dominerar. Studien ger inget stöd för att tillämpa andra värden på maxdygn- och maxtimfaktorn i blandade områden med stort inslag av hushåll än dem som rekommenderas för renodlad hushållsförbrukning.

Summary

The main purpose of this project has been to make analyses of water consumption for different types of consumers, and the temporal variation of water consumption – and to compare this to design values given in publications from the Swedish Water and Wastewater Association, SWWA. Is there a need for new design values? The project supports continued use of those design values that have been in use since 2001 as given in the SWWA publication VAV P83.

Design of Water Distribution and Sanitary Sewer Systems in Sweden is based on average daily water consumption per person and the daily and yearly variation of this consumption. For the work to update VAV P83 the Swedish Water and Wastewater Association needed updated water consumption data, including peak water consumption. For this reason, the consultancy Tyréns were given funds to implement this project in cooperation with students doing thesis projects. In the project analyses were made on quality checked consumption data measured at the location of the consumers and in the water distribution system. Two different methods for correcting measured values to water leakage were evaluated but discarded since the error margin of the corrections would be too large.

Water distribution systems are designed for the maximum expected water consumption, which needs to be calculated on daily and hourly basis. The design water consumption is calculated based on average water consumption and peak factors for maximum daily and hourly values. Recommended values for these factors are given in the SWWA publications VAV P83 and P110. Design water consumption in households, for large areas can be calculated as average water consumption multiplied by maximum daily factor and multiplied by maximum hourly factor. Maximum daily factor is calculated as the maximum daily water consumption divided by the average daily water consumption. Maximum hourly factor is calculated as the water consumption during the peak hour divided by the average hourly water consumption of the same day.

The project finds that it is difficult to obtain, with a high degree of certainty, the temporal variation of water consumption. Despite this it has been possible to draw conclusions from the study. One conclusion is that design water consumption for households can be calculated as average water consumption multiplied by the maximum daily factor and the maximum hourly factor, in accordance with the common method in use. Recommended maximum factors are the same as those in VAV P83. The authors of the study advice not to use those given in P110. The factors in VAV P83 should be used for design of sewer networks as well as water distribution networks. It is not suitable to include a new design factor calculated as maximum hourly consumption in a year divided by the average hourly consumption for that year, since it is difficult to distinguish between individual peak values and errors in measured flow.

The same maximum hourly factor can be used on all days of the year. This recommendation is based on measured data from domestic users and mixed areas with a dominant share of domestic users. The project did not find any basis for using different factors for mixed areas with a large share of domestic users as compared to areas with only domestic users.

Begrepp som används i rapporten

Begrepp	Förklaring
Dimensionerande förbrukning	Högsta förväntad förbrukning = produkten av medelförbrukning, maxdygnfaktor och maxtimfaktor
Maxdygnfaktor (år)	Medelflödet under årets maxdygn delat med medelflödet under året
Maxtimfaktor (år)	Medelflödet under årets maxtimme delat med medelflödet under året
Maxtimfaktor (maxdygn)	Medelflödet under maxdygnets maxtimme delat med medelflödet under maxdygnet
Maxtimfaktor (medeldygn)	Medeldygnets för varje år har definierats som det dygn då medelflödet ligger närmast årsmedelflödet. Maxtimfaktorn för detta dygn avses.
Maxtimfaktor (mindygn)	Medelflödet under mindygnets maxtimme delat med medelflödet under mindygnet
Maxtimfaktor (mindygn, år)	Medelflödet under mindygnets maxtimme delat med medelflödet under året
Mindygnfaktor (år)	Medelflödet under årets mindygn delat med medelflödet under året
Specifik förbrukning/ medelförbrukning	Förbrukning exempelvis per person
Vattenflöde	Vattenmängd per tidsenhet

1 Bakgrund

En allmän VA-anläggning ska tillhandahålla den vattenmängd per tidsenhet som behövs för bebyggelsen inom verksamhetsområdet med hänsyn till skyddet för människors hälsa och miljön. Om möjligt ska även andra allmänna intressen tillgodoses. Därför är det nödvändigt att analysera vattenbehovet för förbrukningen i hushåll och verksamheter.

Det största vattenbehov som uppstår under normala förhållanden och pågår under en timme eller längre ska kunna tillgodoses. Vidare ska vattenbehovet under kritiska driftförhållanden kunna tillgodoses inom rimliga gränser. Det är inte självklart att vatten för trädgårdsbevattning ska kunna levereras under en varm och torr sommar.

1.1 Dimensionering

All dimensionering av distributionssystem för dricksvatten utgår från en bedömning av framtida vattenförbrukning. Vid nyexploatering måste en första uppskattning ofta göras utifrån ett osäkert underlag. Det är sedan viktigt att beräkna den dimensionerande vattenförbrukningen på nytt när det finns mer detaljerat underlag att tillgå.

Vid beräkning av den framtida vattenförbrukningen inom ett område är det lämpligt att analysera vattenbehovet för olika ändamål, bland annat hushållsförbrukning (enbostads- och flerbostadshus), verksamheters förbrukning (sjukhus, vårdcentraler, förskolor, skolor, motions- och turistanläggningar, handel, kontor och industri) samt läckage från ledningsnätet.

Dimensionering av svenska vatten- och spillvattensystem baseras bland annat på rekommendationer i Svenskt Vattens publikationer. Vid dimensioneringen tas hänsyn till medelförbrukningen och till förbrukningens variation under året och dygnet.

1.2 Specifik förbrukning och variation

Medelförbrukningen beskrivs ofta som ”specifik förbrukning”, det vill säga förbrukning per person. Över en längre tid har det noterats en långsamt men stadigt sjunkande trend som i många fall har vägt upp befolkningsökningen.

Förbrukningens variation är komplex. Vi förbrukar olika mycket vatten vid olika tider beroende på dygnsvanor och årstidsvariationer. Men variationen är också en effekt av att vi rör oss, exempelvis mellan hemmet, arbetsplatsen och fritidshuset, och därför förbrukar vatten på olika platser vid olika tidpunkter.

1.3 Maxvärden för högsta förbrukning

Vid dimensionering av ledningar och anläggningar för distribution av dricksvatten är det viktigt att känna till den högsta förbrukning som kan inträffa med olika varaktighet. Därför behöver flera olika maxvärden kunna tas fram utifrån så aktuella data som möjligt. Dessa värden beräknas genom att en eller flera faktorer används tillsammans med medelförbrukningen. Faktorerna kallas maxdygn- och maxtimfaktorer och finns i till exempel Svenskt Vattens publikationer VAV P83 (Allmänna vattenledningsnät) och Svenskt Vatten P110 (Avledning av dag-, drän- och spillvatten).

Den dimensionerande hushållsförbrukningen för större områden kan beräknas som produkten av medelförbrukningen, maxdygnfaktorn och maxtimfaktorn. Maxdygnfaktorn definieras som medelflödet under årets maxdygn delat med medelflödet under året, och maxtimfaktorn definieras som den högsta medelförbrukningen under en timme delat med medelförbrukningen under dygnet.

Tyréns AB har genom ett par examensarbeten (Näsman-Melander, 2012; Abdu och Ullén, 2014) sett att det finns ett behov av att se över dessa faktorer. Näsman-Melander (2012) har visat att valet av maxdygn- och maxtimfaktorer inom föreslagna intervall enligt Svenskt Vatten P90 (som senare kom att anges även i P110) kan få stora konsekvenser med avseende på hur stora åtgärder som behövs på befintligt ledningsnät när nya områden ska anslutas. Kostnadsskillnaderna kan bli betydande mellan att inte behöva åtgärda de befintliga vatten- och spillvattennäten och att behöva lägga om långa ledningssträckor till större dimension. Abdu och Ullén (2014) drog slutsatsen att dagens dimensioneringsparametrar troligtvis ligger onödigt högt, baserat på analys av uppmätt vattenförbrukning med timupplösning från 13 kommuner.

2 Syfte och frågeställningar

Projektets huvudsyfte var att utifrån mätdata kartlägga vattenförbrukningen för olika vattenanvändare samt förbrukningens variation i tiden – och att jämföra detta med dagens riktlinjer för dimensionering av vatten- och spillvattensystem.

Vattenförbrukningens variation skulle analyseras som underlag för eventuellt nya rekommendationer om dimensionerande vattenförbrukning och spillvattenavledning.

2.1 Huvudfrågeställningar

Studiens syfte var att undersöka specifik förbrukning och dimensionerande flöde, framför allt maxdygn- och maxtimfaktorer. Resultat, slutsatser och rekommendationer som gäller projektets huvudsyfte presenteras i rapportens kapitel 4 och 8.

Maxdygn- och maxtimfaktorer

Behövs det nya rekommendationer för dimensionerande vattenförbrukning och spillvattenavledning? Flödes- och förbrukningsdata skulle analyseras med syftet att beräkna nya rekommenderade värden på maxdygn- och maxtimfaktorer, i första hand för hushåll och i mån av datatillgång även värden för andra förbrukartyper.

Specifik förbrukning

Hur kan nya rekommenderade värden på specifik vattenförbrukning se ut, fördelat på bland annat antal boende i hushåll, antal anställda på kontor, antal elever på skolor och antal bäddar på hotell och sjukhus. Går det att använda andra fördelningsnycklar än antal personer, till exempel antal kvadratmeter butiksyta? Specifik medelförbrukning för hushåll och andra förbrukartyper skulle studeras.

2.2 Övriga frågeställningar

Projektets huvudsyfte var att analysera vattenförbrukningens variation som underlag för nya rekommendationer om dimensionerande vattenförbrukning och spillvattenavledning. Men studien har också undersökt och belyst ett antal andra områden med koppling till vattenförbrukningen och dess tidsmässiga variation. Dessa områden presenteras här i avsnitt 2.2.

Kvalitetssäkring av mätdata

Går det att bedöma kvalitet på mätdata från vattenledningsnät utan att behöva göra kontrollmätningar? Kvaliteten på mätdata som insamlats skulle undersökas genom teoretiska beräkningar och analyser samt kontrollmätningar i utvalda punkter. Om möjligt skulle även en metod tas fram för att i framtiden bättre kunna bedöma kvaliteten på mätvärden. Resultat om kvalitetssäkring av mätdata presenteras i rapportens kapitel 3.

Utläckage från ledningsnätet

Hur påverkar utläckaget från ledningsnätet den uppmätta vattenförbrukningens variation? Frågan blev föremål för en studie inom projektet, bland annat undersöktes vad som kan hända när kommunernas debiteringssystem används som underlag för att bedöma utläckage och annan odebiterad förbrukning. Resultat som gäller utläckage från ledningsnätet presenteras i kapitel 5.

Nyttan av flödesmätning

Under senare år har det blivit vanligare att kommuner har kontinuerlig flödesmätning i ett antal punkter på vattenledningsnäten. Genom frågeformulär och telefonintervjuer med kommuner som under en längre tid haft fast installerade flödesmätare skulle

projektet kartlägga vilken nytta kommunerna haft av flödesvärdena. Syftet var att få fram underlag för beslut om att eventuellt installera fasta flödesmätare i fler kommuner. Resultat om nyttan av flödesmätning presenteras i kapitel 6.

Vattenförbrukning i vissa typer av områden

Under genomförandet av projektet framkom det önskemål om vissa typer av områden där det vore intressant att få bättre underlag för dimensionerande vattenförbrukning: fritidshus, studentbostäder och pendling in-ut. Även blandområden identifierades som intressanta, det vill säga hur olika förbrukargrupper påverkar varandra med tanke på att maximum för vattenförbrukningen sker vid olika tidpunkter.

Trädgårdsbevattning föreslogs som ett delmoment som syftade till att identifiera dygn med hög förbrukning till trädgårdsbevattning och föreslå metoder för att bedöma hur hänsyn ska tas till detta i dimensioneringen. Denna analys kunde även innefatta andra exempel på stor förbrukning som förekommer sällan, till exempel uppfyllnad av trädgårdspool.

Under ett referensgruppsmöte togs ett antal parametrar upp som kan förväntas påverka vattenförbrukningen och som därför borde studeras mer ingående, bland annat vattentryck, soltimmar och temperatur. Även andra parametrar har undersökts inom projektet, till exempel bostadstyp (villa, radhus), ålder på boende i området, socioekonomiska aspekter samt områdestyp (exempelvis innerstad och förort).

Resultat som gäller vattenförbrukning i vissa typer av områden presenteras i kapitel 7.

3 Genomförande

Projektet inleddes med en förstudie för att undersöka om det fanns tillräckligt mycket mätdata för att genomföra projektet.

3.1 Förstudie

Förstudien redovisas i en bilaga till rapporten.

Ett tiotal kommuner angav i förstudien att de hade tillgång till mätvärden för sammanlagt cirka 100 distributionsområden, och detta bedömdes tillräckligt för att en kvalificerad analys skulle kunna genomföras. Vidare fanns mätvärden som gick att använda i studien från minst 10 000 brukare. Förstudien kom fram till att tillräckligt underlag bedömdes finnas.

Projektet har i huvudsak genomförts genom analyser av de mätdata som erhållits, samt genom studier av specifika frågeställningar.

3.2 Projektorganisation

Projektet har bedrivits av en arbetsgrupp hos Tyréns AB i dialog med Svenskt Vatten. Examensarbetare från flera högskolor och universitet togs in i projektet för att belysa olika frågeställningar. Examensarbetena har kontrollerats och analyserats av Tyréns, och resultaten har inarbetats i rapporten. Examensarbetena finns upptagna i referenslistan i slutet av rapporten.

Till projektet knöts en referensgrupp som representerar svenska kommuner, VA-bolag och konsultföretag. Följande personer ingick i gruppen:

David Heldt, Norrvatten
Johan Lindeblom, Borås Energi och Miljö AB
Joakim Ekberg, Borås Energi och Miljö AB
Anders Larsson, Göteborg stad Kretslopp och vatten
Mohammed Abdu, Göteborg stad Kretslopp och vatten
Dan Winskog, Karlstads kommun
Frida Moberg, Kungsbacka kommun
Hannes Rydberg, Kungsbacka kommun
Michael Camden, Tekniska verken i Linköping
Bo Westergren, Stockholm Vatten
Ulf Nilsson, Jokkmokks kommun
Dennis Fasth, Köpings kommun
Lars Engström, Mälarenergi
Stefan Jonsson, Sydsvatten
Julia Johansson, Trollhättan Energi AB
Silje Handeland, Upplands Väsby kommun
Simon Bengtsson, NSVA
Johan Grees, Gästrike Vatten AB
Magnus Philipsson, Lidingö kommun
Christer Holmberg, Botkyrka kommun
Anne Adrup, Svenskt Vatten
Daniel Blomquist, Sweco
Jonatan Larsson, Sweco
Robert Elfving, Ramböll
Daniel Erneborn, Ramböll

Magnus Sundelin, Ramböll
Johan Spännare, DHI
Kjell Lundqvist, Vatten&Miljöbyrå
Thomas Johansson, WSP

3.3 Leverantörer av mätdata

Majoriteten av insamlade mätdata kommer från landets mellersta och södra delar med undantag för en kommun i norr. Följande kommuner och bolag har bidragit med mätdata till studien:

- Alvesta kommun
- Borås Energi och Miljö
- Bostadsbolaget (Göteborg)
- Göteborg Kretslopp och vatten
- Kalix kommun
- Karlstads kommun
- Kungsbacka kommun
- Mälarenergi (Västerås)
- Norrvatten
- Nordvästra Skånes Vatten och Avlopp AB (NSVA)

3.4 Kvalitetssäkring av mätdata

Studien bygger huvudsakligen på två typer av mätdata, båda med tidssteget en timme eller kortare, dels mätning av förbrukningen i områden med hjälp av zonindelning i ledningsnät, dels mätning av vattenförbrukningen hos brukare.

De mätserier som erhållits har kontrollerats dels med tanke på om de är kompletta, dels med tanke på misstänkt felaktiga värden. Efter kvalitetskontroll har analyser utförts med mätserier från brukare och från ledningsnätet.

3.4.1 Mätdata från distributionsanläggningen

De mätserier som beskriver förbrukningen i zoner med brukare är framtagna på olika sätt. I vissa fall representeras förbrukningen inom ett avgränsat område av det uppmätta inflödet till området. För andra, ofta något större områden, är förbrukningen ett beräknat värde där hänsyn tas till både utflödet och inflödet. Punkterna där mätningarna har utförts varierar även beroende på mätserie. Vanligtvis har mätningarna skett i tryckstegringsstationer, men mätningar har också utförts i anslutning till vattentorn och vattenverk.

Mätvärdena från Norrvatten avser hela Norrvattens distribution till de aktuella kommunerna.

Uppmätt flöde i distributionsanläggningen är av naturliga skäl inte uppdelat på förbrukartyp. Data från samtliga distributionsanläggningar, utom Norrvatten, har analyserats tillsammans och får därmed betraktas som blandad förbrukning.

3.4.2 Mätdata från brukare

Mätning av vattenförbrukningen hos brukarna sker vanligtvis med manuellt avlästa vattenmätare. Tidsupplösningen är i regel mellan en månad och ett år, vilket är tillräckligt för att ge underlag till debitering av VA-avgifter. Men det ger inte underlag till analys av vattenförbrukningens variation. Under de senaste åren har dock fjärravlästa mätare blivit allt vanligare, och dessa ger möjlighet till att lagra mätdata med hög tidsupplösning.

Mälarenergi har bidragit med mätdata med hög tidsupplösning från olika typer av brukare. Mätserierna sträcker sig över olika långa perioder och avser storförbrukare,

flerbostadshus och fastigheter med blandade verksamheter. Mätningarna skiljer sig från dem som görs på nätet genom att de är gjorda i direkt anslutning till en eller flera fastigheter/brukare.

Även Bostadsbolaget i Göteborg har bidragit med mätvärden från enskilda brukare. Då det enbart avser bostäder i flerbostadshus och ett mindre antal mätserier har dessa bara använts i examensarbeten (Ekwall, 2016; Brandner, 2016; Mahmoudi, 2017) bland annat för att undersöka skillnaden i specifik vattenförbrukning mellan olika typer av områden (innerstad, förort med mera).

Borås Energi och Miljö har också bidragit med tio mätserier uppmätta hos brukare. Eftersom det är för få för att utgöra underlag för en egen studie har de använts tillsammans med mätserier från ledningsnäten.

3.4.3 Behandling av mätdata inför analyser

Erhållna mätserier har kontrollerats dels med avseende på om de är kompletta, dels med avseende på misstänkt felaktiga värden. Dessa kontroller beskrivs i avsnitt 3.4.4.

Mälarenergi

För mätserierna från Mälarenergi har ytterligare bearbetningar varit nödvändiga. Mätserierna har inte innehållit information om brukare eller brukarkategori. Vidare har vissa mätserier utgjort ett delflöde till en brukare. Information om brukarkategorier och kopplade mätare har erhållits i en Excelfil. Baserat på detta har mätserierna kopplats ihop med brukarkategorin och kopplade serier har slagits ihop.

Norrvatten

I mätserierna från Norrvatten finns ett fåtal värden under åren 2013 och 2015 som är i storleksordningen 20 gånger medelflödet. Dessa mätvärden har bedömts som osannolikt höga och bedömts som mätfel. De har rensats bort manuellt.

Övriga mätserier

Mätserierna från övriga kommuner och kommunala bolag har analyserats gemensamt då det varit ett mindre antal per kommun/bolag. Det avser följande:

- Alvesta
- Borås
- Karlstad
- Kretslopp och vatten (Göteborg)
- Kungsbacka
- NSVA (Bjuv, Båstad, Helsingborg, Landskrona, Svalöv och Åstorp)

I vissa av mätserierna från Kretslopp och vatten finns några tidpunkter med exceptionellt höga negativa flöden (se exempel i tabell 3.1). Värdet har i detta fall identifierats som "Incorrect value" i kvalitetskontrollen som gjordes inom ramen för ett examensarbete

Tabell 3.1
Exempel på felaktigt mätvärde i mätserie från Kretslopp och vatten i Göteborg.

Radnummer	Datum-tid	m ³ /h	Kvalitetsbedömning	Kvalitetsbedömning baserat på olika parametrar															
413	14-01-18 04:00	15,45	Ok	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
414	14-01-18 05:00	15,31	Ok	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
415	14-01-18 06:00	15,7	Ok	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
416	14-01-18 07:00	17,89	Ok	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
417	14-01-18 08:00	24,34	Ok	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
418	14-01-18 09:00	36,37	Suspicious value	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
419	14-01-18 10:00	49,81	Suspicious value	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
420	14-01-18 11:00	-1630,04	Incorrect value	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
421	14-01-18 12:00	57,56	Suspicious value	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(Ekwall, 2016). Negativa värden identifierade i examensarbetena som "Incorrect value" har ersatts med närmast medelvärdet av ej felaktiga värden.

Av mätserierna från Kretslopp och vatten har fem serier inte använts i analysen då de under analysarbetet och efter manuell bedömning ansetts innehålla orimliga värden som inte var tillräckligt avvikande för att analysprogrammet automatiskt skulle rensa bort dem. Det ansågs inte heller lämpligt att gissa vilka värden som skulle vara rimliga att ersätta dem med. Exempel på en mätperiod i en av de serier som valts bort framgår av tabell 3.2.

I detta exempel ersätts extremvärdena över 20 000 med medeltimförbrukningen eftersom de är mer än 100 gånger medelförbrukningen. Men värdet 236,1 behålls då det "bara" är 90 gånger medelförbrukningen (se metod i avsnitt 3.5.3 nedan). Detta värde slår igenom även då serien läggs ihop med ett flertal andra serier.

2014-10-09 14:00	2,4
2014-10-09 15:00	2,5
2014-10-09 16:00	2,5
2014-10-09 17:00	4,2
2014-10-09 18:00	4,9
2014-10-09 19:00	5,1
2014-10-09 20:00	5,7
2014-10-09 21:00	4,8
2014-10-09 22:00	4,6
2014-10-09 23:00	4,3
2014-10-10 00:00	3,2
2014-10-10 01:00	2,3
2014-10-10 02:00	2,0
2014-10-10 03:00	1,9
2014-10-10 04:00	1,9
2014-10-10 05:00	22 073,1
2014-10-10 06:00	22 077,4
2014-10-10 07:00	44 160,9
2014-10-10 08:00	22 086,1
2014-10-10 09:00	48 593,8
2014-10-10 10:00	39 764,5
2014-10-10 11:00	22 096,4
2014-10-10 12:00	236,1
2014-10-10 13:00	2,4
2014-10-10 14:00	2,4
2014-10-10 15:00	2,6
2014-10-10 16:00	2,9
2014-10-10 17:00	3,4
2014-10-10 18:00	3,5

Tabell 3.2

Exempel på en mätperiod i en av de serier som valdes bort. Värdena i den högra kolumnen anges i m³/timme.

Från övriga kommuner/bolag har mätserier valts bort om de saknat mätvärden under längre sammanhängande perioder. Det har bland annat varit vanligt att mätserier saknat mätvärden under årets första en eller två månader. Ett fåtal serier har även valts bort då det efter kontroll med de som levererat serien funnits en osäkerhet kring vilken enhet som gäller för mätvärdena.

3.5 Kvalitetskontroll av mätdata

En viktig förutsättning för att studien ska bli rättvisande är att de mätdata som används i analyserna håller god kvalitet och på ett korrekt sätt representerar den verkliga vattenförbrukningen. För att undersöka möjligheten till att kvalitetsgranska tillhandahållna data samt utveckla en metod som kan användas i samma syfte så kopplades inledningsvis två examensarbeten till projektet, nämligen Eliasson (2016) och Ekwall (2016). Användningsområdet för en metod skulle vara att kunna identifiera mätserier som är olämpliga att använda i en analys eftersom de innehåller ett stort antal mätfel, samt att i mätserier med ett fåtal fel identifiera dessa och rensa bort dem.

De två studenterna använde olika metoder för att försöka identifiera mätfel. Resultatet av båda examensarbetena blev att det går att identifiera vissa typer av mätfel. Det visade sig också möjligt att med ganska god träffsäkerhet identifiera perioder då flödet var ovanligt högt på grund av vattenläckor. Vattenläckor är förvisso inget mätfel men det kunde eventuellt ha funnits anledning att rensa bort dessa mätvärden i en studie som är inriktad på vattenförbrukningen hos konsumenterna.

De metoder som togs fram visade sig vara för tidskrävande för att användas till den stora mängd mätserier som till slut blev tillgängliga i projektet. Vidare visade sig ingen av metoderna kunna identifiera tillräckligt stor andel av mätfelen för att metoderna skulle vara tillräckligt användbara. Metoderna användes till slut för att identifiera mätserier som innehöll ett stort antal mätfel och därmed var olämpliga att använda i projektet.

3.5.1 Kvalitetskontroll baserat på metoder från examensarbeten

Eliasson (2016) studerade mätserier från större distributionsområden samt mätserier för enskilda brukare, och presenterade metoder för att statistiskt granska flödesdata med avseende på outliers och avvikande värden. Med hjälp av regressionsanalys och skurlängdskodning kunde outliers och olika typer av mätfel identifieras i mätserierna. Analys av förändringspunkter gjorde det möjligt att identifiera avvikande värden i en given sekvens, till exempel större läckor.

Genom att studera serier med flödesdata från zoner inom Göteborgs kommun kunde Ekwall (2016) identifiera olika ”typfel”. Baserat på dessa utvecklades en metod för att identifiera avvikande värden kopplade till fel i driftövervakningssystem samt rörbrott. Detta möjliggjordes genom studier av respektive series första- och andraderivata samt förändringen i vattenförbrukning under timmar med lägst konsumtion. Arbetet visade också att andra händelser som inträffar på nätet återspeglas i de serier som är tänkta att representera vattenförbrukningen. För att kunna identifiera dessa krävs kunskap om händelser eller ytterligare data från systemet.

En gemensam slutsats i båda rapporterna är att det är möjligt att identifiera vissa typer av avvikelser som är felaktiga och icke representativa för de studerade mätserierna. Samtidigt identifierar metoderna även andra värden som inte kan förklaras och inte säkerligen kan klassas som felaktiga. För att göra en bedömning av om dessa värden är korrekta eller felaktiga krävs expertkunskap eller ytterligare information om systemet.

Innan analyserna för denna studie påbörjades utfördes kvalitetskontroll enligt båda metoderna ovan av de ursprungligen tillhandahållna dataserierna. Eftersom båda metoderna flaggar suspekta mätvärden uppstod möjligheten att innan analysen av data initierades rensa bort specifika värden eller hela mätserier som ansågs vara av mindre önskvärd kvalitet.

3.5.2 Diskussion kring kvalitetskontroll

Eliasson (2016) och Ekwall (2016) visade att de framtagna metoderna kunde användas för att identifiera vissa felaktiga mätvärden samt även mätvärden som av andra skäl avvek. Till exempel visade Ekwall (2016) att hans metod kunde identifiera perioder som högst sannolikt innebär att ett större utläckage uppstått och därefter reparerats.

3.5.3 Alternativ metod

Metoderna som tagits fram av Eliasson (2016) och Ekwall (2016) har använts för att identifiera och rensa bort vissa uppenbart felaktiga värden samt att välja bort mätserier som enligt båda metoderna innehåller ett stort antal felaktiga värden. Metoderna har dock inte gett mätserier som kan anses vara felfria.

I en analys som bland annat har till syfte att identifiera extremvärden (maxtim, maxdygn) är det vanskligt att rensa bort värden som bedöms vara osannolikt stora. Det blir svårt att dra en gräns som gör att felaktiga extremvärden inte ger utslag på analysen, samtidigt som extremvärden som är korrekta ingår i analysen.

En alternativ (och enklare) metod har därför tagits fram inom projektet och använts för mätvärdena från Västerås (Mälarenergi). Dessa tillkom under projektets gång, och på grund av den stora mängden data (> 6 000 tidsserier) ansågs det inte möjligt att utföra kvalitetskontroll enligt de ganska tidskrävande metoder som togs fram av Eliasson (2016) och Ekwall (2016).

Den alternativa metod som används tar sin utgångspunkt i följande:

- Det stora antalet mätserier. Om ett flertal av dessa summeras kommer enstaka fel i någon av dessa mätserier att bli obetydliga i sammanhanget.
- Vissa felaktiga värden är uppenbarligen felaktiga och återkommer i många av serierna, till exempel värdet 655,35 i serier som normalt innehåller värden i storleksordningen 0,01–1,5. Enheten är m³/timme.
- Ganska vanligt förekommande är att det finns ett mycket högt mätvärde följt av ett stort antal tidssteg med nollvärden. En analys visade att det höga mätvärdet troligtvis är en summa av alla de mätvärden som egentligen borde ha stått på dessa rader i stället för noll. Analysen genomfördes genom att det höga värdet dividerades med antalet tidssteg med nollvärden. Det visade sig då att detta värde i allmänhet låg nära den aktuella seriens medeltimförbrukning.

Analys för Mälarenergis serier har enbart genomförts på serier som är helt kompletta, det vill säga innehåller ett värde varje timme under hela året. Därmed sorterades cirka 30 procent av serierna bort, men det stora antalet serier säkerställde att det ändå fanns ett tillräckligt stort underlag för analyserna.

En första analys visade att om värden som är mer än 100 gånger seriens årsmedelvärde rensades bort är det tillräckligt för att eliminera (sannolikt) felaktiga mätvärden som hade inverkan på mätanalyserna. Om gränsen sattes lägre, till exempel 50 gånger seriens årsmedelvärde, så hade detta mycket liten inverkan på analysresultaten, varför det ansågs bättre att välja det högre gränsvärdet som enbart sorterar bort ett fåtal värden. Ytterligare analyser visade också att det var onödigt att rensa bort värden som var lägre än 5 m³/timme även om dessa var mer än 100 gånger seriens årsmedelvärde. Alla värden < 5 m³/timme behölls därför. Som exempel uppgick det totala antalet värden som rensades bort från serierna för 2013 till 86 av totalt 5,5 miljoner värden (631 kompletta serier med ett värde varje timme), det vill säga cirka 1,5 hundradels promille.

Där mätserierna innehållit ett högt värde följt av mer än 25 nollvärden i rad har dessa nollvärden samt det höga värdet ersatts av medelvärdet beräknat som det höga mätvärdet delat med antalet tidssteg med nollor plus tidssteget med det höga värdet.

Metoden att eliminera felaktiga mätvärden genom att lägga ihop en stor mängd uppmätta serier i vilka ett fåtal uppenbarligen felaktiga värden rensats bort får anses vara överlägsen metoder som går ut på att identifiera felaktiga mätvärden i enskilda serier. Metoden har möjliggjorts tack vare den mycket stora mängd mätserier som erhållits från Mälarenergi. Att denna stora mängd mätserier skulle finnas tillgänglig var inte känt då examensarbetena påbörjades.

Det enda fall där metoden inte fungerat tillfredsställande är för kopplade mätserier, det vill säga där den mätserie som analyserats slagits samman av flera enskilda serier. Där har det ibland funnits perioder där vissa av serierna innehållit ett högt värde följt

av nollor medan vissa andra inte haft detta. Då har det blivit ett ovanligt lågt flöde, dock inte noll, under dessa perioder i den sammanslagna serien, och därför har det höga flödet inte fördelats ut som ett medelvärde. Om det höga värdet har varit mindre än 100 gånger seriens medelflöde har detta heller inte rensats bort som orimligt stort. I analyserna av maxdygn- och maxtimfaktorer har det visat sig att dessa sammanslagna serier med kvarvarande höga värden har utmärkt sig med ovanligt höga faktorer. Då dessa felaktigheter identifierats i kontrollen efter analysen har det dock varit möjligt att bortse från dessa.

För analyser av mätserier från andra områden än Västerås (Mälarenergi) har det inte funnits ett lika stort antal serier. Serierna från Norrvatten har kontrollerats manuellt då det rörde sig om ganska få serier. Övriga serier har i huvudsak analyserats på samma sätt som de från Mälarenergi. Dessa serier är uppmätta på distributionsnätet och innehåller därför ofta betydligt större områden med större vattenförbrukning. Vidare finns det bland dessa några som är avsevärt mycket större än de flesta andra. Ett mätfel i en av mätserierna med stor vattenförbrukning slår därför igenom även i analyser där ett flertal serier lagts ihop. Av det skälet har det för dessa varit nödvändigt att rensa bort onormalt höga värden med ett något annorlunda urval än för Mälarenergi. Följande metod har använts:

- Mätvärden under 5 m³/timme har alltid behållits
- Mätvärden inom intervallet 5–100 m³/timme har ersatts med seriens medelvärde om ett enskilt timvärde varit mer än 100 gånger större än medelvärdet.
- Mätvärden inom intervallet 100–1 000 m³/timme har ersatts med seriens medelvärde om ett enskilt timvärde varit mer än 50 gånger större än medelvärdet.
- Mätvärden större än 1 000 m³/timme har ersatts med seriens medelvärde om ett enskilt timvärde varit mer än 20 gånger större än medelvärdet.

3.6 Framtagande av min- och maxfaktorer

Huvudsyftet med projektet har varit att ta fram ett antal faktorer som beskriver vattenförbrukningens variation och jämföra dessa med värden som använts tidigare. I tabell 3.3 redovisas de faktorer som beräknats:

Faktor	Beskrivning
Maxdygn (år)	Medelflödet under årets maxdygn delat med medelflödet under året
Maxtim (år)	Medelflödet under årets maxtimme delat med medelflödet under året
Maxtim (maxdygn)	Medelflödet under maxdygnets maxtimme delat med medelflödet under maxdygnet
Maxtim (medeldygn)	Medeldygnets för varje år har definierats som det dygn då medelflödet ligger närmast årsmedelflödet. Maxtimfaktorn för detta dygn avses.
Mindygn (år)	Medelflödet under årets mindygn delat med medelflödet under året
Maxtim (mindygn)	Medelflödet under mindygnets maxtimme delat med medelflödet under mindygnet
Maxtim (mindygn, år)	Medelflödet under mindygnets maxtimme delat med medelflödet under året

Tabell 3.3
Faktorer som har beräknats i projektet.

Värden för dessa faktorer har beräknats utifrån de mätserier som funnits tillgängliga och uppfyllt följande kriterier:

- Varit kompletta för minst ett helt kalenderår
- Ej rensats bort i den inledande kvalitetsgranskningen

Under arbetet med analyserna har därefter vissa serier valts bort då de innehållit värden som varit uppenbart felaktiga. Under arbetet med analyserna har även några extremvärden rensats bort då det varit helt uppenbart att dessa varit felaktiga.

Analyserna har delats in i tre grupper:

-
- Västerås (Mälarenergi) där det funnits ett mycket stort antal mätserier uppmätta vid leveranspunkten.
 - Norrvatten som innehåller mätvärden för hela kommuner och därför innehåller mätvärden som är mångfalt högre än övriga mätserier.
 - Alla övriga mätserier.

Värdet på de faktorer som beräknats ska sättas i relation till antalet brukare. Statistiskt förväntas variationen minska med ökande antal personer. Från distributionssystem finns mätserier att tillgå för såväl små system med få brukare som för mycket stora system. När det gäller förbrukardata finns av naturliga skäl endast mätserier som representerar ett litet antal brukare, exempelvis antal boende i ett flerbostadshus. Mätserier som representerar många brukare har därför konstruerats genom att oberoende simultana mätserier har slagits samman.

Uppmätta flöden i distributionssystem innefattar sannolikt större utläckage jämfört med förbrukardata. Beräknade min- och maxfaktorer från dessa båda typer av mätdata har därför hållits isär och redovisas separat.

3.6.1 Områden med liten förbrukning

I VAV P83 rekommenderas inte användning av maxdygn- och maxtimfaktorer för förbrukning vid mindre än 500 personer. I stället tillämpas momentanförbrukning baserad på summerade normflöden enligt Boverkets byggregler. Från början fanns ett syfte inom projektet att klargöra om denna metod ska rekommenderas och i så fall med vilka värden, per person eller per lägenhet. Tanken var också att belysa skillnader mellan dimensionering och kontrollberäkning för ett fåtal fastigheter samt skillnaden mellan dricksvatten- och spillvattenmängder.

Underlag för studien har saknats eftersom frågeställningen gäller avgränsade mindre bebyggelser. Frågeställningen har till viss del besvarats av mätvärden från till exempel radhusområden med färre än 500 personer.

4 Dimensioneringstal – resultat och diskussion

Vattenförbrukningens variation är komplex. Vi förbrukar olika mycket vatten vid olika tider beroende på dygnsvanor och årstidsvariationer. Men variationen är också en effekt av att vi rör oss, exempelvis mellan hemmet, arbetsplatsen och fritidshuset, och därför förbrukar vatten på olika platser vid olika tidpunkter.

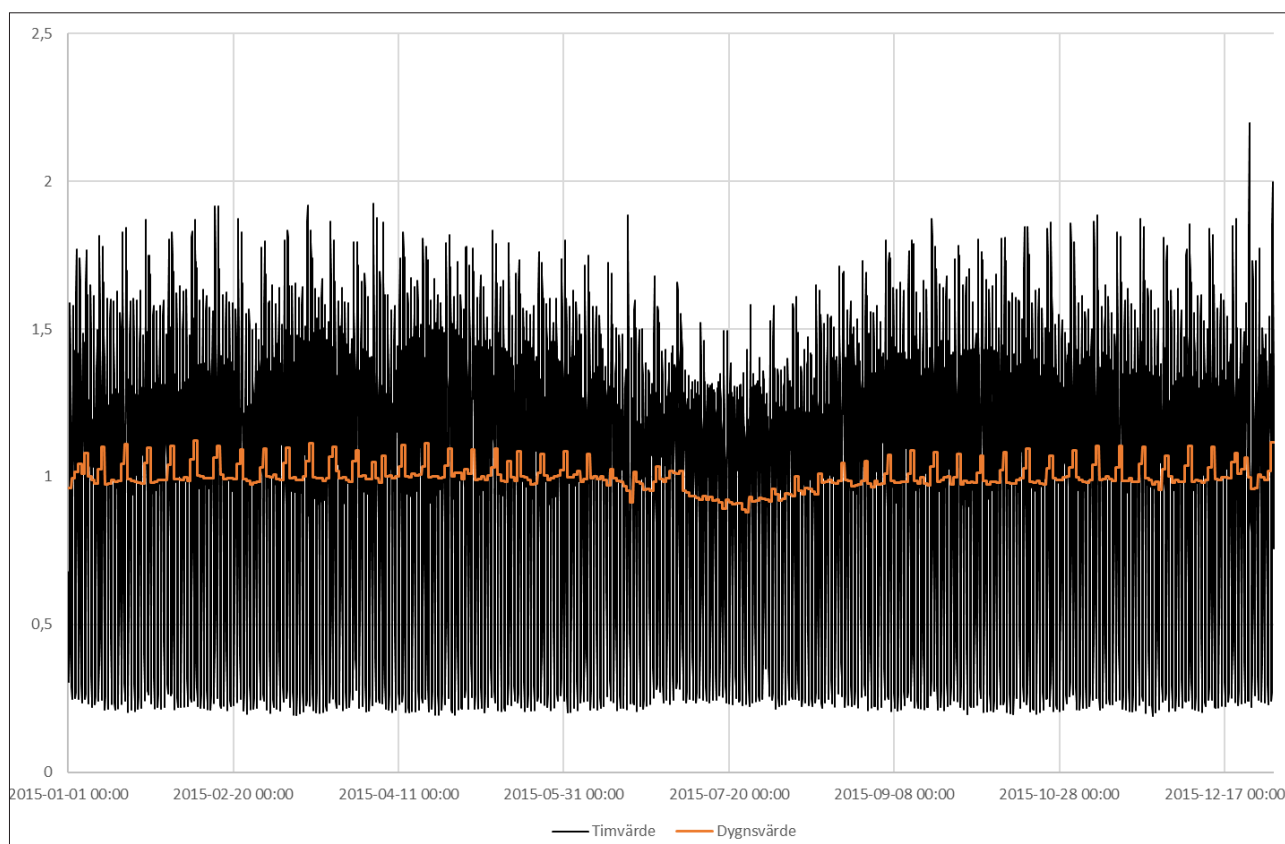
I det här kapitlet redovisas resultat och diskussioner utifrån huvudstudien när det gäller vattenförbrukningens årstids- och veckovariation, högsta och lägsta dygnsförbrukning samt maximal timförbrukning.

4.1 Årstids- och veckovariation

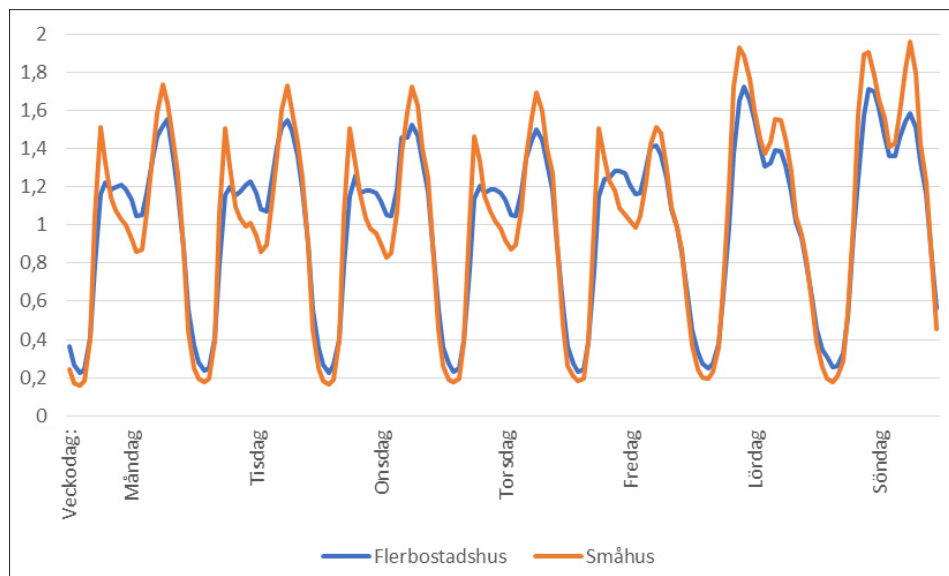
I permanentbostäder finns en tydlig variation under året, under veckan och under dygnet. Denna variation slår även igenom i alla städer och större samhällen där permanentbostäder står för den övervägande delen av vattenförbrukningen. Ett exempel på detta redovisas i figur 4.1, som visar uppmätt vattenförbrukning per timme och per dygn i förhållande till årets medelförbrukning för cirka 35 000 brukare i flerbostadshus.

Under semesterperioden märks en tydlig nedgång i förbrukningen, men i det här exemplet finns ingen annan tydlig skillnad mellan årstiderna. Exemplet är hämtat från ett specifikt år, 2015, och kan inte ensamt ligga till grund för generella bedömningar av årstidsvariation.

Figur 4.1
Uppmätt vattenförbrukning per timme (svart) och per dygn (orange) i förhållande till årets medelförbrukning. I mätserien ingår cirka 35 000 brukare i flerbostadshus.

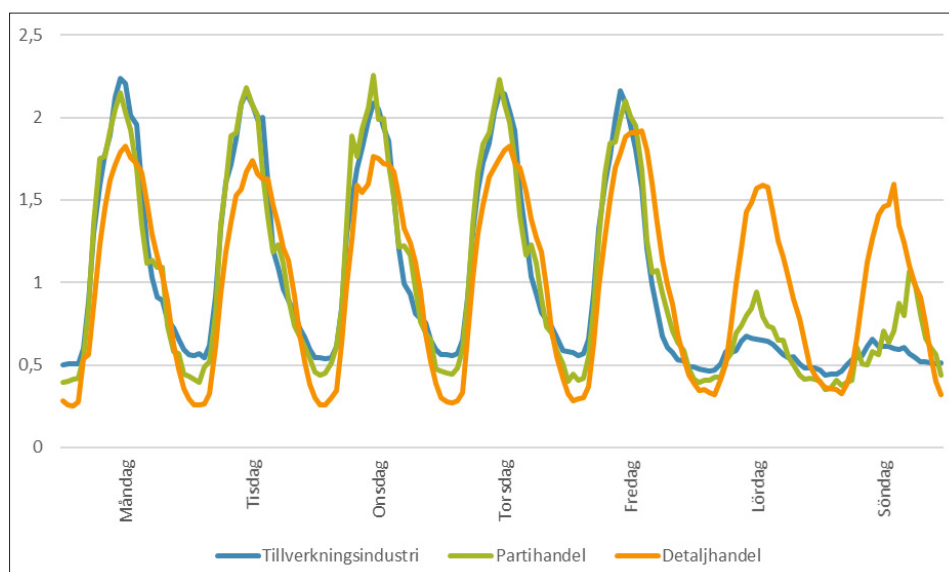


Figur 4.1 visar också att hushållsförbrukningen är högre under veckohelger än under andra dagar. Veckovariationen framkommer ännu tydligare i figur 4.2, som också visar en viss skillnad mellan småhus och flerbostadshus.

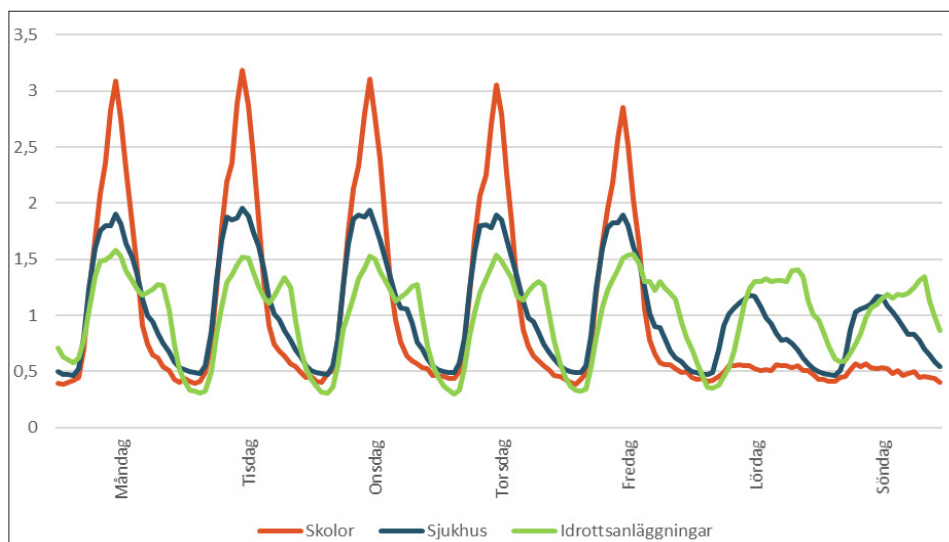


Figur 4.2
Veckovariation för uppmätt förbrukning hos brukare i flerbostadshus och småhus i förhållande till årets medelförbrukning (Mälarenergi).

I figur 4.2 visas förbrukningsvariationen under en "normalvecka" som utgörs av medelvärden för årets 52 veckor. Motsvarande diagram för ett antal olika verksamheter redovisas i figurerna 4.3 och 4.4. Notera att samtliga kurvor visar variationen inom respektive kategori. Diagrammen säger därför ingenting om förhållandet mellan kategorierna.

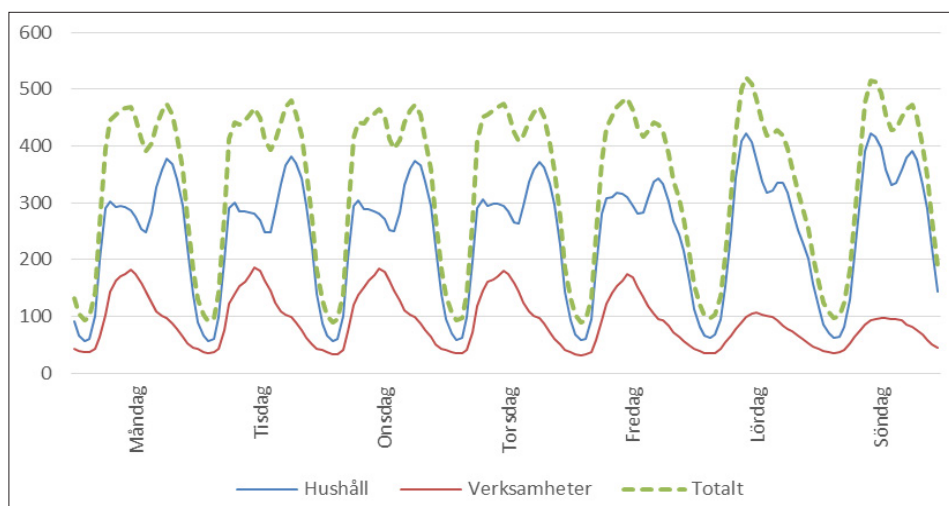


Figur 4.3
Veckovariation för uppmätt förbrukning hos brukare i några verksamheter i förhållande till årets medelförbrukning (Mälarenergi).



Figur 4.4
Veckovariation för uppmätt förbrukning hos brukare i några verksamheter i förhållande till årets medelförbrukning (Mälarenergi).

I figur 4.5 visas ett exempel på veckovariation för uppmätt förbrukning i hushåll med cirka 35 000 boende samt några verksamheter (handel, idrottsanläggningar, sjukhus och skolor), där hushållsförbrukningen utgör cirka 73 procent av den summerade förbrukningen.

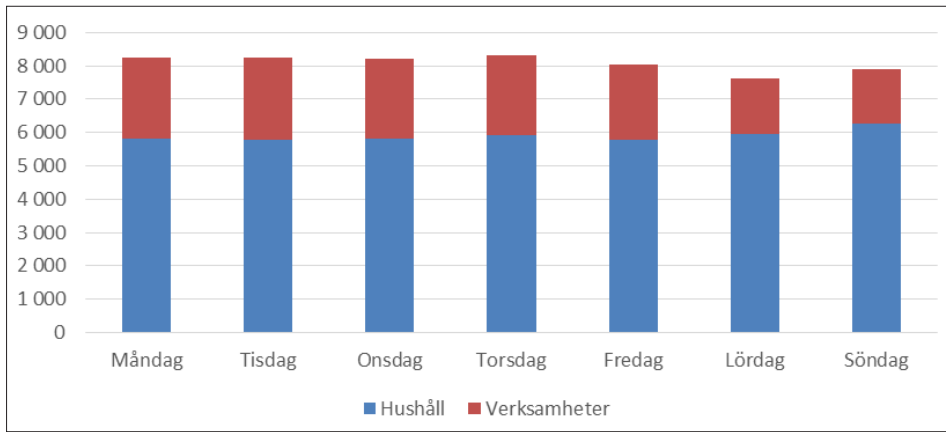


Figur 4.5
Veckovariation för uppmätt förbrukning (m³/timme) i hushåll och verksamheter (Mälarenergi).

Den högsta totala förbrukningen infaller i detta exempel på lördag förmiddag, då även hushållsförbrukningen når sin högsta nivå. Den totala förbrukningen är dock lägre än om hushållens och verksamheternas högsta förbrukning summeras var för sig och adderas till varandra. Motsvarande dygnsvärden visar att den totala förbrukningen inte är större under veckohelgerna, utan i detta fall till och med något lägre (figur 4.6 på nästa sida).

De mätserier för hushåll i större tätorter som ingått i studien visar inte någon nämnvärd årstidsvariation förutom lägre förbrukning under sommarens semesterperiod. Däremot märks en tydlig veckovariation, med högre hushållsförbrukning under lördagar och söndagar och även andra helgdagar. Detta vägs upp av lägre förbrukning i verksamheter, en naturlig följd av att vattenförbrukningen följer människors rörelser.

För områden med ett betydande inslag av fritidshus kommer förbrukningen givetvis att variera beroende på att bostäderna endast är bebodda vissa delar av året. Vattenförbrukningens variation kan endast bedömas utifrån kunskap om hur vistelsen varierar. En rimlig utgångspunkt är att förbrukningen under vistelsetiden varierar på samma sätt som under veckohelger i permanentbostäder.

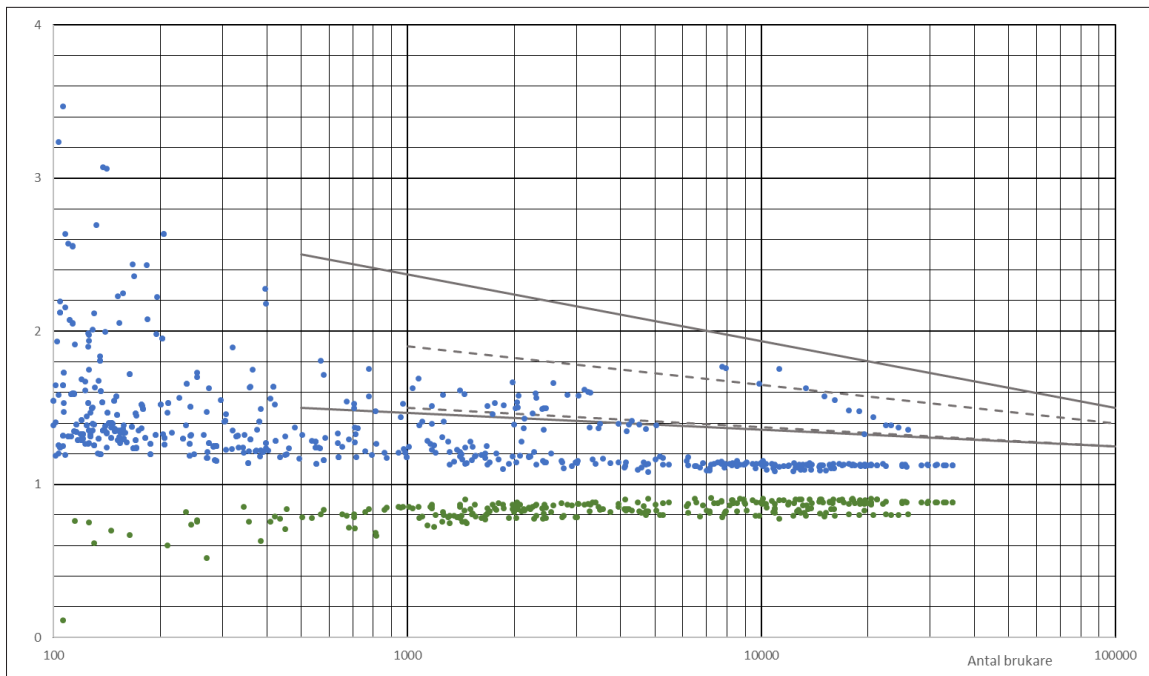


Figur 4.6
Veckovariation för uppmätt förbrukning (m³/dygn) i hushåll och verksamheter (Mälarenergi).

Mätserierna i denna studie ger inte någon information om förbrukning under sammanhängande perioder med värme och torra.

4.2 Högsta och lägsta dygnsförbrukning

I figur 4.7 redovisas värden på max- och mindygnfaktor för uppmätt förbrukning i hushåll som funktion av antalet brukare. Förutom enstaka mätserier redovisas värden som tagits fram genom slumpvis addition av oberoende mätserier. I diagrammet anges rekommenderade intervall för maxdygnfaktor enligt VAV P83 med heldragna linjer och enligt den tidigare publikationen VAV P38 med streckade linjer. Värden redovisas för mätserier med 100–35 000 brukare. Det bör dock noteras att Svenskt Vatten inte rekommenderar dimensionering för färre än 500 brukare med hjälp av dessa faktorer, vilket framgår av linjerna.



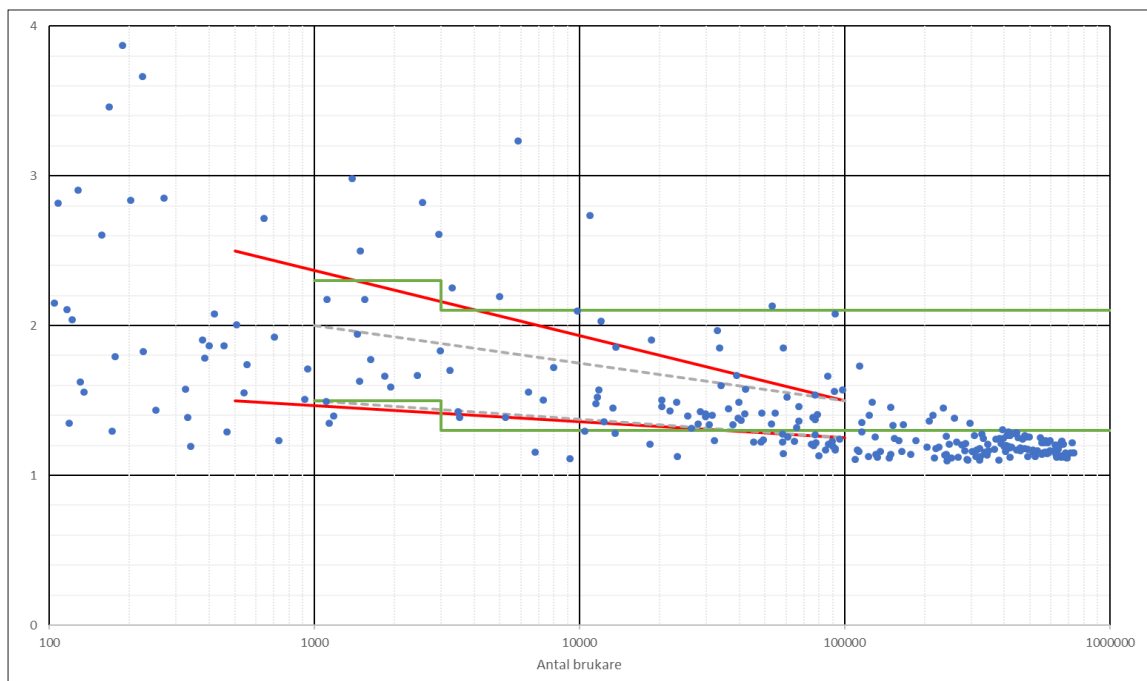
Figur 4.7
Maxdygnfaktorer (blå) och mindygnfaktorer (grön) för uppmätt förbrukning hos brukare i hushåll (Mälarenergi). Rekommenderat intervall för maxdygnfaktor enligt VAV P83 anges med heldragna linjer och enligt VAV P38 med streckade linjer.

De beräknade maxdygnfaktorerna ligger i ett intervall som är betydligt lägre än det som rekommenderas för hushållsförbrukning i VAV P83. Det rör sig dock om värden från en enda kommun som därför inte behöver vara representativa. Mindygnfaktorerna för 2 000 brukare och uppåt ligger i intervallet 0,75–0,9.

Beräknad maxdygnfaktor för uppmätt förbrukning i ledningsnätet med 100–800 000 brukare i ett antal kommuner redovisas i figurerna 4.8 och 4.9. Värden för fler än cirka 100 000 brukare har tagits fram genom slumpvis addition av oberoende mätserier. Även i dessa diagram anges rekommenderade intervall för hushållsförbrukning enligt VAV P83 (röda linjer) och den äldre VAV P38 (grå streckade linjer). Dessutom visas de intervall för spillvattenavrinning som återfinns i Svenskt Vatten P110, Avledning av dag-, drän- och spillvatten (gröna linjer).

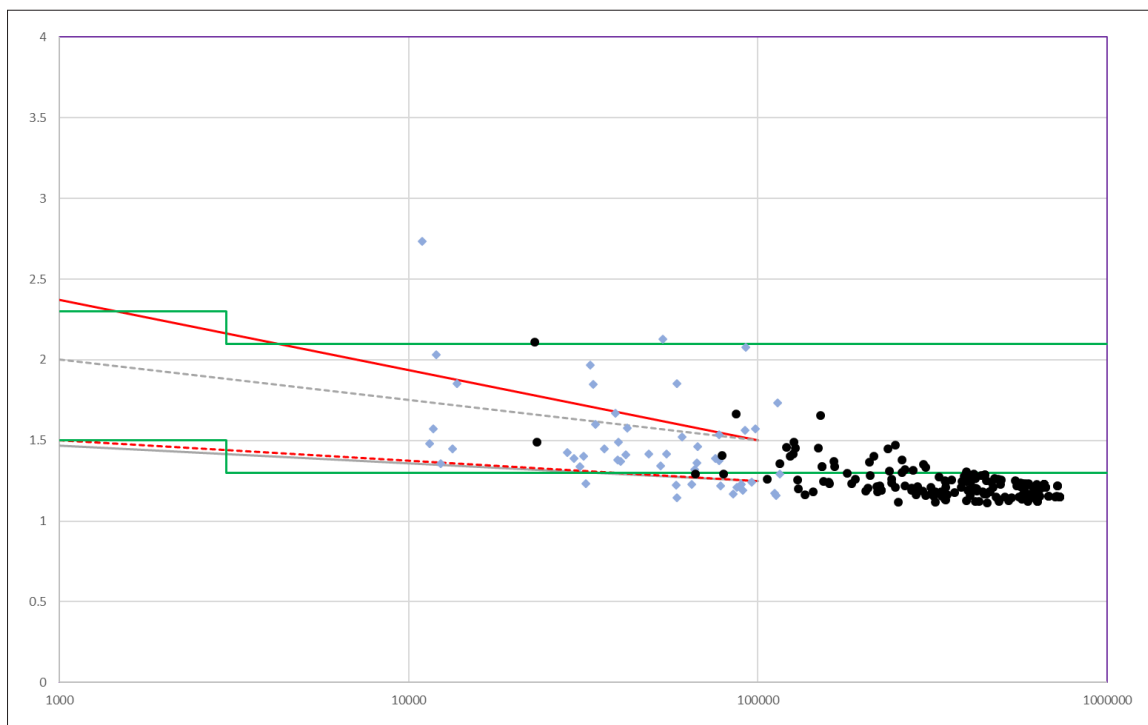
Maxdygnfaktorerna för förbrukning mätt i ledningsnätet samt vid leveranspunkt för hela kommuner har större spridning men är generellt högre än de som redovisas i figur 4.7 för förbrukning i flerbostadshus. Dessutom förekommer enstaka höga värden som inte kan förklaras med normal förbrukningsvariation. Resultaten i figurerna 4.8 och 4.9 är baserade på data från olika mätningar i fler än en kommun och därmed mer tillförlitliga än de som redovisas i figur 4.7. Skillnaden kan delvis bero på utläckage, som kan antas vara mer omfattande i förbrukning som mäts i ledningsnätet jämfört med den förbrukning som mäts hos brukare. Utläcketaget påverkar förbrukningen under enstaka dygn och kan då ge upphov till höga värden. Detta skulle kunna förklara de enstaka mycket höga värden som förekommer i figurerna 4.8 och 4.9, men som saknas i figur 4.7. En annan förklaring till höga värden är att figurerna 4.8 och 4.9 baseras på analys av avsevärt färre mätserier än figur 4.7. Därmed får eventuella enskilda felaktiga mätvärden större genomslag i de summerade serierna än i figur 4.7 där många analyspunkter baseras på summering av upp till hundratals mätserier.

En genomgående svårighet i studier av höga flöden är att särskilja extremvärden som beror på fel från korrekta höga värden. Trots att uppenbart felaktiga värden uteslutits



Figur 4.8

Maxdygnfaktorer för uppmätt förbrukning i ledningsnätet i ett antal kommuner. Rekommenderat intervall för maxdygnfaktor för hushållsförbrukning enligt VAV P83 anges med röda linjer och enligt VAV P38 med grå streckade linjer. Intervall för spillvattenavrinning enligt Svenskt Vatten P110 visas med gröna linjer.



Figur 4.9

Maxdygnfaktorer för uppmätt förbrukning i leveranspunkt i Norrvattens medlemskommuner. I figuren visas värden för enskilda kommuner (blå punkter) och slumpvis summerade värden för två eller flera kommuner (svarta punkter). Rekommenderat intervall för maxdygnfaktor för hushållsförbrukning enligt VAV P83 anges med röda linjer och enligt VAV P38 med grå streckade linjer. Intervall för spillvattenavrinning enligt Svenskt Vatten P110 visas med gröna linjer.

återstår enstaka värden i mätserierna som måste bedömas som osannolika. Höga värden för dygnsflöde uppmätt i ledningsnätet kan i vissa fall bero på vattenläckor som pågår under ett eller ett par dygn. Läckor kan givetvis uppstå även på fastigheternas installationer, men de bedöms vara mindre omfattande och påverkar därför inte summerade flöden märkbart. Läckage skulle därför kunna vara en bidragande orsak till att maxdygnfaktorerna är högre och mer spridda för uppmätt flöde i ledningsnätet jämfört med summerad förbrukning i fastigheter. Men detta kan inte ensamt förklara att maxdygnfaktorer uppmätta i ledningsnätet generellt är högre än de som mätts upp hos brukare.

En annan skillnad mellan uppmätt flöde i ledningsnätet och summerad förbrukning i fastigheter är att den senare kan delas upp mellan olika brukarkategorier. Den analys av uppmätt förbrukning som redovisas i avsnitt 4.1 innebär att variationen av dygnsvärden borde vara större för hushåll än för blandad bebyggelse, det vill säga tvärt emot vad som redovisas i dessa diagram. Men endast data från en kommun avseende uppmätt hushållsförbrukning är tillgängliga och dessa uppvisar lägre värden än förväntat. Det finns därför inte tillräckligt underlag för att basera rekommenderade värden för maxdygnfaktor på denna mätserie. Den tendens till lägre värden som framkommer skulle behöva jämföras med ytterligare mätdata.

Analyserna ger därför inte tillräcklig grund för att utveckla olika värden på maxdygnfaktor för blandad förbrukning jämfört med dem som används för hushållsförbrukning. Det finns inte heller underlag för att generellt korrigera faktorer beräknade från uppmätt flöde i ledningsnätet med hänsyn till utläckage på det sätt som anges i kapitel 5.

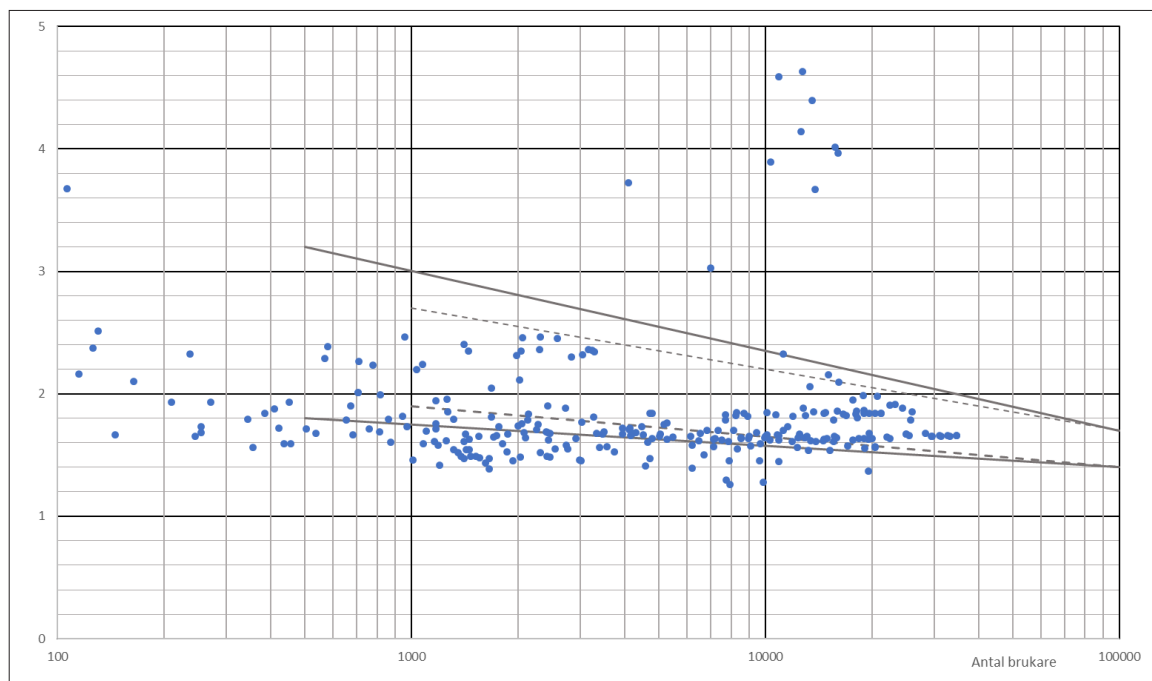
En tydlig slutsats är dock att de intervall för maxdygnfaktor som redovisas i Svenskt Vatten P110 ger en betydande överskattning när antalet brukare är större än 10 000.

4.3 Maximal timförbrukning

Dimensionerande förbrukning antas i regel vara den högsta timförbrukningen under det dygn som har högst medelförbrukning under året. Det är därför av intresse att kunna bedöma förbrukningens variation under dygn med hög förbrukning.

4.3.1 Dygn med hög förbrukning

I figur 4.10 redovisas beräknad maxtimfaktor under maxdygn för förbrukning uppmätt hos brukare i hushåll. I diagrammet anges rekommenderade intervall för maxtimfaktor enligt VAV P83 med heldragna linjer och motsvarande intervall enligt VAV P38 med streckade linjer. Värden redovisas för mätserier med 100–35 000 brukare. Det bör än en gång noteras att Svenskt Vatten inte rekommenderar dimensionering för färre än 500 brukare med hjälp av dessa faktorer. Detta beror på att en timme är alltför lång varaktighet för att bestämma den dimensionerande förbrukningen hos ett litet antal brukare.



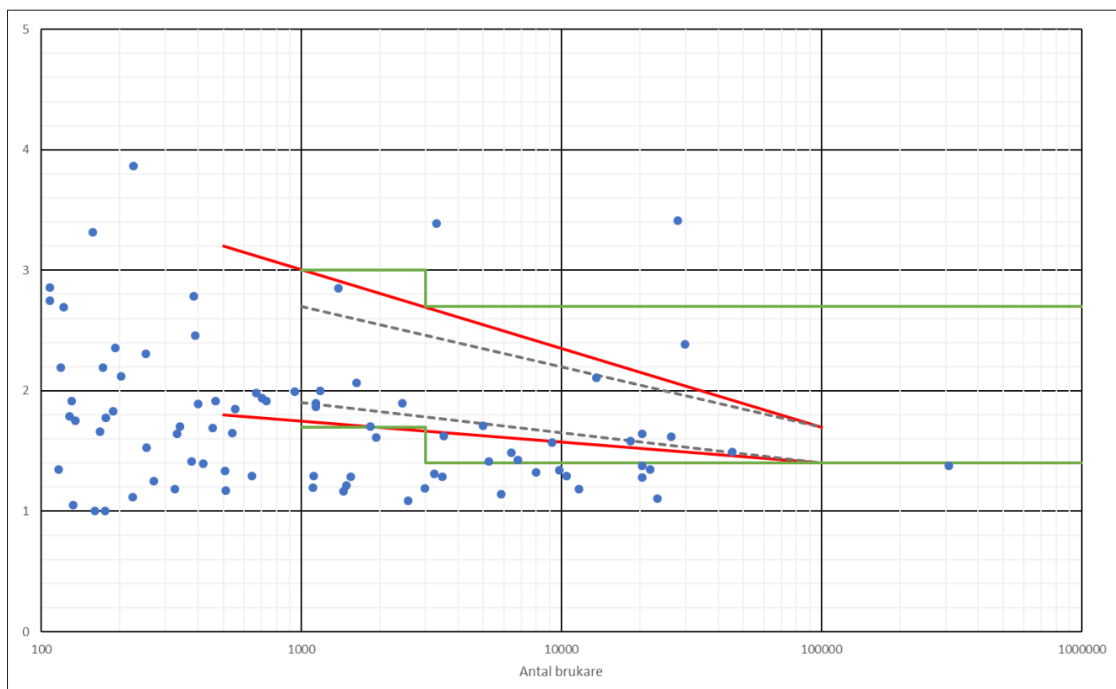
Figur 4.10

Maxtimfaktorer för uppmätt förbrukning hos brukare under maxdygn (Mälarenergi). Rekommenderat intervall för maxtimfaktor enligt VAV P83 anges med heldragna linjer och enligt VAV P38 med streckade linjer.

Beräknade faktorer ligger i ett intervall som är något lägre än det som rekommenderas i VAV P83. Det förekommer dock enstaka höga värden, som kan bero på mätfel, läckage i en fastighet eller mycket hög förbrukning av okänd anledning. Precis som den uppmätta maxdygnfaktorn för hushåll (figur 4.7) är dessa värden baserade på mätvärden från en enda kommun. Det kan därför inte dras säkra slutsatser enbart från dessa värden.

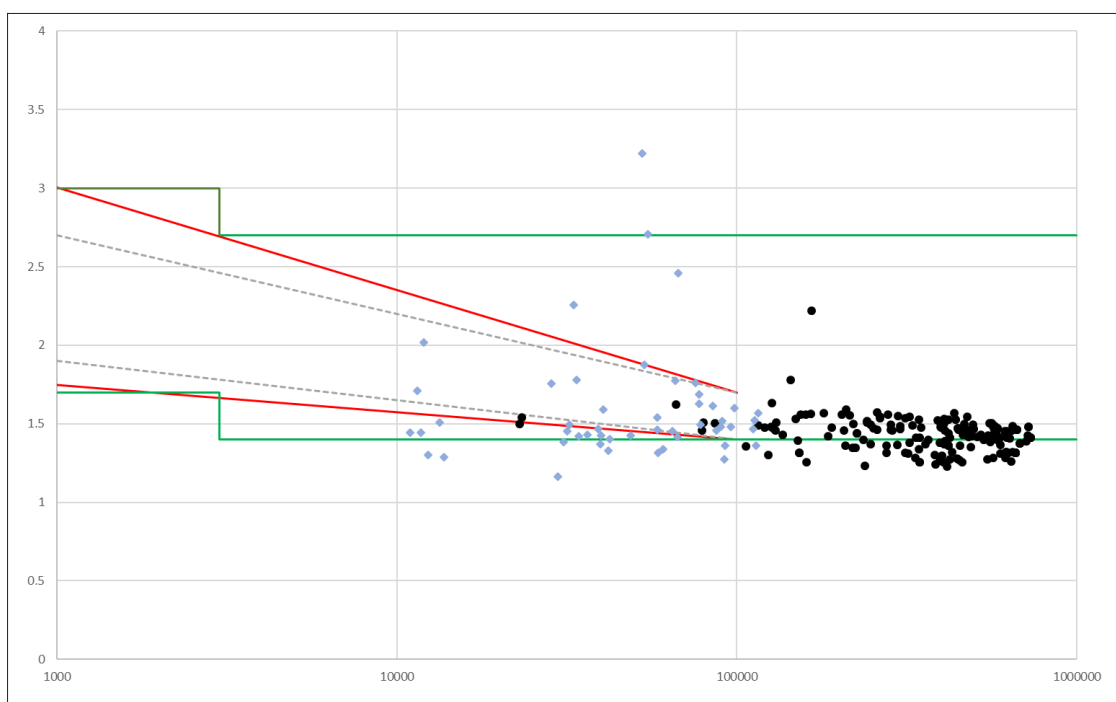
I figurerna 4.11 och 4.12 redovisas beräknad maxtimfaktor för uppmätt förbrukning i ledningsnätet i ett antal kommuner under maxdygn. I detta fall innefattar förbrukningen en blandning av olika brukartyper och eventuellt utläckage från ledningsnätet.

Den analys av uppmätt förbrukning som redovisas i avsnitt 4.1 visar att såväl dygns- som veckovariationen är mindre i hushåll än i de flesta verksamheter. Det framgår också att variationen är ännu något mindre i områden med blandad bebyggelse än i enbart hushåll. Som väntat ligger därför maxtimfaktorn i regel lägre när den beräknas på flöden i ledningsnätet jämfört med uppmätt hushållsförbrukning.



Figur 4.11

Maxtimfaktorer för uppmätt förbrukning i ledningsnätet under maxdygn i ett antal kommuner. Rekommenderat intervall för maxtimfaktor för hushållsförbrukning enligt VAV P83 anges med röda linjer och enligt VAV P38 med grå streckade linjer. Intervall för spillvattenavrinning enligt Svenskt Vatten P110 visas med gröna linjer.



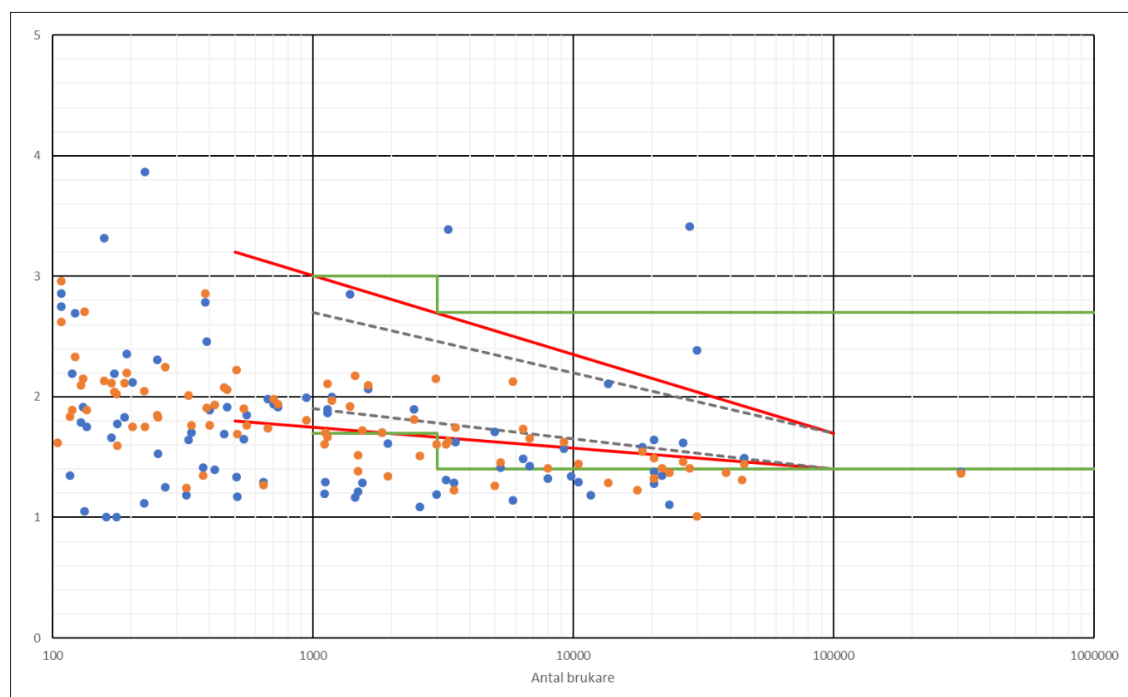
Figur 4.12

Maxtimfaktorer för uppmätt förbrukning i leveranspunkt under maxdygn i Norrvattens medlemkommuner. I figuren visas värden för enskilda kommuner (blå punkter) och slumpvis summerade värden för två eller flera kommuner (svarta punkter). Rekommenderat intervall för maxtimfaktor för hushållsförbrukning enligt VAV P83 anges med röda linjer och enligt VAV P38 med grå streckade linjer. Intervall för spillvattenavrinning enligt Svenskt Vatten P110 visas med gröna linjer.

Precis som för mätvärden med dygnsupplösning, är det svårt att skilja mellan felaktiga och korrekta höga timvärden. Enstaka mycket låga och mycket höga värden förekommer. Dessa kan bero på mätfel men skulle också kunna förklaras av utläckage i ledningsnätet som kan påverka timfaktorerna på olika sätt. Stora kortvariga vattenläckor kan ge upphov till höga timfaktorer. Men om läckaget pågår hela eller en stor del av dygnet ger det upphov till högt medelflöde som i sin tur kan medföra att variationen över dygnet är liten, relativt sett. Ett långvarigt mindre utläckage kan därför förväntas ge upphov till lägre maxtimfaktor för flöde i ledningsnätet jämfört med uppmätt förbrukning i fastigheter. Läckage förekommer även inom fastigheter men sannolikt inte i den omfattning att det påverkar maxtimfaktorerna, möjligen med undantag för enstaka höga värden. Det har inte funnits underlag att göra några generella korrigeringar av beräknade timfaktorer med hänsyn till eventuellt utläckage från ledningsnätet.

4.3.2 Dygn med normal förbrukning

I figur 4.13 har figur 4.11 kompletterats med orange punkter som visar maxtimfaktor för uppmätt förbrukning under medeldygn.



Figur 4.13

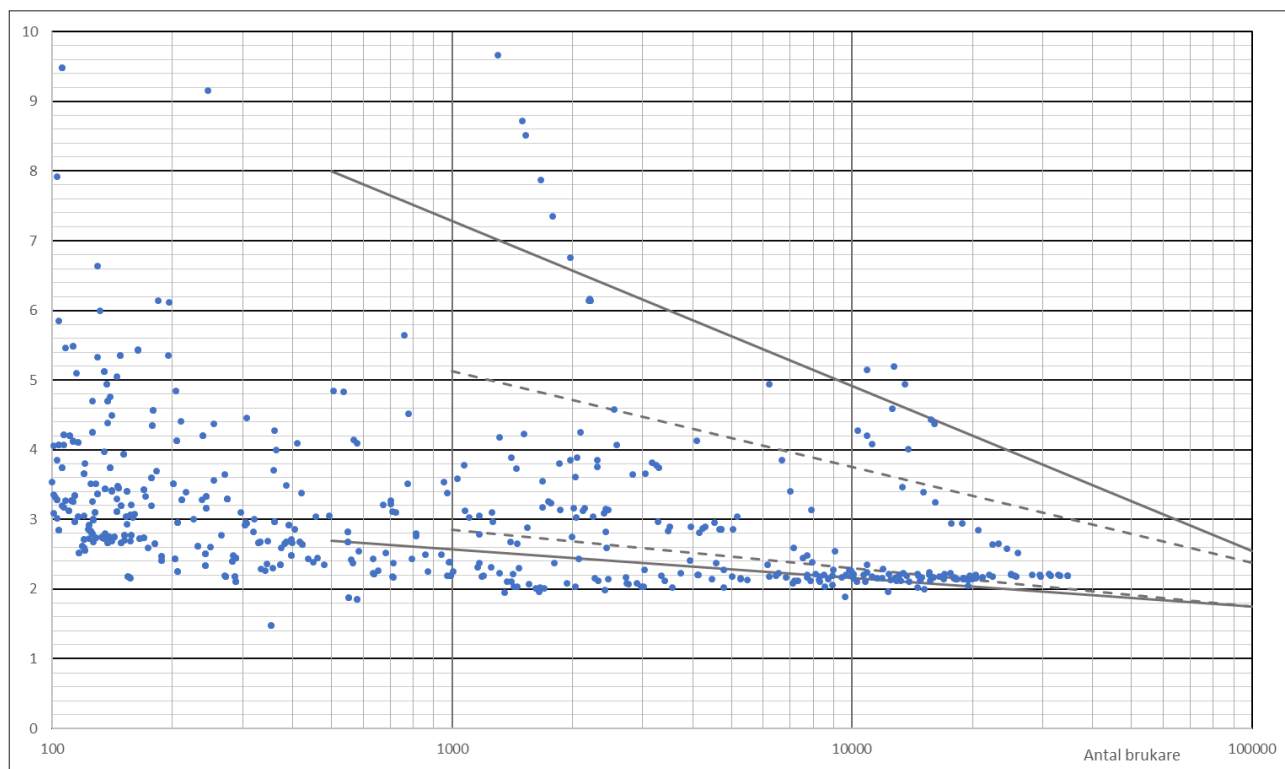
Maxtimfaktorer för uppmätt förbrukning i ledningsnätet under medeldygn (orange) och maxdygn (blå) i ett antal kommuner.

Dessa värden ligger generellt på samma nivå som för maxtimfaktor för maxdygn, men de är mer samlade. Under dygn med normal förbrukning kan också variationen under dygnet förväntas vara normal. Ett undantag är dock ett värde nära 1,0 för en mätserie med cirka 30 000 brukare. Det är svårt att hitta någon annan förklaring till detta än att det är någon form av mätfel.

Denna jämförelse indikerar att det inte finns någon tydlig skillnad mellan maxtimfaktorn för ett maxdygn jämfört med ett medeldygn. Även för maxtimfaktor är det tydligt att det intervall som rekommenderas i Svenskt Vatten P110 medför en överskattning när antalet brukare är 10 000 eller fler.

4.3.3 Maximal timförbrukning under ett år

Uppmätta data har även använts för att undersöka möjligheten att ta fram en faktor som ska kunna ersätta produkten av maxdygnfaktor och maxtimfaktor och som benämns maxtimfaktor (år). Genom bearbetning av mätdata med timvärden har värden för maxtimfaktor (år) tagits fram. I figur 4.14 redovisas värden på maxtimfaktor (år) för förbrukning uppmätt hos brukare. I diagrammet anges intervall för produkten av rekommenderad maxdygnfaktor och maxtimfaktor enligt VAV P83 och VAV P38 med heldragna respektive streckade linjer.



Figur 4.14

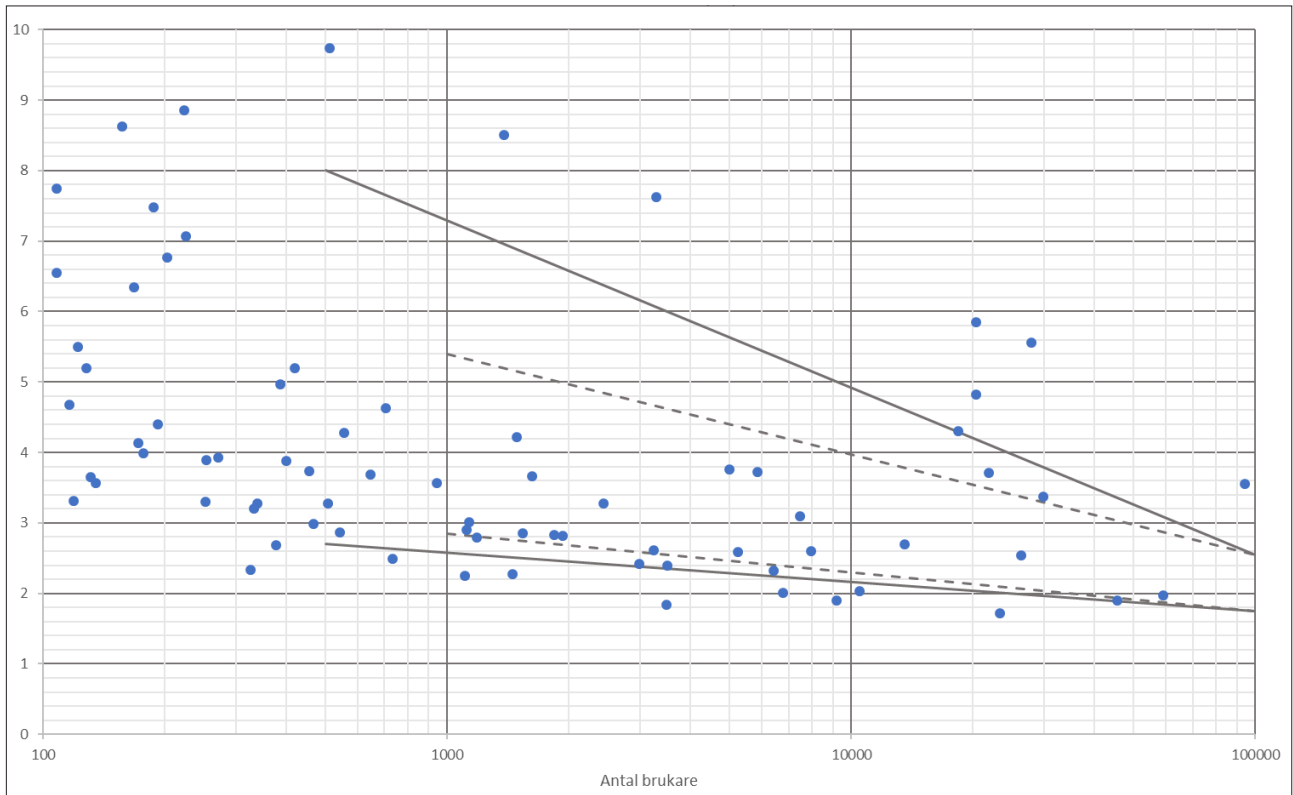
Maxtimfaktor (år) för uppmätt förbrukning hos brukare (Mälarenergi). Intervall för produkten av rekommenderad maxdygnfaktor och maxtimfaktor anges enligt VAV P83 med heldragna och enligt VAV P38 med streckade linjer.

Beräknade värden ligger i den nedre delen eller under det intervall som följer av rekommendationerna i VAV P83, även om höga värden förekommer.

Motsvarande värde på maxtimfaktor (år) baserat på uppmätt förbrukning i ledningsnätet för ett antal kommuner redovisas i figur 4.15.

Precis som för maxdygnfaktor visar maxtimfaktor (år) större spridning när den är baserad på uppmätt förbrukning i ledningsnätet jämfört med förbrukning hos brukare. Metoden innebär större svårighet att sortera bort enstaka felaktiga värden jämfört med den traditionella metoden med maxdygn- och maxtimfaktor.

Syftet med att ta fram värden på maxtimfaktor (år) har varit att pröva en enklare metod jämfört med att använda två maxfaktorer. I figurerna 4.14 och 4.15 har därför framtagna värden på maxtimfaktor (år) och maxdygnfaktor (år) jämförts med produkten av de maxdygn- och maxtimfaktorer som rekommenderas i VAV P83 och VAV P38. Resultatet visar även i detta fall att flertalet värden ligger i den nedre delen av tidigare rekommenderat intervall. Förekomsten av enstaka höga värden är dock mer iögonenfallande i figur 4.14, det vill säga diagrammet för maxtimfaktor (år). Resultatet blir därför svårare att tolka, och osäkerheten vid valet av lämpliga värden blir större.



Figur 4.15

Maxdygnsfaktor (år) för uppmätt förbrukning i ledningsnätet i ett antal kommuner. Intervall för produkten av rekommenderad maxdygnsfaktor och maxtimfaktor anges enligt VAV P83 med heldragna och enligt VAV P38 med streckade linjer.

5 Utläckage från ledningsnätet

Till analyserna användes mätdata dels från distributionsanläggningen, dels från brukare. En viktig skillnad mellan dessa datatyper är att mätdata från distributionsanläggningen ("bruttoförbrukning") kan förväntas inkludera utläckage i varierande grad medan mätdata från brukare förväntas återge den egentliga förbrukningen ("nettoförbrukning"). Värden från distributionsanläggningen användes i områden där det saknades mätdata från brukarna med hög tidsupplösning. Avsikten var att korrigera dessa värden med hänsyn till utläckaget för att erhålla sannolika värden på den egentliga förbrukningen och dess variation. Följande två metoder för denna korrigering har prövats:

1. Korrigering med hjälp av förbrukningsdata från debiteringssystem
2. Korrigering genom analys av nattförbrukningen

Båda metoderna valdes bort då de innebar alltför stor osäkerhet. Analyserna har därför utförts med båda typerna av mätserier utan korrigering för inläckage, och resultatet har tolkats med hänsyn till skillnaden mellan dessa.

5.1 Data från debiteringssystem

Kommunernas system för debitering av VA-avgifter innehåller i de flesta fall avlästa mätarställningar för ackumulerad vattenförbrukning med intervaller omkring ett år. Utifrån dessa mätarställningar beräknas ett värde för "debiterad årsförbrukning" för varje brukare.

Vilka är bristerna med denna metod? Gahlin och Sommar (2017) analyserade data från ett antal kommuners debiteringsregister och påvisade fel i beräknad årsförbrukning till följd av de glesa avläsningsintervall som normalt tillämpas. Till detta kommer fel som beror på att schablonvärden används för ett stort antal brukare. De föreslår en alternativ metod för beräkning av årsförbrukning. Den har dock inte kunnat tillämpas i detta projekt, eftersom den förutsätter att man kan invänta ytterligare mätaravläsningar.

Även om ett tillförlitligt värde på "debiterad årsförbrukning" kan tas fram säger detta ingenting om hur förbrukningen har varierat under året eller under ett dygn. Skillnaden mellan den uppmätta distribuerade vattenmängden och den debiterade medelförbrukningen för samma period kan möjligen användas som en uppskattning av utläckaget, eller "den odebiterade förbrukningen". Detta värde, som då måste antas vara konstant, dras från den högupplösta uppmätta distributionen inom området, vilket resulterar i ett beräknat högupplöst värde för "den egentliga förbrukningen".

Gahlin och Sommar (2017) visade att de värden som normalt erhålls när ett utdrag görs ur ett debiteringsregister innehåller så stor felmarginal att det inte går att med någon säkerhet beräkna utläckaget under enskilda år. Om mätvärden och debiteringsvärden skulle erhållas för ett stort antal år kan felet minskas, men för ett enskilt år blir felmarginalen så stor att beräkningen av utläckage med denna metod i stort sett är meningslös att göra.

5.2 Analys av nattförbrukning

Genom analys av högupplöst mätdata från brukare kan medelvärden för lägsta nattförbrukning, eller mintimfaktor, för olika brukartyper beräknas. Detta värde kan användas för att uppskatta nattförbrukningen där endast mätdata från distributionsanläggningen finns att tillgå. Mellanskillnaden mellan lägsta uppmätta nattförbrukning

(”bruttoförbrukningen”) och lägsta uppskattade nattförbrukning (”nettoförbrukningen”) kan då användas som en uppskattning av utläckaget i det aktuella området.

Metoden visar sig dock ge stor osäkerhet bland annat på grund av stora variationer i uppmätt nattförbrukning. Den har därför inte använts i projektet.

5.3 Vald metod

Syftet med att korrigera mätdata är inte att studera utläckaget i sig utan att använda detta värde för att ta fram ett mer sannolikt värde på den egentliga förbrukningen. Båda de ovanstående metoderna för korrigering bygger på antagandet att utläckaget är konstant. I själva verket är utläckagets tidsvariation komplex. Det har därför inte varit möjligt att utveckla en säker metod för att korrigera mätdata för utläckage.

I projektet har det varit lämpligare att inte göra någon korrigering av mätdata före beräkningen av max- och minfaktorer. I stället redovisas resultatet tillsammans med uppgift om typ av mätdata. Dessa uppgifter kan sedan användas till att korrigera själva faktorerna utifrån antaganden om utläckage och andra förluster.

6 Nyttan av flödesmätning

Under senare år har det blivit vanligare att kommuner har kontinuerlig flödesmätning i ett antal punkter på vattenledningsnäten. Ett område där detta kommer till nytta är för upptäckt av vattenläckor. Ett annat är som underlag för debitering då till exempel en kommun levererar dricksvatten till en annan. Troligtvis används dessa flödesvärden även till andra analyser som gör nytta. Genom att identifiera vilka användningsområden som finns kan dessa komma till nytta för fler kommuner samt utgöra underlag för beslut om att eventuellt installera fasta flödesmätare. Genom frågeformulär och telefonintervjuer med kommuner som under en längre tid haft fast installerade flödesmätare kartlades vilken nytta de haft av dessa.

Fyra VA-bolag/VA-huvudmän har tillfrågats kring:

- Varför man valt att installera flödesmätare på sitt vattenledningsnät
- Hur man i dagsläget nyttjar flödesdata från sitt vattenledningsnät
- Hur man i framtiden planerar att nyttja flödesdata från sitt vattenledningsnät

Tabell 6.1

Översikt av nyttan med flödesmätning för olika VA-huvudmän. Huvudsyftet är markerat med fet stil i tabellen.

VA-huvudman	Varför installerades flödesmätare?	Hur nyttjas flödesdata i dagsläget?	Hur planeras flödesdata nyttjas i framtiden? (utöver hur flödesdata nyttjas i dagsläget)
VA-enheten, Karlstads kommun	Läckagesökning Underlag vattennätsmodell	Läckagesökning Underlag vattennätsmodell	
Kretslopp och vatten, Göteborgs stad	Läckagesökning	Läckagesökning Underlag vattennätsmodell Dimensionering nyanläggning Underlag på status på ledningsnät (t.ex. råhet) Uppföljning vid ledningsarbeten ¹	Onlinemodell
Norrvatten	Debitering	Debitering Läckdetektering ² Underlag vattennätsmodell Underlag avstängningar Dimensionering nyanläggning Analys av läckor eller andra oplanerade händelser	Analys av ledningsnät
NSVA Nordvästra Skånes Vatten och Avlopp AB	Läckagesökning Underlag vattennätsmodell Debitering	Funktionskontroll Läckagesökning Underlag vattennätsmodell Debitering Uppföljning vid ledningsarbeten ¹	Onlinemodell Styrning Förbättrad läckagesökning ³

¹ NSVA och Kretslopp och Vatten uppmärksammar ofta med hjälp av flödesdata att man glömt att öppna ventiler efter ledningsarbeten.

² Större läckor upptäcks i realtid. Storlek på basflödet avgör hur stora läckor som kan detekteras.

³ NSVA planerar i framtiden att ha alla vattenmätare på fastigheter uppkopplade

Svårigheter som nämns med att nyttja flödesdata från vattenledningsnät:

- *Organisatoriska frågor*
Bristande tid, kompetens och organisation för att hantera och underhålla mätare och bearbeta mätdata.
- *Avsaknad av verktyg för att utföra effektiva analyser*
- *Svårighet att bedöma storlek på läckage*
Kretslopp och vatten nämner att läckageanalys i mätzoner baseras på lägsta nattförbrukning som kan variera beroende på vilka verksamheter/industrier/sjukhus som är inkluderade i mätzonerna. Norrvatten önskar i framtiden få högre upplösning på data mellan flödesmätare.

- *El och kommunikation*

Kretslopp och vatten nämner att det är viktigt att det finns kunnig personal som kan drifva och underhålla framför allt loggrar och överföringsutrustning. NSVA kommenterar att de strategiskt bästa placeringarna ofta ligger långt från elanslutningar och har dålig täckning, men att nya kommunikationsmetoder och användandet av solceller/turbin i ledningsnätet kan bli lösningen.

Samtliga tillfrågade organisationer rekommenderar andra VA-huvudmän att installera flödesmätare på vattenledningsnät som ett relativt kostnadseffektivt verktyg för att få bättre kontroll på sitt vattenledningsnät. NSVA säger exempelvis att behovet syns tydligt när det pratas om rekordlåga grundvattennivåer och att vi måste spara på vatten. I stället för att bara ändra förbrukningsmönster hos invånarna bör alla kommuner lägga mer resurser på att minska svinn, och då är flödesmätning en del av detta. Norrvatten kommenterar att det är värdefullt med tillgång till historiska flödesdata för att kunna ta väl avvägda beslut.

Utöver flödesdata kommenterar flera huvudmän att tryckdata är värdefullt för funktionskontroll av vattenledningsnät.

7 Vattenförbrukning i vissa typer av områden

Specifik förbrukning har undersökts för hushåll eftersom det har varit svårt att få fram underlag för annan typ av förbrukning. Flödesvärden har erhållits för många olika förbrukartyper men det har i allmänhet inte varit möjligt att koppla dessa till sådana parametrar som kvadratmeter butiksyta eller antal elever på en skola, och inte heller till antal boende i flerbostadshus. För hushåll har begränsningen även varit att en koppling i första hand kunnat genomföras för villor där det har gått att få fram bra underlag för antal boende. För flerbostadshus har detta i allmänhet inte varit möjligt eftersom det inte går att utläsa om en leveranspunkt avser en eller flera adresser och i så fall vilka.

Huvudstudien har inte innefattat analyser av specifik förbrukning. De mätserier som använts i projektet har inte kunnat kopplas till uppgifter om befolkning eller verksamhetsyta. I arbetet med Svenskt Vatten P114, Distribution av dricksvatten, har dock omfattande data för bostäder från Umeå, Karlstad, Kungsbacka och Västerås analyserats som underlag för publikationen. Därför har det inte ansetts motiverat att undersöka specifik förbrukning inom ramen för detta projekt utöver det som genomförts i examensarbeten av J. Holm (2017) och Mahmoudi (2017). De har analyserat specifik förbrukning för ett mer begränsat antal brukare för olika brukarkategorier, huvudsakligen med inriktning på hushållsförbrukning.

7.1 Verksamheter

Ett av examensarbetena (E. Holm, 2017) har dock undersökt specifik förbrukning för andra typer av brukare än hushåll i Västerås och Bjuv. Holm visar i sina analyser att vattenförbrukningen i skolor i medeltal överstiger rekommenderat värde i VAV P83, medan förbrukningen för handel genomgående är lägre än rekommenderat värde i VAV P83. För industrier finns stora avvikelser åt båda hållen.

Sammanfattningsvis har hon kommit fram till följande:

- *Skolor*: Stor variation i förbrukning per elev mellan olika skolor. Medelvärdet för alla undersökta skolor är högre än rekommenderat värde i VAV P83.
- *Kontor*: Värdena ligger nära det som rekommenderas i VAV P83 och i medeltal något lägre.
- *Handel*: Värdena för samtliga studerade områden är lägre än rekommendationen i VAV P83. De flesta områdena ligger mycket under VAV P83.
- *Industri*: Variationen var som förväntat mycket stor. Förbrukningen hos studerade industrier har legat i intervallet 9–1 000 procent av rekommendationen i VAV P83. Medelvärdet är nästan 50 procent högre än VAV P83.

7.2 Korrelation mellan olika brukartyper

En intressant jämförelse i E. Holm (2017) är korrelationen i förbrukningsmönster mellan olika brukartyper (tabell 7.1). Ett högt värde innebär hög korrelation, vilket till exempel gäller mellan radhus och villor, det vill säga när vattenförbrukningen är som högst i villor kan den förväntas vara det även i radhus. Lägst korrelation finns mellan villor och kontor under vardagar kl. 06–22. Nästan lika låg korrelation gäller för villor även med industri och skola. Näst lägst korrelation uppvisar radhus med dessa tre brukartyper.

Under helger uppvisar i stort sett alla brukarkategorier högre korrelation med varandra än under vardagarna. Tre kombinationer har högre korrelation på vardagar än på helger: industri–handel, industri–kontor och kontor–skola.

Korrelation	Handel	Kontor	Industri	Skola	Lägenhet	Villa
Genomsnittlig vecka						
Kontor	0,817					
Industri	0,770	0,976				
Skola	0,745	0,964	0,991			
Lägenhetshus	0,949	0,657	0,583	0,547		
Villa	0,804	0,356	0,308	0,277	0,925	
Radhus	0,823	0,431	0,369	0,341	0,940	0,991
Genomsnittlig vardag						
Kontor	0,897					
Industri	0,829	0,972				
Skola	0,737	0,956	0,990			
Lägenhetshus	0,912	0,580	0,481	0,434		
Villa	0,667	0,188	0,110	0,070	0,880	
Radhus	0,692	0,245	0,160	0,120	0,889	0,992
Genomsnittlig vardag klockan 06–22						
Lägenhetshus	0,530	-0,014	-0,147	-0,172		
Villa	-0,331	-0,816	-0,813	-0,799		
Radhus	-0,321	-0,766	-0,785	-0,772		
Genomsnittlig helg						
Kontor	0,940					
Industri	0,797	0,909				
Skola	0,733	0,856	0,976			
Lägenhetshus	0,946	0,873	0,757	0,735		
Villa	0,948	0,845	0,691	0,641	0,975	
Radhus	0,890	0,858	0,744	0,707	0,984	0,992

Tabell 7.1

Korrelation mellan vattenanvändningen hos de olika brukartyperna. Korrelationen visas för ett medeldygn under hela veckan, vardagar samt helg, och för en vardag kl. 06–22.

Samtliga korrelationer starkare än $r = \pm 0,344$ är signifikanta. (E. Holm, 2017).

7.3 Fritidshus och studentbostäder

Under projektets gång kom det fram önskemål om att vissa typer av områden vore intressanta att undersöka för att få fram bättre underlag för dimensionerande vattenförbrukning, bland annat fritidshus och studentbostäder.

Trots upprepade försök har det varit svårt att få mätvärden från områden med fritidshus. Ett område i Göteborgs skärgård har funnits tillgängligt och studerats av Brandner (2016), som visar att i områden i Göteborgs kommun där det finns en viss andel fritidsbostäder ökar vattenförbrukningen markant under perioder med högre temperatur. Detta kan delvis förklaras med att befolkningen ökar i dessa områden under sommarmånaderna. En annan möjlig bidragande faktor kan vara att permanent boende som i vanliga fall jobbar på annat håll stannar kvar i området under dessa perioder. Frågan om temperatureffekter behandlas mer i avsnitt 7.4.

Området Tyghusvägen i Göteborg består till en majoritet av studentbostäder. Resultaten från Brandner (2016) visar att det i detta område sker en tydlig minskning i efterfrågan på vatten under sommaren och vintern samt andra akademiska helgdagar.

7.4 Temperatureffekter

Under ett referensgruppsmöte den 7 april 2016 togs ett antal parametrar upp som kan förväntas påverka vattenförbrukningen och som därför bör studeras mer ingående,

bland annat vattentryck, soltimmar och temperatur, samt uppföljning för nybyggt område (uppmätt förbrukning jämfört med dimensionerad förbrukning).

Underlag för vattentryck har vi inte efterfrågat, dels därför att andra frågeställningar har ansetts mer prioriterade för studien, dels därför att det ibland har tagit tid för dem som försett oss med underlag att få fram detta. Vi har då prioriterat att be dem om annat mer angeläget underlag. Av samma skäl har vi inte efterfrågat underlag för nybyggt område efter det att vi konstaterat att det inte fanns i det underlag vi erhållit.

Analys av soltimmar, temperatur och nederbörd har gjorts inom ramen för tre examensarbeten (Ahlberg och Ivansen, 2016; Brandner, 2016; J. Holm 2017).

7.4.1 Soltimmar, temperatur och nederbörd

Antalet soltimmar och dess inverkan på vattenförbrukningen har delvis utvärderats av Brandner (2016).

Baserat på förbrukningsdata från Göteborg, Kalix och Alvesta undersökte Brandner (2016) vattenförbrukningens temporala variation i relation till bland annat periodicitet (timlig, daglig och månatlig) och olika klimatvariabler. I arbetet studerades relationen mellan dessa och vattenförbrukningen med hjälp av multipel regressionsanalys. Brandner visar att det för flertalet studerade områden finns en ökad vattenförbrukning i intervallet 1–12 procent ökning per 2 °C i temperaturökning.

Göteborg

Tydligast påverkan, >12 procent ökad vattenförbrukning per 2 °C, finns i Göteborgs skärgård. Områden med studentbostäder samt Göteborgs innerstad uppvisar ett negativt samband, det vill säga vattenförbrukningen minskar med ökande temperatur. Störst negativt samband, -7 procent per 2 °C, finns i ett område med studentbostäder. Övriga områden i Göteborg ligger i spannet -3,8 procent till +4,3 procent per 2 °C. Sambandet mellan temperatur och vattenförbrukning kan ses för temperaturer över 12 °C.

För samtliga studerade områden i Göteborg gäller ett omvänt samband mellan vattenförbrukning och nederbörd, det vill säga områden där vattenförbrukningen ökar vid högre temperatur får minskad vattenförbrukning vid regn och vice versa.

Mahmoudi (2017) har i studier från ett antal bostadsområden i Göteborg visat att årets högsta förbrukningar i allmänhet inträffar under ett sommar- eller vinterdygn. Det finns dock en tydlig skillnad mellan olika områden. Hög sommarförbrukning gäller framför allt områden på Hisingen, medan hög vinterförbrukning framför allt gäller Centrum.

Kalix

Vattenförbrukningen i Kalix påverkas i mindre utsträckning av temperaturen, och för tre studerade områden ökar förbrukningen med 1,1–2,2 procent per 2 °C temperaturökning. Sambandet mellan temperatur och vattenförbrukning kan ses för temperaturer över 10 °C.

Alvesta

Analysen för Alvesta (Lönashult) genomfördes för några olika temperaturspann som visade att vattenförbrukningen ökar som mest per grad temperaturökning i spannet 12–15 °C.

Borås och Karlstad

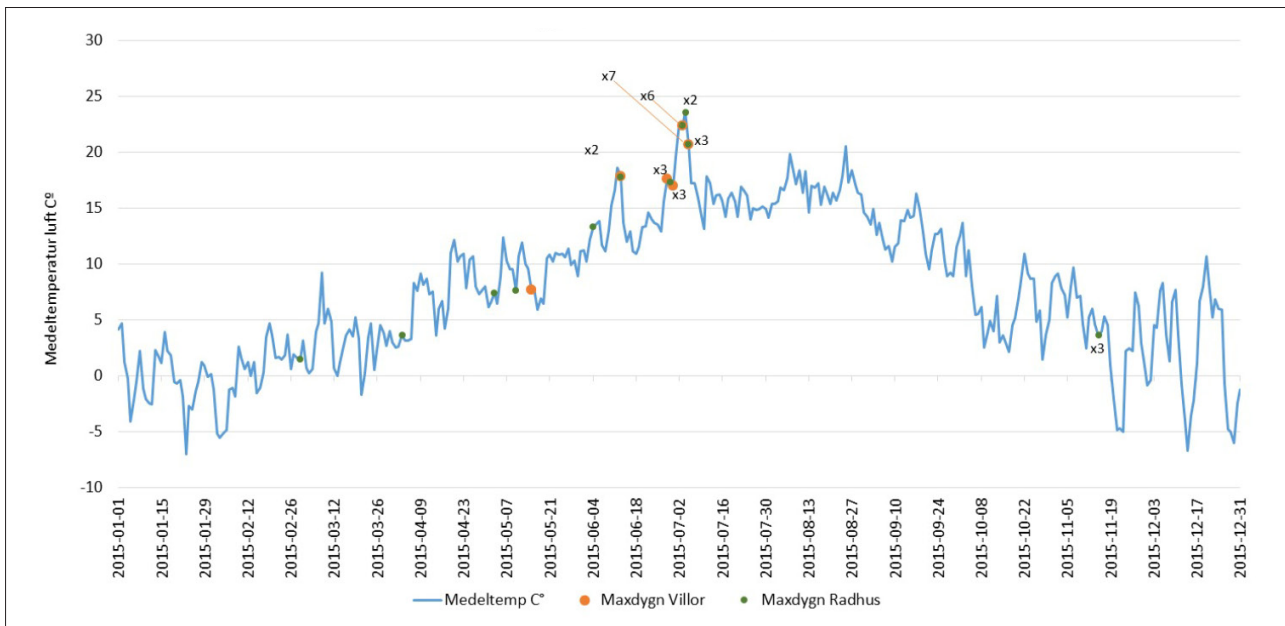
Ahlberg och Ivansen (2016) har använt mätvärden från Borås och Karlstad för att studera påverkan på vattenförbrukningen av temperatur. Studien har visat att det finns en positiv korrelation mellan vattenförbrukning och temperatur under perioden mars till september. Korrelationen var som starkast i maj till juli, och den var starkare i villaområden än i flerbostadshus. Den var också större i området som hade många olika förbrukartyper. Studien påvisade också att det inte finns någon trend för hur vattenförbrukningen varierar över året. Med de data som fanns gick det inte att utreda om variationen berodde på förbrukartyp eller på hur många förbrukare det var i respektive område.

Västerås

J. Holm (2017) har undersökt sambandet mellan temperatur och max- respektive minförbrukning för villor och radhus i Västerås. Analysen visar ett samband mellan temperatur och hög vattenförbrukning som är tydligast för villor. I figur 7.1 redovisas dygnen med högst förbrukning från de olika mätserierna tillsammans med temperaturen. Om samma dygn utgör maxdygn i flera mätserier markeras det med en siffra, till exempel x7. Diagrammet visar tydligt att maxdygnen för villorna inträffar under några av årets varmaste dagar. Holm visar även i sina analyser att den totala vattenförbrukningen ökar under ett år med högre medeltemperatur.

För dygnen med lägst förbrukning saknas ett tydligt samband med temperatur. Mindygnen inträffar vanligtvis i januari eller juli.

Figur 7.1
Temperatur och maxdygn villor och radhus år 2015 (J. Holm, 2017).



7.4.2 Trädgårdsbevattning

Trädgårdsbevattning innefattas ofta i hushållsförbrukning som en del av förbrukningen under ett maxdygn. Till detta kopplas timfaktorer som gäller för normaldygn. Det skulle vara mer korrekt att bedöma trädgårdsbevattning separat. Då skulle en bättre kombination av maxdygn- och maxtimförbrukning kunna erhållas. Syftet från början i projektet var att identifiera dygn med hög förbrukning till trädgårdsbevattning och föreslå metoder för att bedöma hur hänsyn ska tas i dimensioneringen. Analysen skulle även innefatta andra exempel på stor förbrukning som förekommer sällan, till exempel uppfyllnad av trädgårdspool. Det antas finnas en koppling mellan värme och trädgårdsbevattning, användning av pooler etc.

Trädgårdsbevattning och uppfyllnad av pool har i denna studie inte varit möjliga att särskilja från annan vattenförbrukning. Inom ramen för tre examensarbeten (Ahlberg och Ivansen, 2016; Brandner, 2016; J. Holm, 2017) har vattenförbrukningen undersökts under dagar med höga uppmätta lufttemperaturer (se avsnitt 9.1). De tre examensarbetena visar att vattenförbrukningen ökar vid höga temperaturer för brukarkategorin villor. För radhus och lägenheter saknas samband eller är mindre tydligt.

7.5 Boendekategorier och åldersgrupper

Även andra parametrar har undersökts inom projektet, till exempel de boendes ålder och inkomst samt byggår för husen de bor i.

7.5.1 Boendes ålder

Ahlberg och Ivansen (2016) har använt mätvärden från Borås och Karlstad för att studera påverkan på vattenförbrukningen av befolkningens ålder. Analysen visade att förbrukningen på Klintesväg med hög medelålder (cirka 80 år) var större än i de övriga områden som analyserades. Dessutom skilde sig variationen i vattenförbrukning väldigt mycket mellan området med hög medelålder och övriga områden, eftersom vatten förbrukades i mycket större utsträckning under dagen med ett lokalt maximum vid kl. 12. Ingen större variation i vattenförbrukningen kunde ses mellan de övriga områdena med medelåldern mellan 39 och 47 år. Genom medeldygnsvariationen går det att se högre maxvärden för förbrukningen under helgerna för alla områden. Dessutom börjar förbrukningen senare på förmiddagen jämfört med vardagar, vilket leder till en mer koncentrerad vattenförbrukning på helger.

7.5.2 Boendes ålder och inkomst samt byggnadens ålder

Mahmoudi (2017) har använt mätvärden från olika bostadsområden i Göteborg för att undersöka hur vattenförbrukningen påverkas av befolkningens medelålder och medelinkomst samt byggnadens ålder. Resultatet visas i tabellerna 7.2 till 7.5.

Medelålder (år)	$q_{d,medel}$ (l/p, d)	Medelinkomst (kr/mån)	$q_{d,medel}$ (l/p, d)	Byggår (år)	$q_{d,medel}$ (l/p, d)
32–40	183 ± 26	12 000–16 999	203 ± 28	1900–1910	167 ± 33
41–44	138 ± 26	17 000–19 499	182 ± 25	1948–1964	153 ± 19
45–50	193 ± 28	19 500–21 399	153 ± 27	1965–1975	202 ± 19
51–65	181 ± 23	21 400–35 000	162 ± 24	1980–1990	185 ± 91

Tabell 7.2

Medelförbrukning av vatten utifrån medelålder och inkomst samt byggår.

Medelålder (år)	$C_{D,MAX}$	Medelinkomst (kr/mån)	$C_{D,MAX}$	Byggår (år)	$C_{D,MAX}$
32–40	1,63 ± 0,23	12 000–16 999	1,68 ± 0,26	1900–1910	2,39 ± 0,64
41–44	1,88 ± 0,30	17 000–19 499	1,70 ± 0,27	1948–1964	1,96 ± 0,18
45–50	1,97 ± 0,38	19 500–21 399	1,96 ± 0,38	1965–1975	1,56 ± 0,20
51–65	1,87 ± 0,34	21 400–35 000	2,02 ± 0,33	1980–1990	1,86 ± 0,49

Tabell 7.3

Maxdylgnfaktor utifrån medelålder och inkomst samt byggår.

Medelålder (år)	$C_{T,MAX}$ (dygn)	Medelinkomst (kr/mån)	$C_{T,MAX}$ (dygn)	Byggår (år)	$C_{T,MAX}$ (dygn)
32–40	1,88 ± 0,17	12 000–16 999	1,96 ± 0,30	1900–1910	2,56 ± 0,65
41–44	2,27 ± 0,34	17 000–19 499	1,87 ± 0,19	1948–1964	2,27 ± 0,09
45–50	2,11 ± 0,28	19 500–21 399	2,40 ± 0,28	1965–1975	1,85 ± 0,21
51–65	2,11 ± 0,22	21 400–35 000	2,14 ± 0,22	1980–1990	2,67 ± 0,81

Tabell 7.4

Maxtfaktor (dygn) utifrån medelålder och inkomst samt byggår.

Medelålder (år)	$C_{T,MAX}$ (år)	Medelinkomst (kr/mån)	$C_{T,MAX}$ (år)	Byggår (år)	$C_{T,MAX}$ (år)
32–40	3,85 ± 0,52	12 000–16 999	3,97 ± 1,28	1900–1910	5,88 ± 0,73
41–44	5,22 ± 1,34	17 000–19 499	3,84 ± 0,44	1948–1964	5,03 ± 0,63
45–50	4,53 ± 0,75	19 500–21 399	5,24 ± 1,14	1965–1975	3,50 ± 0,82
51–65	4,41 ± 0,97	21 400–35 000	4,89 ± 0,64	1980–1990	3,71 ± 0,93

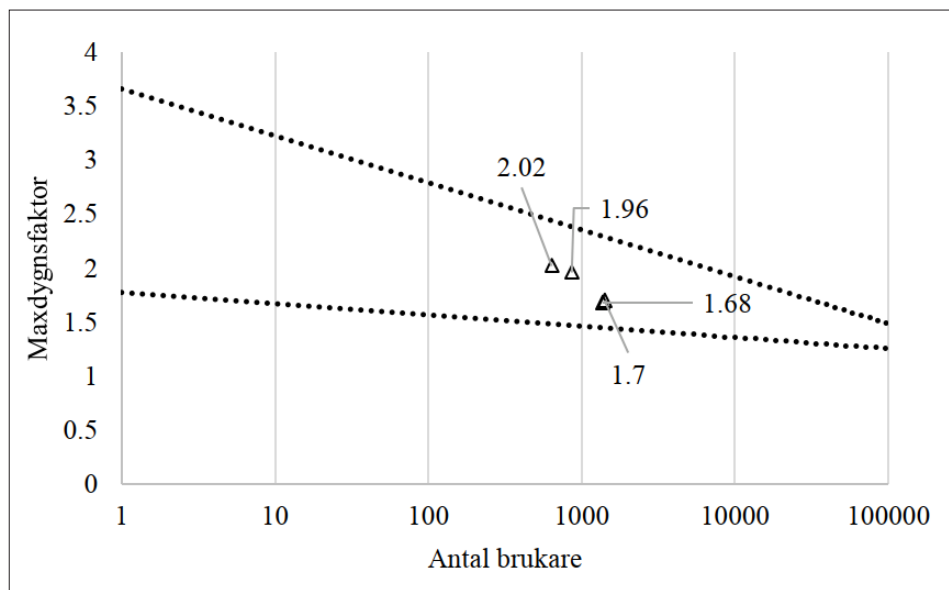
Tabell 7.5

Maxtfaktor (år) utifrån medelålder och inkomst samt byggår.

Det går att se vissa mönster. I miljonprogramsområdena (byggår 1965–1975) är vattenförbrukningen per person högst, samtidigt som maxdygn- och maxtimfaktorerna är lägst. Vattenförbrukningen per person minskar i allmänhet med ökad medelinkomst men ligger som lägst för det näst högsta inkomstintervallet. För detta är å andra sidan maxdygn- och maxtimfaktorerna högst.

En svårighet med att dra slutsatser från analyserna är att det kan finnas flera faktorer som påverkar resultaten. Mahmoudi har på ett bra sätt illustrerat detta i figur 7.2. Analysen visar ett samband mellan medelinkomst och maxdygnfaktorn. När analysen även görs mot antal brukare inom respektive inkomstintervall visar det sig att gruppen med lägst maxdygnfaktor även har flest antal brukare, och att gruppen med högst maxdygnfaktor har minst antal brukare.

Figur 7.2
Samband mellan maxdygnfaktor och medelinkomst samt antal brukare i undersökningen (Mahmoudi, 2017).



Medelinkomst (kr/mån)	C_D MAX
12 000–16 999	1,68
17 000–19 499	1,70
19 500–21 399	1,96
21 400–35 000	2,02

8 Slutsatser och rekommendationer

Studien har visat på svårigheter med att göra säkra beräkningar av vattenförbrukningens variation. Trots detta kan några tydliga slutsatser dras när det gäller val av lämpliga dimensioneringstal.

Vid beräkning av dimensionerande vattenförbrukning i ett område görs av tradition en uppdelning i förbrukarkategorier. I de följande avsnitten redovisas rekommenderade dimensioneringstal för hushållsförbrukning, verksamheter och blandade områden.

Kunskapen om den förväntade vattenförbrukningen ökar efterhand som planeringen fortskrider. I tidiga skeden är i regel bara markytan och bebyggelsens huvudsakliga ändamål kända. Likväl efterfrågas ofta preliminära bedömningar redan i detta skede. Medan det finns goda förutsättningar att bedöma förbrukningen i hushållen, både till omfattning och variation, är det betydligt svårare att göra en generell bedömning av förbrukningen i olika verksamheter. I projekteringskedet finns i regel detaljerat underlag som kan ligga till grund för en tillräckligt noggrann dimensionering.

I områden som planeras för verksamheter behövs kunskap om typ av verksamhet och detaljerad kunskap för verksamheter med hög förbrukning. I avsaknad av detta behövs underlag för en grov bedömning av vattenförbrukning per ytenhet och dess variation i tiden.

8.1 Dimensionerande förbrukning i hushåll

Enligt vedertagen praxis bestäms den dimensionerande hushållsförbrukningen för större områden som den maximala timförbrukningen under ett år. Den beräknas som produkten av medelförbrukningen, maxdygnfaktorn och maxtimfaktorn.

Maxdygnfaktorn är medelflödet under årets maxdygn delat med medelflödet under året. Maxtimfaktorn definieras som den högsta medelförbrukningen under en timme delat med medelförbrukningen under dygnet. Denna kvot kan dock variera mellan olika dygn, och man kan inte förutsätta att förbrukningen varierar på samma sätt under ett dygn med hög förbrukning som under ett mer normalt dygn. I denna studie har i stället möjligheten att ta fram ett värde på maxtimfaktor för ett år prövats. Den skulle då användas i stället för produkten av maxdygn- och maxtimfaktorerna. På grund av osäkerheten vid registrering av stora flöden rekommenderas inte denna metod. Dimensionering med hjälp av maxdygn- och maxtimfaktor rekommenderas därför även fortsättningsvis.

Rekommendation: Fortsätt att använda maxdygn- och maxtimfaktor

Studien har undersökt möjligheten att ta fram ett värde på maxtimfaktor för ett år. Den skulle då användas i stället för produkten av maxdygn- och maxtimfaktorerna. På grund av osäkerheten vid registrering av stora flöden rekommenderas inte denna metod. Dimensionering med hjälp av maxdygn- och maxtimfaktor rekommenderas därför även i fortsättningen.

I den äldre publikationen VAV P38 rekommenderades en så kallad sammanlagringsfaktor, det vill säga en korrektionsfaktor för produkten av maxdygn- och maxtimfaktorerna. Som riktvärde rekommenderades 1,0 för enhetlig småhusbebyggelse och 0,8 vid enhetlig bebyggelse med flerbostadshus. Detta indikerar att förbrukningen under ett dygn med hög medelförbrukning i områden med flerbostadshus antas variera mindre

än under ett normaldygn. I VAV P83, som ersatte VAV P38, redovisas i stället värden på maxdygnfaktorn för ett dygn med maximal förbrukning. Därmed finns inte något behov av en sammanlagringsfaktor.

Utifrån de mätserier som analyserats i detta projekt har det inte varit möjligt att påvisa något entydigt samband mellan medelförbrukningen under ett dygn och variationen under dygnet. De maxdygn- och maxtimfaktorer som tagits fram bedöms därför kunna kombineras på det sätt som rekommenderas i VAV P83 för att erhålla ett rimligt värde på maximal timförbrukning.

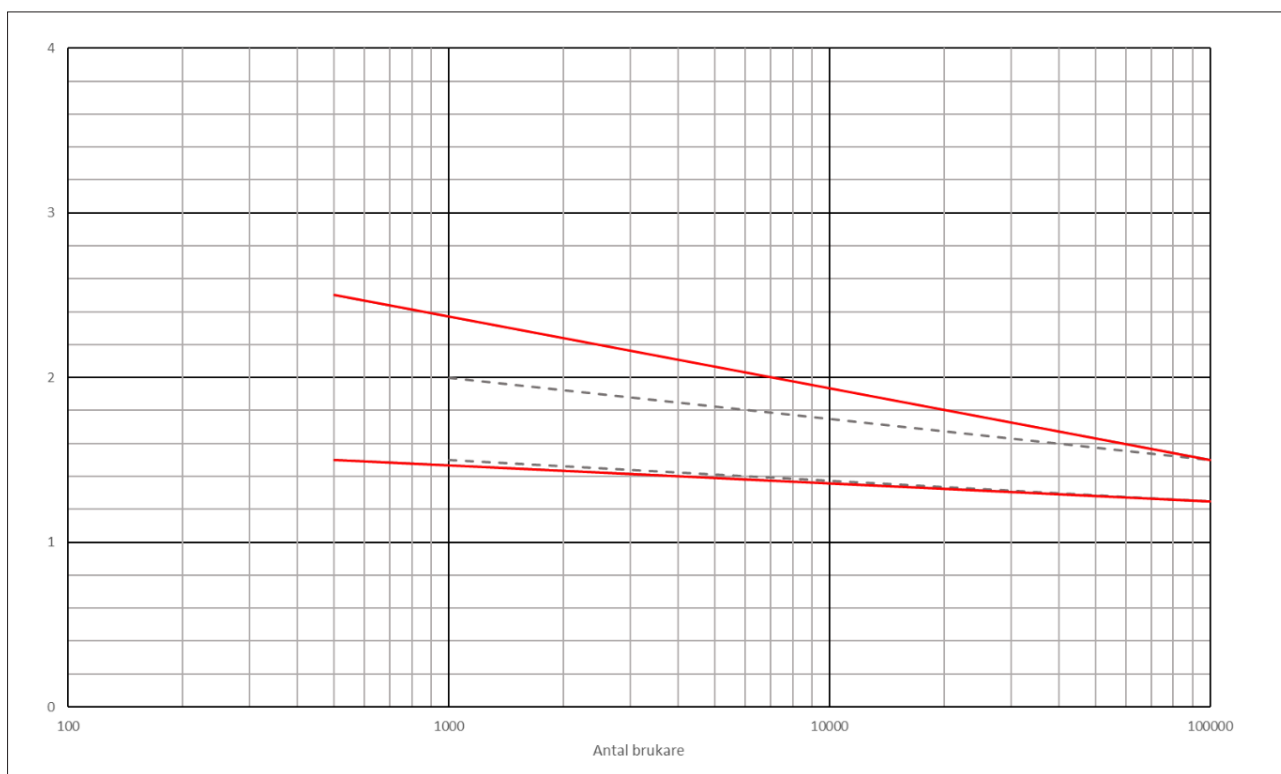
För hushållsförbrukning med mer än 500 brukare rekommenderas maxdygnfaktor och maxtimfaktor inom de intervall som redovisas i figur 8.1 respektive figur 8.2. Dessa värden är oförändrade jämfört med VAV P83. De värden som rekommenderas i tabell 4.4 i Svenskt Vatten P110 bör däremot inte användas.

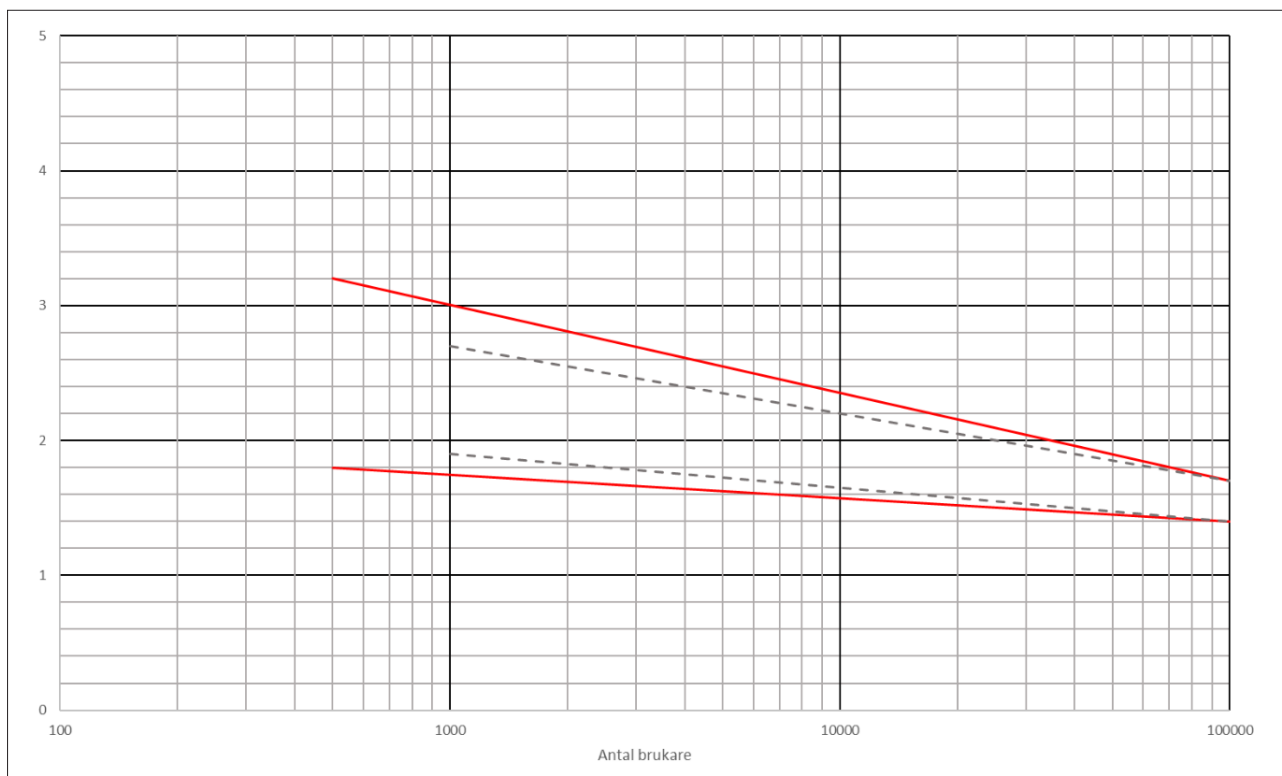
Rekommendation för hushållsförbrukning

För hushållsförbrukning med mer än 500 brukare rekommenderas maxdygnfaktor och maxtimfaktor inom de intervall som visas i figur 8.1 respektive figur 8.2. Värdena är oförändrade jämfört med VAV P83. De värden som rekommenderas i tabell 4.4 i Svenskt Vatten P110 bör däremot inte användas.

Figur 8.1

Rekommenderade värden för maxdygnfaktor. Röda linjer enligt VAV P83 och denna studie, streckade linjer enligt VAV P38.





För beräkning av ett flöde som uppstår minst en timme per dygn (exempelvis för självrensning) rekommenderas mindygnfaktor 0,8 i bostadsområden med minst 500 permanentboende. I områden med stor säsongsvariation, exempelvis fritidshusområden, behöver en mer detaljerad studie av förbrukningsvariationen göras. Det är inte alltid möjligt att uppnå självrensande flöde i sådana områden.

Figur 8.2
Rekommenderade värden för maxdygnsfaktor. Röda linjer enligt VAV P83 och denna studie, streckade linjer enligt VAV P38.

Rekommendation för mindygnfaktor i bostadsområden

För beräkning av ett flöde som uppstår minst en timme per dygn (exempelvis för självrensning) rekommenderas mindygnfaktor 0,8 i bostadsområden med minst 500 permanentboende. I områden med stor säsongsvariation, exempelvis fritidshusområden, behöver en mer detaljerad studie av förbrukningsvariationen göras.

8.2 Dimensionerande förbrukning i verksamheter

I många kommuners debiteringssystem indelas verksameters vattenförbrukning i kategorierna ”allmän förbrukning” och ”industriförbrukning”. Men denna indelning är otydlig och har gjorts på olika sätt i VAV P38 och VAV P83. Därför används här begreppet ”verksameters förbrukning” för all vattenförbrukning utöver hushåll.

För områden där verksamheternas förbrukning dominerar bör dimensioneringen göras utifrån uppgifter om de aktuella verksamheterna. Det finns inte underlag i denna studie för att rekommendera generella värden på maxdygn- och maxdygnsfaktor för olika verksamheter. Skillnaderna från fall till fall är alltför stora. De exempel på veckovariation för olika verksamheter som redovisas i figurerna 4.3 och 4.4 kan användas som stöd. De visar dock endast medelvärden för årets samtliga veckor och behöver därför justeras utifrån en bedömning av årstidsvariation.

I ett tidigt skede, då detaljerad kunskap om den planerade verksamheten saknas, rekommenderas i VAV P38 och VAV P83 en specifik förbrukning per hektar kvartersmark

för kontors- och industriändamål. I VAV P38 rekommenderas 0,3 liter per sekund och hektar som medelvärde. För förbrukning under arbetstid anges 1,3 liter per sekund och hektar baserat på 8 timmar per dag och 250 arbetsdagar per år. Som dimensionerande maxtimförbrukning anges 2,0 liter per sekund och hektar med hänsyn till variationer under året och under arbetsdagen. Detta motsvarar en maxtimfaktor (år) på 6,67. I VAV P83 är medelförbrukningen endast en tredjedel, det vill säga 0,1 liter per sekund och hektar, men för variationen förs ett liknande resonemang. Förbrukningen under arbetstid anges till 0,4 liter per sekund och hektar och under maxtimme till 0,8 liter per sekund och hektar. Detta motsvarar en maxtimfaktor (år) på 8,0. Skillnaden i medelförbrukning är markant men skillnaden i faktorer beror snarare på avrundning än på skillnader i analys.

Denna studie innefattar inte analys av medelförbrukning. Det finns inte heller underlag för att föreslå ändringar mot tidigare publikationer avseende förbrukningens variation.

Rekommendation för verksamheter

För områden där verksamheternas förbrukning dominerar bör dimensioneringen göras utifrån uppgifter om de aktuella verksamheterna. Utifrån den här studien går det inte att rekommendera generella värden på maxdygn- och maxtimfaktor för olika verksamheter. Skillnaderna från fall till fall är alltför stora. Den här studien har inte underlag för att föreslå ändringar jämfört med tidigare publikationer när det gäller förbrukningens variation.

8.3 Dimensionerande förbrukning i blandade områden

Områden där hushållsförbrukningen utgör 70 procent eller mer av den totala förbrukningen kan dimensioneras med utgångspunkt i hushållsförbrukningens variation. Förbrukningen i dessa områden är i regel mer utjämnad än i renodlade bostadsområden vilket framgår i avsnitt 4.1, men skillnaden är enligt denna studie endast marginell. Det schablonvärde på 20–40 liter per boende och dygn som brukar användas för verksamheter i bostadsområden kan därför antas variera på samma sätt som hushållsförbrukningen. Detta är en förenkling som rekommenderas både i VAV P38 och VAV P83, och som stöds av analyserna i detta projekt. För blandad förbrukning med minst 70 procent hushållsförbrukning rekommenderas därför samma värden på maxdygn- och maxtimfaktor som för hushållsförbrukning och som redovisas i figureerna 8.1 och 8.2.

Rekommendation för blandade områden

För blandad förbrukning med minst 70 procent hushållsförbrukning rekommenderas samma värden på maxdygn- och maxtimfaktor som för hushållsförbrukning.

8.4 Säkerhetsfaktor

Vid dimensionering av avloppsledningar och pumpstationer används i regel en säkerhetsfaktor. I Svenskt Vattens publikation P110, Avledning av dag- drän- och spillvatten, rekommenderas en säkerhetsfaktor 1,5 eller mer. Motsvarande rekommendation har inte funnits för dimensionering av vattenledningar. Som motiv till detta brukar anges att konsekvenserna av kortvarig hydraulisk överbelastning i ett avloppssystem är betydligt allvarligare än om detta sker i vattenledningsnätet.

I vissa fall kan det finnas anledning att överväga en extra säkerhetsfaktor även för dimensionerande flöden i vattenledningsnätet, men bara där detta är särskilt motiverat. Beroende på förutsättningarna kan en faktor i intervallet 1,1–2,0 användas, men skälen bör samtidigt anges. Exempel på skäl till en extra säkerhetsfaktor kan vara:

- Osäkert underlag
- Extra marginal för extrema händelser
- Extra marginal för framtida utbyggnad

Rekommendation om säkerhetsfaktor i vattenledningsnätet

Om det finns särskilda skäl kan en extra säkerhetsfaktor för dimensionering av vattenledningar övervägas. Beroende på förutsättningarna kan en faktor i intervallet 1,1–2,0 användas, men skälen bör samtidigt anges.

Referenser

Examensarbeten genomförda inom ramen för detta projekt har i referenslistan markerats med *.

Abdu, M. & Ullén, P. (2014). Dimensionerande vattenförbrukning och dess variationer. KTH, Skolan för arkitektur och samhällsbyggnad (ABE), Bygghälsa, Bygghälsa och design.

* Ahlberg, F. & Ivansen, A. (2016). Analys över variationer i vattenförbrukning och dess påverkandefaktorer: En fallstudie över områden i Borås. KTH, Skolan för arkitektur och samhällsbyggnad (ABE), Hållbar utveckling, miljövetenskap och teknik, Industriell ekologi.

* Brandner, H. (2016). Identifying the Influential Factors of the Temporal Variation of Water Consumption. A Case Study using Multiple Linear Regression Analysis. KTH, Skolan för arkitektur och samhällsbyggnad (ABE), Bygghälsa, Vattenteknik.

* Ekwall, J. (2016). Kvalitetskontroll av vattenförbrukningsdata – Ursprung till Fel och Osäkerheter i mätdata från Göteborgs kommun. KTH, Skolan för arkitektur och samhällsbyggnad (ABE), Mark- och vattenteknik, Vattenvårdsteknik.

* Eliasson, V. (2016). Kvalitetsgranskning av flödesdata från vattenledningsnätet. Institutionen för informationsteknologi, Uppsala universitet.

* Gahlin, R. & Sommar, J. (2017). Förslag på nya beräkningsmetoder för årsregistrerad vattenförbrukning. KTH, Skolan för industriell teknik och management (ITM), Tillämpad maskinteknik (KTH Södertälje).

* Holm, E. (2017). Vattenanvändning hos samhällsbrukare. En studie om flöden och maxfaktorer för en förbättrad dimensionering. Institutionen för energi och teknik, Sveriges lantbruksuniversitet.

* Holm, J. (2017). Vattenförbrukningens dygns- och säsongsvariation för småhus – en fallstudie över områden i Västerås. Stockholm: Stockholms universitet, Institutionen för miljö och bygg.

* Mahmoudi, N. (2017). Hushållens vattenanvändning i Göteborg. Statistisk studie utifrån utomhustemperatur, byggår och socioekonomisk påverkan. Institutionen för energi och teknik, Sveriges lantbruksuniversitet.

Näsman-Melander, E. (2012). Dimensionering av åtgärder i kombinerade ledningssystem vid ökad spillvattenbelastning. Uppsala universitet, Institutionen för Geovetenskaper. UPTec W12 016.

Svenskt Vatten P110 (2016). Avledning av dag-, drän- och spillvatten. Stockholm: Svenskt Vatten AB.

VAV P38 (1979). Allmänna vattenledningsnät. Anvisningar för utformning och beräkning. Stockholm: VAV AB.

VAV P83 (2001). Allmänna vattenledningsnät: Anvisningar för utformning, förnyelse och beräkning. Stockholm: VAV AB.

Bilaga A – Förstudie om dimensioneringstal för vattenförbrukning

1. Bakgrund och syfte

Dimensionering av svenska vatten- och spillvattensystem baseras bland annat på dimensionerande vattenförbrukning enligt Svenskt Vattens riktlinjer. Vid dimensioneringen tas hänsyn till maxdygn- och maxtimfaktorer enligt t ex Svenskt Vattens publikationer P83 och P90. Tyréns har genom ett par examensarbeten sett att det finns ett behov av att se över dessa.

Ett examensarbete från 2012 (Näsman Melander) har visat att valet av maxdygns- och maxtimfaktorer (inom föreslagna intervall) kan få stora konsekvenser med avseende på hur stora åtgärder som behövs på befintligt ledningsnät när nya områden ska anslutas. Vidare har ett examensarbete från 2014 (Abdu & Ullén, 2014) baserat på analys av uppmätt vattenförbrukning med timupplösning från 13 kommuner kommit till slutsatsen att dagens dimensioneringsparametrar troligtvis ligger onödigt högt.

I många fall kan det innebära ganska små konsekvenser om man vid nyanläggning av vatten- och spillvattenledningar väljer en ”onödigt” stor dimension. Men då det gäller ökad belastning på befintliga ledningsnät kan konsekvenserna bli stora eftersom kostnadsskillnaderna kan bli betydande mellan att inte behöva åtgärda de befintliga vatten- och spillvattennäten och att behöva lägga om långa ledningssträckor till större dimension.

Projektets syfte är att utifrån mätdata kartlägga vattenförbrukningen för olika vattenförbrukare och dess variation i tiden och att jämföra detta med dagens riktlinjer för dimensionering av vatten- och spillvattensystem.

2. Genomförande

Projektet har inletts med en förstudie för att undersöka förutsättningarna att erhålla tillräckligt underlag för huvudstudien. I detta PM redovisas resultatet av förstudien som underlag till en ansökan om medel för att genomföra huvudstudien.

Förstudien har innefattat en kartläggning av hur vattenförbrukningen mäts och registreras i Svenskt Vattens medlemskommuner samt en bedömning av om dessa mätvärden kan ligga till grund för den tänkta studien. Förstudien har även identifierat kommunala vattenbolag/va-förvaltningar som är intresserade av ett deltagande i projektet.

2.1 Enkätundersökning

En enkätundersökning riktad till samtliga Svenskt Vattens medlemmar har genomförts. Inför enkätundersökningen gjordes ett upprop i samband med seminariet VA-GIS 2015 för att väcka intresse och för att ge kommuner med tillgång till förbrukningsdata möjlighet att förbereda sig att göra data tillgängligt.

Enkätformuläret redovisas som bilaga 1 till förstudien, och i bilaga 2 redovisas enkättagarna.

Sammanlagt 51 av Svenskt Vattens medlemmar svarade på enkäten. Detta kan anses som ett litet antal deltagare. Samtidigt har ett stort antal av deltagarna visat sig ha mätdata med potential för att utföra en huvudstudie och det går att misstänka att det framförallt är deltagare som har mätdata som tagit sig tid/haft intresse av att svara på enkäten. En sammanställning av enkätsvaren ses i tabell 1 och 2.

Antal deltagare i enkät	51 st
Antal med intressant mätdata från delområden (inkl mätning i högzon alternativt ingen högzon)	36 st
Antal med intressant mätdata från enskilda förbrukare	9 st
Antal med intresse av att leverera mätdata till eventuell huvudstudie	Ja: 15 st Vet ej: 20 st Nej: 16 st
Antal med intresse av att delta i referensgrupp i eventuell huvudstudie	Ja: 9 st Vet ej: 8 st Nej: 34 st

Tabell A.1
Översikt av resultat från enkäten.

	Ja	Vet ej ¹
Har intresse av att leverera mätdata till eventuell huvudstudie	Borås Energi och miljö Gästrike Vatten AB Göteborg stad Kretslopp och vatten Jokkmokk Kalix Karlstad Kungsbacka Lidingö Norrvatten Stockholm Vatten VA AB Sydvatten AB Tekniska verken i Linköping Torså Trelleborg Trollhättan Energi AB	Alvesta Boden Gislaved Hallstahammar Håbo Jönköping Köping Markaryd Mälarenergi AB Solna Vatten Sörmland Vatten och Avfall AB Upplands Väsby Vellinge Älvsbyns Energi AB Örebro
Har intresse av att delta i referensgrupp för eventuell huvudstudie	Borås Energi och Miljö AB Göteborg stad Kretslopp och vatten Jokkmokk Karlstad Kungsbacka Norrvatten Sydvatten AB Tekniska verken i Linköping Trollhättan Energi AB	Arvidsjaur Gästrike Vatten AB Köping Lidingö Mjölby Mälarenergi AB Stockholm Vatten VA AB Sörmland Vatten och Avfall AB Upplands Väsby Vårgårda

Tabell A.2
Enkätresultat, intresse av att delta i eventuell huvudstudie.

2.2 Kompletterande intervjuer

Ett antal enkätmedtagare har kontaktats för att komplettera och tydliggöra enkätsvaren. Samtal med vissa av dessa enkätmedtagare gjordes innan enkäten skickades ut. Urvalet för intervjuer baserades på vilka som i enkäten visat sig ha mätdata med potential för att gå vidare med en huvudstudie. Mätdata som ansetts vara intressant är dels mätdata på vattenförbrukning med hög tidsupplösning från större avgränsade delområden där delområdet antingen saknar reservoar, eller där mätning sker i reservoar, och dels mätdata från vattenmätning hos brukare med hög tidsupplösning på loggning. Intressant var även att utreda om intresse hos enkätmedtagarna fanns att justera loggintervall/hämta hem data oftare för mätare som i enkäten angavs ha potential att logga vattenförbrukning med hög tidsupplösning.

- Borås
- Gislaved
- Gästrike Vatten

¹ Enkätmedtagare som svarat "vet ej" och samtidigt svarat att de inte har någon mätdata har uteslutits i redovisningen av enkätmedtagare som har ett eventuellt intresse av att leverera mätdata till studien.

- Göteborg
- Jönköping
- Karlstad
- Tekniska verken Linköping
- Mälarenergi
- Norrvatten
- Norrtälje
- Solna
- Stockholm Vatten AB
- Sydvatten
- Sörmland vatten
- Upplands Väsby
- Vårgårda
- Östersund

Försök har även gjorts att kontakta Kungsbacka och Trollhättan.

Kontakt har även tagits med leverantörer av vattenmätare för att kartlägga vilka mätare som finns på marknaden samt deras funktioner och begränsningar.

3. Resultat

3.1 Enkäter och kompletterande intervjuer

Huvudsyftet med enkäten var att undersöka möjligheten att få tillgång till mätdata som kan användas för att analysera hur vattenförbrukningen varierar i olika samhällen och hos olika typer av brukare. I enkäten efterfrågades i första hand två typer av mätdata:

1. Flödesmätning i avgränsade distributionsområden (tryckzoner eller liknande) utan reservoar, där uppmätt flöde återspeglar förbrukningen inklusive eventuellt utläckage
2. Mätning av förbrukning hos små och stora grupper av brukare

För båda dessa typer efterfrågades långa mätserier med upplösning på 1 timme eller tätare. Enkätsvaren och de kompletterande intervjuerna visar att det är möjligt att få tillgång till mätdata av båda typerna.

Enkäten visar också att det finns stort intresse för studien hos flera av dem som svarat. De som har tillgång till mätdata är också beredda att göra den insats som behövs för att leverera uppgifter till projektet. Även bland dem som inte kan bidra med data uttrycker många ett intresse för projektet och vill gärna ta del av resultatet.

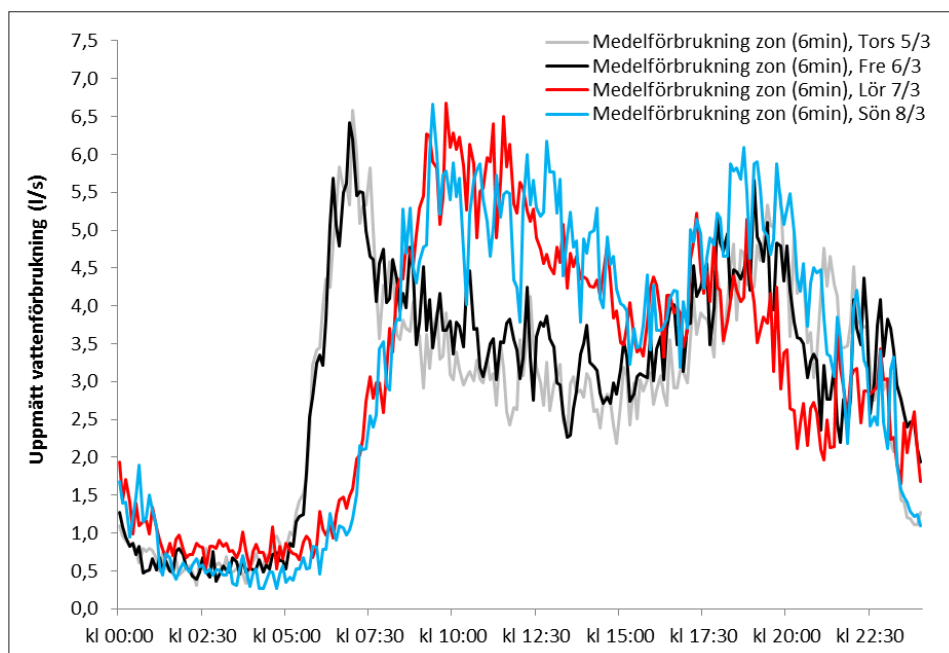
Borås	Har 600 st fjärravlästa mätare som man enkelt kan plocka hem mätdata ifrån. Dessa är placerade i flerbostadshus (framförallt Borås stads mätare). Mätning av vattenförbrukning med hög tidsupplösning sker i 28 delområden (stumma zoner). Dessa har oftast blandad bebyggelse men något område har ”industriskaraktär”. Borås kan tänka sig att leverera mätdata och även delta i en referensgrupp.
Gislaved	Har bland annat mätning i ett antal små villaområden (ca 15–20 villor). Har eventuellt intresse av att leverera mätdata till huvudstudie.
Gästrike Vatten	Ett 10-tal distributionsområden med användbara mätdata. Registrerande kundmätare huvudsakligen i villor och nyuppsatta. Ännu inga rutiner för att registrera timvärden. Mycket intresserade av att delta i projektet.
Göteborg	Ett stort antal distributionsområden (ca 60) med mätning. Tre fastighetsbolag med registrerande mätare. Data kan eventuellt fås av dem direkt. Mätdata i sammanlagt 4 000 bostäder. Dessa hanteras dock inte av Kretslopp och Vatten utan av tre stora fastighetsbolag i kommunen.

Tabell A.3
Information från samtal med kommuner/VA-bolag.

Jönköping	Har ett antal zoner med mätning. Dock inga som ansågs vara av speciellt stort intresse. De var även tveksamma till att delta i studien.
Karlstad	Har mätning med hög tidsupplösning i fem delområden. Två delområden inkluderar högzoner men i högzonerna sker mätning. Mycket intresserade av att leverera mätdata till projektet.
Kungsbacka	Samtal med kommunen har ej genomförts. Enkäten visar på att vattenmätning sker i ett 20-tal punkter på ledningsnätet och att det finns 100 st vattenförbrukningsmätare med loggning av högupplöst data hos enskilda brukare.
Linköping	Linköping har flödesmätning på distributionen till ett ganska stort antal områden inkl. mindre samhällen utanför centralorden. De är också intresserade av att delta i studien.
Mälarenergi	Har ca 2 700 mätare med loggning av förbrukning hos storförbrukare med timupplösning eller bättre. Urvalet av förbrukare som har denna typ av loggning är gjord med avseende på årsförbrukning, dvs de som loggas är de som har störst förbrukning. De är intresserade av att leverera data till studien.
Norrvatten	Mätvärden finns på in- och utflöde i samtliga kommuner som Norrvatten levererar data till. Nivån i reservoarer mäts och genom detta kan förbrukningen inom varje kommun beräknas. Norrvatten är intresserade av att delta i studien.
Norrtälje	Det finns inte några mätare som registrerar timvärden utan bara manuellt avlästa vattenmätare.
Solna	Två storförbrukare med egen mätning där värden kan fås med timupplösning. Den ena är Friends Arena som bedöms mycket intressant eftersom det saknas anvisning om dimensionerande förbrukning för idrottsanläggningar och arenor. Den andra är Nya Karolinska Sjukhuset. Dock har verksamheten knappt kommit igång. Mätvärdena kan bli intressanta om några år. Vid intervjun framkom även att det finns ca 150 vattenmätare hos enskilda fastighetsägare som kan avläsa med timupplösning.
Stockholm Vatten AB	Det finns 12 tryckzoner där flödet motsvarar förbrukningen och där en längre serie med timvärden kan hämtas. Av dessa finns några zoner (ca 8) med relativt enhetlig bebyggelse medan andra är mer blandade. Det bör också vara möjligt att få fram debiterad årsförbrukning för samma områden. Registrerande vattenmätare hos kunder finns bara två st. i Hammarby sjöstad. Data från dessa används för att ta fram nyckeltal och bör därför vara tillgängliga för andra analyser.
Sydvatten	Sydvatten levererar vatten till kommuner, och mätning sker vid leveranspunkter. Men kommunerna har i regel reservoarer, så mätarna ger inte data som lätt kan användas i projektet.
Sörmland vatten	Man har ett 10-tal distributionsområden med mätning. Dessutom finns registrerande mätning hos en industri (Kronfågel).
Trollhättan	Samtal med kommunen har ej genomförts. Enkäten visar på att det finns 6 delområden där vattenförbrukningsmätning sker som ej inkluderar reservoarer. Det finns även ett stort antal mätare installerade på ledningsnätet som har potential att logga högupplöst vattenförbrukningsdata.
Upplands Väsby	Man planerar för 25 fjärravlästa mätare i radhus i samarbete med Norrvatten.
Vårgårda	Det finns ett större delområde, framförallt hushåll, där vattenmätning sker online. Man håller på med ett pilotprojekt tillsammans med Vårgårda bostäder där man har onlinemätning. Värden kan troligtvis plockas ut med hög tidsupplösning. Pilotprojektet har precis påbörjats och förväntas pågå under ca 1 år. Vårgårda är något tveksamma men kan eventuellt tänka sig att leverera mätdata till en huvudstudie. Troligtvis finns det bättre data tillgängligt om något år.
Östersund	Man har inga tryckzoner utan reservoar med flödesmätning. Det finns 3 000 kundmätare med möjlighet att registrera timvärden men ännu inga rutiner för det.

3.2 Exempel på mätdata

Karlstad kommun har levererat exempelmätdata från ett delområde med 2036 invånare. Mätdata från olika veckodagar ses i figur 1. Det är tydligt att förbrukningsmönstret skiljer sig åt vid jämförelse mellan vardag och helgdag.



Figur 1

Exempel på data avseende vattenförbrukning i samhälle med 2036 invånare i Karlstad. Området domineras av villabyggnad och inkluderar en skola och ett dagis. Mätområdet är avgränsat och inkluderar ej högzon eller tryckstegringsstation (Winskog, 2014).

Intervju med leverantörer av vattenmätare

Kontakter med leverantörer av vattenmätare har gett information om de olika mätprinciperna och hur intresset för vattenmätning ser ut i landet. Under studien har kontakt tagits med ABB och Kamstrup.

De olika mätprinciperna redovisas i tabell nedan. Loggning av data är möjlig till ultraljudsmätare och magnetiskt induktiva mätare. Dessa mätare har även betydligt bättre noggrannhet än mekaniska mätare. Magnetiskt induktiva mätare har hög noggrannhet men är dyra att installera och används därför framförallt för mätning vid vattenverk och i knutpunkter på ledningsnätet. Ultraljudsmätare används även för mindre mätområden.

Mätartyp/mätprincip:
Magnetiskt induktiva mätare
Ultraljudsmätare
Vinghjulsmätare (mekanisk mätning)
Ringkolvsmätare (mekanisk mätning)

Tabell A.4

Olika mätprinciper för vattenmätare.

Enligt Kamstrup finns idag enbart ett fåtal fjärravlästa mätare installerade i Sverige men man anser att installation av fjärravlästa flödesmätare hos brukarna kan ha flera positiva effekter. ABB ser ett ökat intresse för vattenmätning med hög känslighet och noggrannhet för att spåra och detektera läckage i vattennätet.

4. Slutsatser

Enkätundersökningen och de kompletterande intervjuerna visar att det finns goda förutsättningar för att genomföra en huvudstudie om vattenförbrukningens variation. Det grundar sig framför allt på att många kommuner har tillgång till mätdata som de är

villiga att leverera till projektet. Det visar sig också finnas ett intresse och engagemang i de frågeställningar som studien ska belysa.

Enligt undersökningen finns tillgång till betydligt mer data än vad som är nödvändigt för att genomföra studien. Detta är viktigt, eftersom det är sannolikt att delar av de mätdata som samlas in kommer att innehålla fel och andra brister som gör att de inte kan användas.

Studien kommer både att kunna baseras på mätdata från avgränsade områden med delvis blandad bebyggelse och mätdata från enskilda förbrukare.

Mätdata från avgränsade områden är i första hand av intresse för att studera vattenförbrukningen i större områden. Dessa bör kompletteras med uppgifter om debiterad förbrukning inom samma områden så att en korrigering för läckage och odebiterad förbrukning kan göras.

Mätdata från enskilda förbrukare är i första hand av intresse för att studera hur förbrukningen varierar i små områden och för vissa specialverksamheter.

Förstudien har genomförts av en projektgrupp hos Tyréns bestående av:

Hans Hammarlund Uppdragsansvarig, expert på dimensionering av avloppsnät

Krister Törneke Expert på dimensionering av vattennät

Linnéa Fredriksson Handläggare med erfarenhet av VA-utredningar och mätteknik

Projektgruppen har arbetat i nära dialog med Anne Adrup, Svenskt Vatten.

Bilaga 1 till förstudien – Enkätformulär

Enkät om förbruknings- och flödesmätning för att kartlägga vattenförbrukningens variation

Enkäten ska utgöra underlag till en förstudie i ett Svenskt Vatten Utvecklingsprojekt (SVU). Projektet syftar till att utifrån mätdata kartlägga vattenförbrukningen för olika vattenförbrukare och dess variation i tiden. En jämförelse ska göras med dagens riktlinjer för dimensionerande vattenförbrukning och förhoppningsvis ger studien tillräckligt underlag för att uppdatera riktlinjerna utifrån dagen förbrukningsmönster. Enkäten ska visa om det finns mätdata som kan användas i studien samt intresset för att delta i studien. Intressant mätdata bedöms bland annat utifrån tidsupplösning på mätdata, mätområdets storlek och bebyggelseyp inom mätområdet.

Vi hoppas på god uppslutning från er som har användbar mätdata. Genom att delta i studien och bidra med mätvärden kommer ni att bidra till ett säkrare underlag för framtida dimensioneringstal. Dessutom kommer ni att få era egna vattenförbrukningar noggrant analyserade och därmed ett bättre underlag för er egen framtida dimensionering av vatten- och spillvattenledningar.

*Obligatorisk

Kommun/Bolag*

Kontaktperson*

Förnamn och efternamn, befattning

Telefon*

E-postadress*

Uppgift om flödesmätning i distributionszon, tryckzon

Fråga 1-5 avser mätning av utgående flöde från vattenverk, till en tryckzon eller annat avgränsat distributionsområde. Vanligtvis mäts utgående flöde från vattenverk och viktiga leveranspunkter med god tidsupplösning. Dessa ger kunskap om den totala förbrukningen i ett större område men visar inte fördelningen mellan olika förbrukartyper. Om det finns reservoarer inom distributionsområdet visar flödesmätningen inte den aktuella förbrukningen.

1. Områden/delområden där flöde mäts och registreras med timvärden eller högre tidsupplösning

Ange antal områden/delområden

Kommentar (fråga 1)

2a. Områden i fråga 1 med reservoar där in- och utflöde till/från reservoaren registreras/beräknas

Ange antal områden

2b. Områden i fråga 1 med reservoar där in- och utflöde INTE registreras/beräknas

Ange antal områden

Kommentar (fråga 2)

Ange tidsupplösning för registrering av in- och utflöde om detta sker (exempelvis dygnsvärde eller timvärde)

3. Områden i fråga 1 där reservoar saknas och flödesmätningen återspeglar förbrukningen

Ange antal områden

Kommentar (fråga 3)

4. Områden i fråga 1 som huvudsakligen innefattar en förbrukartyp, t ex nästan enbart hushåll

Ange antal områden

Kommentar (fråga 4)

Uppgifter om mätning hos brukare

Förbrukningen mäts i regel hos kunderna och registreras i debiteringssystem. Av tradition registreras endast årsmedelförbrukning, och mätningen ger därför ingen kunskap om hur vattenförbrukningen varierar. Det förekommer även vattenmätare som ger möjlighet till registrering med god tidsupplösning, på samma sätt som dagens elmätare.

5a. Antal mätare med möjlighet att registrera timvärden

Ange ungefärligt antal

5b. Antal mätare där registrering av timvärden faktiskt sker

Ange ungefärligt antal

5c. Antal mätare som avser flerbostadshus, radhusområde e.d. där registrering av timvärden (eller värden med högre tidsupplösning) sker

Ange ungefärligt antal

Kommentar (fråga 5)

Ange fabrikat på mätutrustning med möjlighet att registrera värden med möjlighet att registrera timvärden eller värden med högre tidsupplösning

Övrigt

6. Har kommunen intresse av att leverera mätdata till projektet?

- Ja
- Nej
- Vet ej

Kommentar (fråga 6)

7. Har kommunen intresse av att delta i projektet exempelvis genom medverkan i en referensgrupp?

- Ja
- Nej
- Vet ej

Kommentar (fråga 7)

8. Övriga kommentarer

Bilaga 2 till förstudien – Enkättagare

Alingsås	Norrtälje
Alvesta	Norrvatten
Arvidsjaur	Nybro Elnät AB
Avesta Vatten	Olofströms
Boden	Osby
Borås Energi och Miljö AB	Skövde
Gislaved	Solna Vatten
Gryaab AB	Stockholm Vatten VA AB
Gästrike Vatten AB	Strömstad
Göteborg stad Kretslopp och vatten	Svedala
Hallstahammar	Svenljunga
Håbo	Sydvatten AB
Jokkmokk	Sörmland Vatten och Avfall AB
Jönköping	Tekniska verken i Linköping
Kalix	Tierp
Karlshamn	Torsås
Karlstad	Trelleborg
Kungsbacka	Trollhättan Energi AB
Köping	Upplands Väsby
Lekeberg	Vaggeryd
LEVA i Lysekil	Vellinge
Lidingö stad	Vårgårda
Ljusdal Vatten AB	Älvsbyns Energi AB
Markaryd	Örebro
Mjölby	Östersund
Mälarenergi AB	

Svenskt Vatten

UTVECKLING

Svenskt Vatten Utveckling
Svenskt Vatten AB

POSTADRESS BOX 14057, 167 14 Bromma

BESÖKSADRESS Gustavslundsvägen 12, 167 51 Bromma

TELEFON 08-506 002 00

E-MAIL svensktvatten@svensktvatten.se

www.svensktvatten.se