

Manus för tryckning, rapportering av projektet THUVA

Brukarrelaterad energianvändning

Resultat från mätningar i 1300 lägenheter

Hans Bagge

Lotti Lindström

Dennis Johansson

Finansiärer: SBUF, LÅGAN och KBAB

Förord

Föreliggande rapport redovisar resultat från projektet THUVA "Temperatur, Hushållsel och tappVatten". Projektet har finansierats av SBUF, LÅGAN och KBAB, Karlstads Bostads AB. SBUF, Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond, är byggbranschens egen organisation för forskning och utveckling och verkar för att utveckla byggprocessen så att det skapas bättre affärsmässiga förutsättningar för entreprenörer och installatörer att utnyttja forskning och driva utvecklingsarbete. LÅGAN, program för byggnader med mycket låg energianvändning, syftar till att stimulera energieffektiv ny- och ombyggnad, synliggöra en nationell marknad för byggnader med låg energianvändning samt bidra till ett brett nationellt utbud av leverantörer av produkter och tjänster och trygga beställare. Projektet THUVA har utförts i samarbete med FoU-Väst som varit med i referensgruppen.

Lund i juli 2012

Hans Bagge
Projektledare
Lunds Universitet
Byggnadsfysik LTH

Lotti Lindström
Karlstads Universitet
Energi-, miljö-, och
byggteknik

Dennis Johansson
Lunds Universitet
Installationsteknik LTH

Innehåll

1	Inledning.....	4
2	Syfte.....	5
3	Metod.....	6
3.1	Mätobjekt.....	7
3.2	Bortfall.....	14
4	Resultat hushållselanvändning.....	16
4.1	År.....	16
4.2	Månad.....	23
4.3	Variation under veckan.....	24
4.4	Variation under dygnet.....	27
5	Resultat total tappvattenanvändning.....	33
5.1	År.....	33
5.2	Månad.....	41
5.3	Variation under veckan.....	42
5.4	Variation under dygnet.....	45
6	Resultat varmt tappvatten.....	51
6.1	År.....	51
6.2	Månad.....	59
6.3	Variation under veckan.....	60
6.4	Variation under dygnet.....	63
7	Resultat andel varmt vatten av total tappvattenanvändning.....	69
7.1	År.....	69
7.2	Månad.....	73
8	Resultat inomhustemperatur.....	75
8.1	År.....	75
8.2	Månad.....	77
8.3	Variation under veckan.....	78
9	Exempel på kopplingar mellan parametrar.....	81
9.1	Användning och byggnadsdata.....	81
9.2	Brukarscenarier.....	90
10	Diskussion och slutsatser.....	94
11	Referenser.....	98

1 Inledning

EU-parlamentet har beslutat att alla hus ska byggas som nollenergihus med början 2019 (European parliament press service, 2009). Det innebär att framtidens byggnader kommer att vara mycket energieffektiva och till största del värmas av internvärme från brukare och hushållsel och de brukarrelaterade energiposterna kommer att vara utslagsgivande för hur byggnaderna presterar. I denna rapport presenteras och analyseras brukarrelaterade energiposter uppmätta i drygt 1300 lägenheter under två år med hög tidsupplösning.

Hushållsel och tappvarmvatten har blivit de största energiposterna i en byggnads energibalans när det byggs allt bättre isolerade och lufttäta hus som har ventilation med värmeåtervinning. Det innebär att storleken på energiposterna hushållsel och tappvarmvatten kommer att bli utslagsgivande för byggnadens totala energianvändning och energiprestanda. Energi till uppvärmning av tappvarmvatten ingår i Boverkets definition av energiprestanda. Även om hushållsel inte ingår i definitionen av energiprestanda kommer spillvärme från hushållsel i hög grad att påverka en byggnads energiprestanda, särskilt i lågenergihus. Vidare kommer brukarens val av innetemperatur att påverka transmissions-, luftläckage- och ventilationsförluster. För att projektera en byggnad som uppfyller Boverkets byggregler avseende energianvändning under drift krävs i praktiken att energianvändningen beräknas under projektering och verifieras med mätningar under drift. Detta ställer höga krav på korrekta beräkningar under projekteringen. Kvaliteten på beräkningarna avgörs av kvaliteten på indata. Generellt är publicerad data för svenska förhållanden uttryckt som årsmedelvärden och utan uppgifter om spridningar och variationer eller mer tidsupplöst information.

Ett flertal forskningsrapporter har visat att uppmätt energianvändning är mellan 50 och 100 % högre än den beräknade användningen (Elmroth, 2002; Nilsson, 2003; Bagge et al, 2004; Lindén, 2006; Karlsson et al, 2007). Även byggprojekt som under projekteringen haft tydliga energimål har under drift visat avvikelser på över 50 %. Beräkningar kräver referensdata på de brukarrelaterade energiposterna och referensdata måste vara tillräckligt tidsupplöst och vara uppmätt sammanhängande under åtminstone ett år, gärna flera, för att möjliggöra studier av variationer under kortare och längre perioder. Bagge (2007) visade att användningen av hushållsel och tappvarmvatten varierar mycket under både året och under dygnet. Bagge et al (2006 a) och Johansson & Bagge (2009) visade att om man i beräkningar antar att användningen av hushållsel varierar kan det beräknade behovet av köpt energi för uppvärmning avvika 10 % jämfört med beräkningar där konstant användning är antagen. Intervjuer med konsulter som utför energiberäkningar (Bagge et al, 2006 b) visade att många är medvetna om variationerna men inte tar hänsyn till dem eftersom det inte finns någon referensdata. Karlsson et al (2007) konstaterar att felaktiga antaganden av brukarrelaterade energiposter och innetemperatur är faktorer som i stor utsträckning är orsaken till felaktiga energiberäkningar.

Brist på referensdata innebär att beräkningar idag utförs med äldre referensdata och konstanta värden vilket förutom missvisande prognoser över energianvändning även riskerar att leda till feldimensionerade konstruktioner och system samt felaktiga investeringar. Svebyprogrammet (2009) sammanställer befintlig data och påpekar att data angående brukarrelaterade energiposter behöver uppdateras och kompletteras för att bli rättvisande. Hushållsel och tappvarmvatten är stora brukarrelaterade energiposter och även de största energiposterna i en lågenergibyggnads totala energibalans.

2 Syfte

Syftet med rapporten är att analysera och presentera data från två års mätningar av brukarrelaterade energiposter och innetemperatur baserat på mätdata från lägenheter i flerbostadshus med individuell debitering av hushållsel och tappvarmvatten i Karlstad. Rapporten beskriver hushållselanvändning, tappvarmvattenanvändning, totaltappvattenanvändning, tappvarmvattnets andel av totaltappvatten och innetemperatur på olika tidsskalor och med olika spridningsmått. Beskrivningen på olika tidsskalor är gjord utifrån att den ska kunna fungera som ett referensmaterial att jämföra mätningar mot och för att göra bättre antaganden vid predikteringar av energianvändning. Primärt kan resultatet användas som ett stöd i samband med energiberäkningar och dimensionering av byggnadssystem och installationssystem. Under driftfasen kan resultatet användas för jämförelse och referensmaterial vid verifiering av energiprestanda.

3 Metod

Analys av kvantitativa mätdata från empiriska mätobjekt har genomförts med positivistisk metod genom att data har samlats in av KBAB under år 2008 och 2009. Mätssystemet användes också för individuell mätning och debitering. Data avseende hushållselsanvändning, tappvarmvattenanvändning, tappkallvattenanvändning och innetemperatur registrerades varje timme. Varje lägenhets mätserie av respektive användning och temperatur kopplades till lägenhetsdata och byggnadsdata. Varje mätt parameter har studerats för olika tidsintervall från årsdata till timdata i separata resultatkapitel för respektive parameter. Användningen under de studerade tidsintervallen presenteras med medelvärden, standardavvikelse (skrivet i fortsättningen med förkortningen "Std"), varaktigheter och percentiler.

För helårsdata presenteras data uppdelat på lägenhetsstorlekar avseende antal rum för lägenheter med mellan 1 och 4 rum och kök. Skillnader i användning i samma lägenhet mellan de båda åren studeras. Beskrivning av variationer mellan veckodagar och variationer i användning under dygnet baseras på mätdata från 2009 och redovisas som helårsmedel samt uppdelat på årstid där vinter är januari, februari och december under samma kalenderår. Användningar redovisas per bostadsarea, BOA, som är den area där användningen sker. Krav på energianvändning ställs i Sverige ofta per tempererad area, A_{temp} , som även inkluderar exempelvis trapphus och källare. Det är rimligt att de absoluta användningarna inte beror på trapphusets storlek eller om byggnaden har källare och då är BOA bättre på att beskriva de brukarrelaterade användningarna. A_{temp} är inte möjligt att använda om parametrar studeras för olika lägenhetsstorlekar vilket är fallet i denna studie. Mätta data studeras i förhållande till tillgängliga parametrar som berör byggnaden. Antalet boende finns inte tillgängligt när byggnader projekteras, är svårtillgängligt när byggnader utvärderas och ändras över tiden och därför analyseras inte antalet boende. Storleken på underlaget avseende lägenheter i denna studie bedöms ge resultat som är representativa för de olika lägenhetsstorlekarna.

Resultatkapitlen är utformade för att vara fristående från varandra för att förenkla för läsare som är intresserade av enstaka parametrar som studerats. Kapitel som behandlar andel tappvarmvatten av totaltappvatten och innetemperatur är mindre omfattande än övriga resultatkapitel. Samvariationer mellan användning och lägenhets- och byggnadsdata studeras i kapitel 9 för parametrarna hushållselsanvändning, tappvarmvattenanvändning och innetemperatur. Även samvariation mellan hushållselsanvändning och tappvarmvattenanvändning samt hushållsel och innetemperatur studeras för att beskriva olika brukarscenarior.

Linjära samband mellan parametrar studeras i de olika kapitlen. R-kvadratvärdet, R^2 , som kan variera mellan 0 och 1, används för att beskriva hur bra en linjär funktion beskriver data. Ett R^2 -värde på 1 anger ett perfekt linjärt samband vilket innebär att alla datapunkter ligger på samma linje.

Datamaterialet har delats upp i olika delmängder beroende på analysen som görs. Först gjordes en bortfallsanalys där lägenheter med saknade eller felaktiga data rensas enligt kapitel 3.2 nedan. Återstoden benämns "Hela underlaget". I vissa beskrivningar av datamaterialet används uttrycken "Delmängden mellan 5-95 percentilerna", som utgörs av de data som ingår i "Hela underlaget" exklusive de 5 % av data med lägst värde och de 5 % av data med högst värde vilket innebär att 90 procent av "Hela underlaget" presenteras.

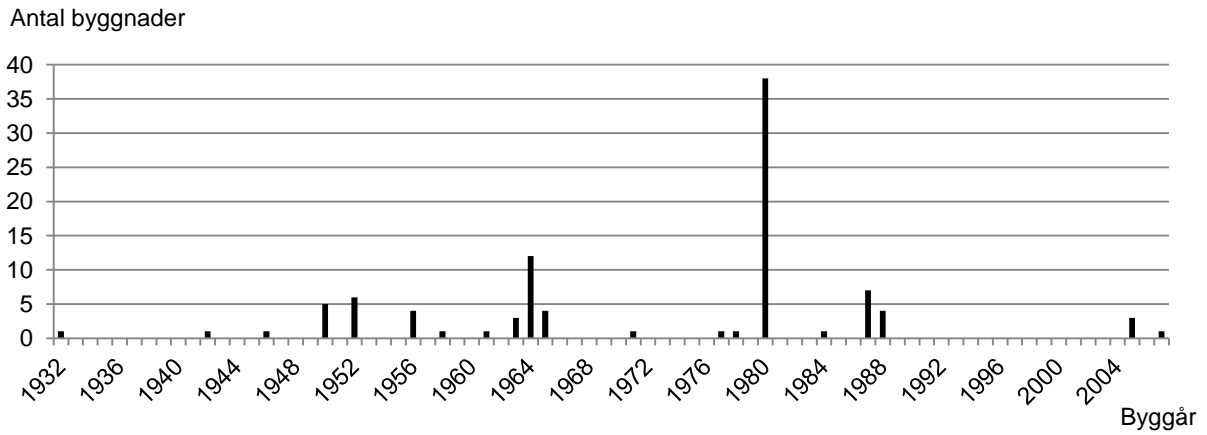
3.1 Mätobjekt

Studien omfattar 1523 lägenheter i 96 olika byggnader vilket motsvarar en knapp fjärdedel av de lägenheter KBAB innehade 2010-12-31 (KBAB, 2011). Alla lägenheter som ingår i undersökningen har individuell mätning och debitering av hushållselanvändning respektive vattenanvändning. I hushållselen kan el till elektriska handdukstorkar ingå, däremot ingen el till elektrisk golvvärme. Hur många av de ingående lägenheterna som har elektrisk handdukstork är ej känt. Samtliga lägenheter har tillgång till gemensamma tvättstugor i den aktuella byggnaden eller kvarteret.

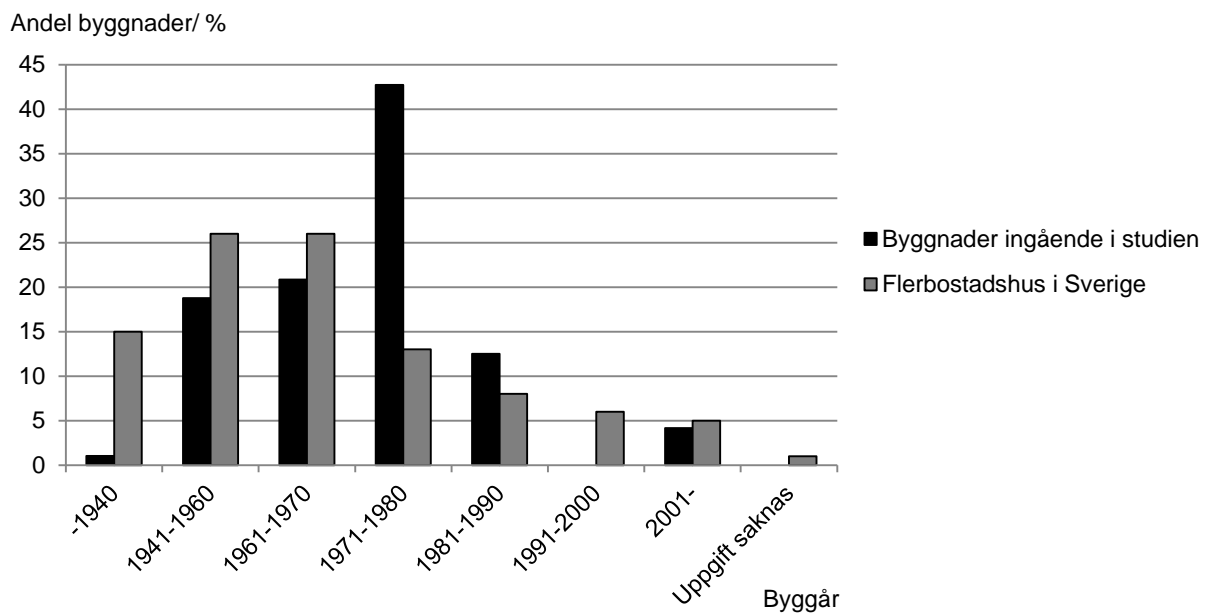
Lägenheterna som ingår i studien är spridda inom Karlstad tätort. Omflyttningstalet för alla KBAB:s lägenheter är 18 % år 2010. Byggnaderna som ingår i studien är uppförda mellan 1932 och 2007 med en stor andel uppförda år 1980 (38 byggnader) och under perioden 1961-1965 (20 byggnader), se figur 3.1. De 38 byggnaderna återfinns i ett och samma område medan 1960-talsbyggnaderna finns i flera områden. Jämfört med flerbostadshus i Sverige är byggnader med byggår 1971-1980 överrepresenterade och byggnader byggda före 1941 underrepresenterade, se figur 3.2.

De flesta byggnaderna är relativt små. 75 % av byggnaderna har två eller tre plan ovan mark och 75 % av byggnaderna innehåller mindre än 20 lägenheter, se figur 3.3 och 3.4. Ungefär 75 % av lägenheterna innehåller två eller tre rum och kök, se figur 3.5. Endast 25 lägenheter har fem rum och kök och 2 lägenheter har 6 rum och kök. Nästan hälften av lägenheterna har en area i intervallet 60-79,9 m², se figur 3.6. Genomsnittlig area för lägenheter med olika antal rum är nästan densamma för lägenheterna som ingår i studien och för snittet i Sverige, se figur 3.7. Specifik energianvändning för de byggnader som ingår i studien är betydligt lägre än för flerbostadshus i Sverige enligt Energimyndigheten (2011), se figur 3.8. Specifik energianvändning är högst för den byggnad som är uppförd på 1930-talet och för de få byggnader som är uppförda på 1970-talet, se figur 3.8.

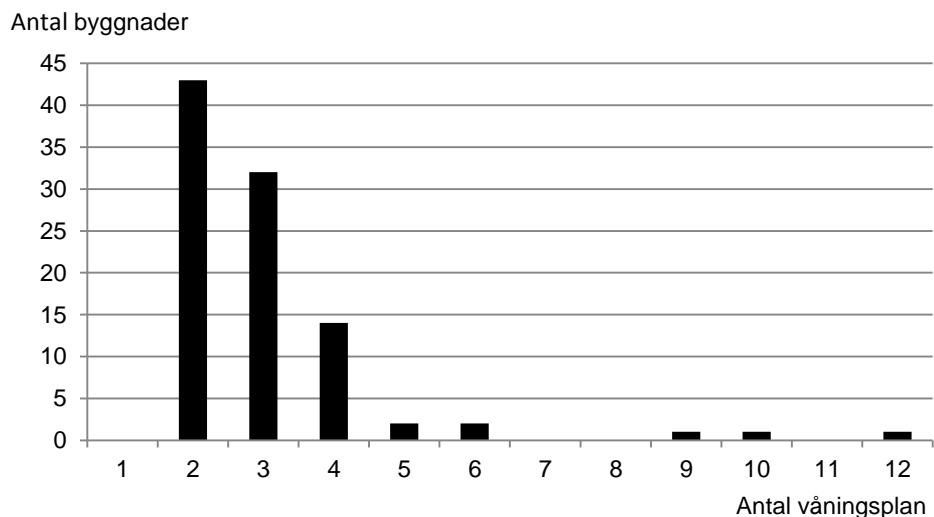
Befolkningen i Karlstad kommun är förhållandevis representativ för Sveriges befolkning. Enligt SCB (2012b) är medelåldern på befolkningen 41,1 år vilket är samma som medelåldern för hela svenska befolkningen, se tabell 3.1. Kvinnor i Karlstad kommun är något äldre än män och utgör något större andel av befolkningen i Karlstad kommun jämfört med hela den svenska befolkningen, se tabell 3.1 och 3.2. Det finns fler yngre, i åldrarna 15-34 i Karlstad kommun jämfört med Sverige, se figur 3.9, vilket sannolikt hänger ihop med att Karlstad är en universitetsstad med mer än 10 000 studenter (Karlstads universitet, 2011). En högre andel av befolkningen i Karlstad kommun är ogift jämfört med hela den svenska befolkningen, se figur 3.10, vilket kan tänkas hänga ihop med att det är en större andel yngre. Utbildningsnivån hos befolkningen i Karlstad kommun är högre än för befolkningen i Sverige, se figur 3.11. Medianinkomsten i Karlstad kommun och i Sverige är ungefär densamma medan medelinkomsten i Sverige är cirka 5 % högre än i Karlstad kommun, se tabell 3.3.



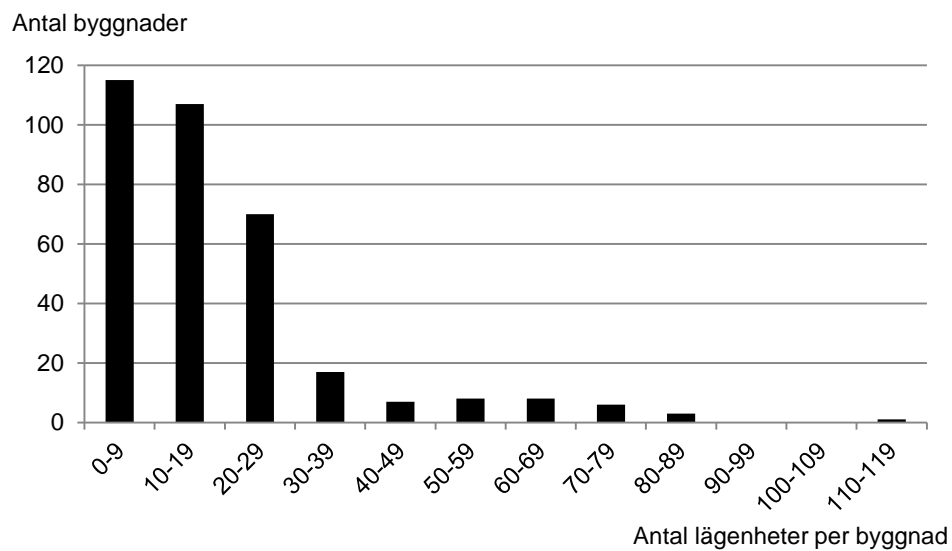
Figur 3.1 Antal byggnader i studien med ett visst byggår.



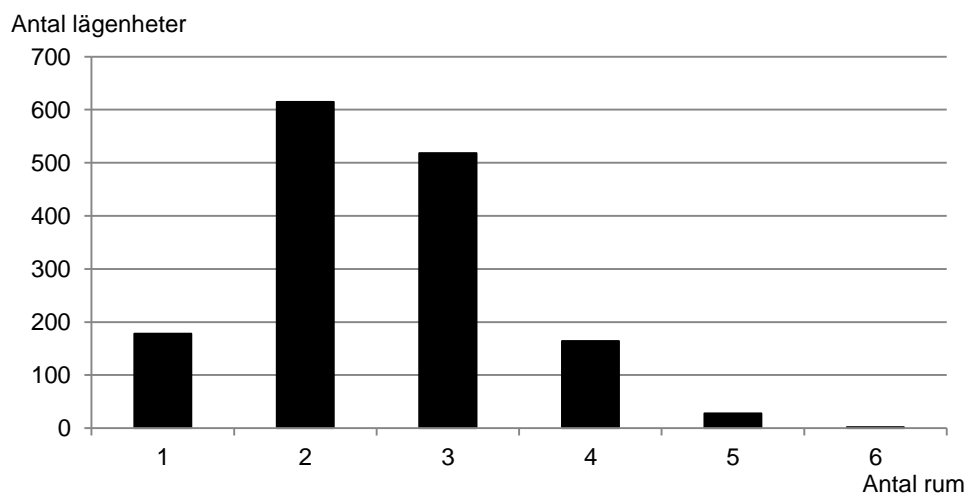
Figur 3.2 Andel byggnader för olika åldersintervall för svenska flerbostadshus (Energimyndigheten, 2011) och byggnaderna som ingår i studien.



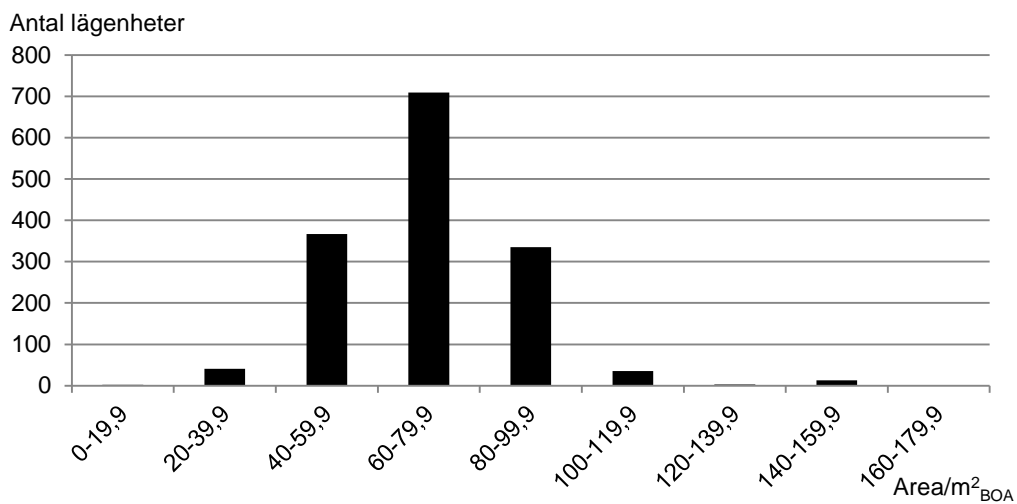
Figur 3.3 Antal byggnader i studien som har ett visst antal våningsplan ovan mark enligt energideklarationerna.



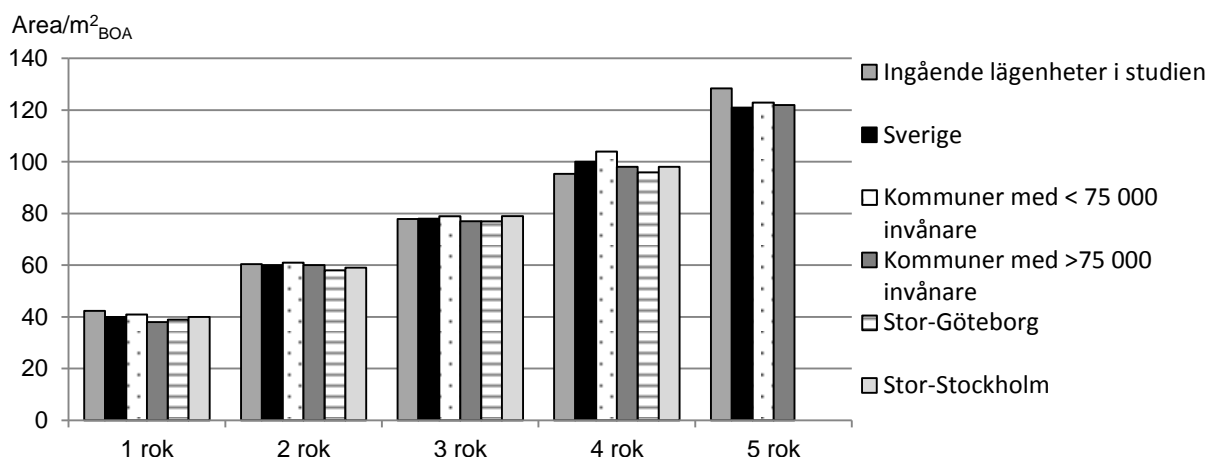
Figur 3.4 Antal byggnader i studien som består av ett visst antal lägenheter.



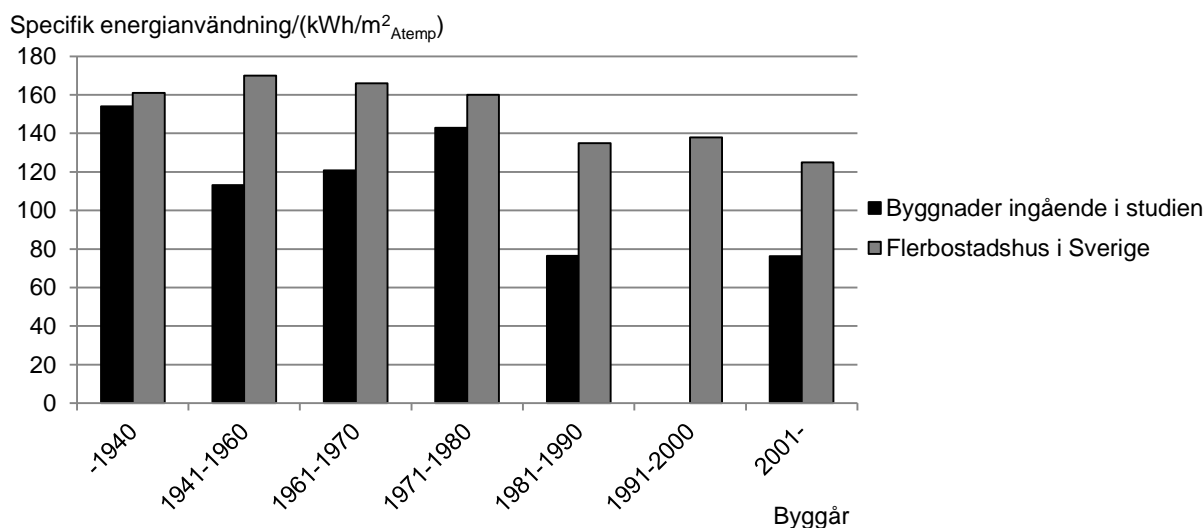
Figur 3.5 Antal lägenheter i studien av en viss rumsstorlek. Kök tillkommer utöver antalet rum.



Figur 3.6 Antal lägenheter i studien av en viss area, grupperat i areaintervall.



Figur 3.7 Genomsnittlig lägenhetsarea för lägenheter med olika antal rum och kök för lägenheterna som ingår i studien, för lägenheter i Sverige, kommuner med mindre respektive mer än 75 000 invånare (exklusive Stor-Göteborg och Stor-Stockholm), Stor-Göteborg och Stor-Stockholm år 2010 (SCB, 2012a). Karlstad kommun har drygt 85 000 invånare (SCB, 2012c).



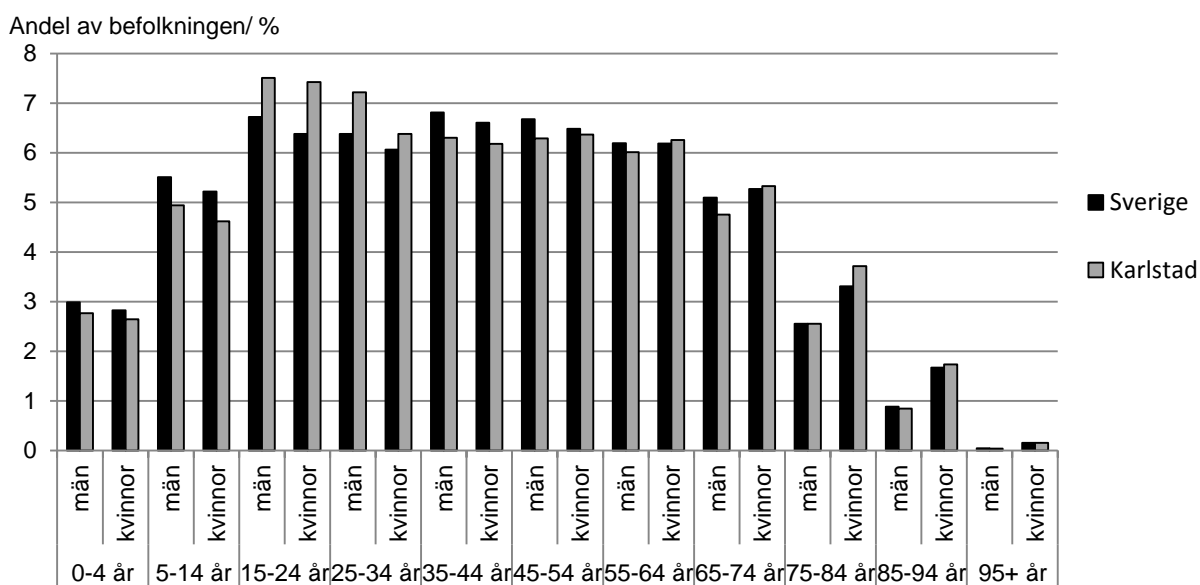
Figur 3.8 Specifik energianvändning för olika åldersintervall för byggnaderna som ingår i studien (enligt energideklarationerna) och för flerbostadshus i Sverige år 2010 (Energimyndigheten, 2011).

Tabell 3.1 Medelålder för befolkningen i Sverige respektive Karlstad kommun, per 2010-12-31 (enligt den regionala indelning som gäller den 1 januari året efter), för hela befolkningen och uppdelat på kvinnor och män (SCB, 2012b).

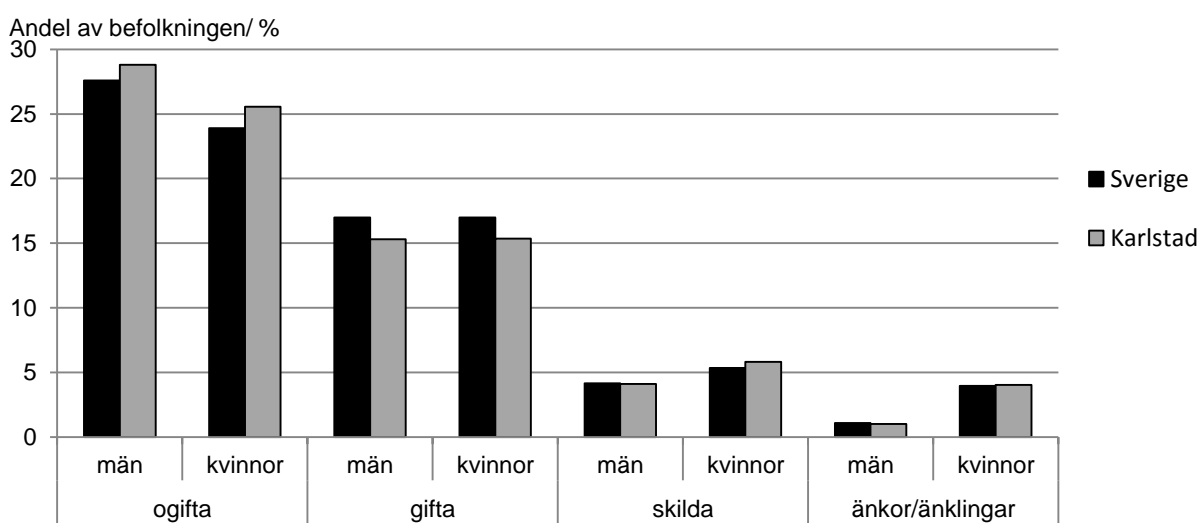
	Medelålder/ år		
	Totalt	Kvinnor	Män
Sverige	41,1	42,1	40,0
Karlstad	41,1	42,6	39,6

Tabell 3.2 Andel kvinnor respektive män av befolkningen i Sverige respektive Karlstad kommun, den 1 november år 2011 (SCB, 2012c).

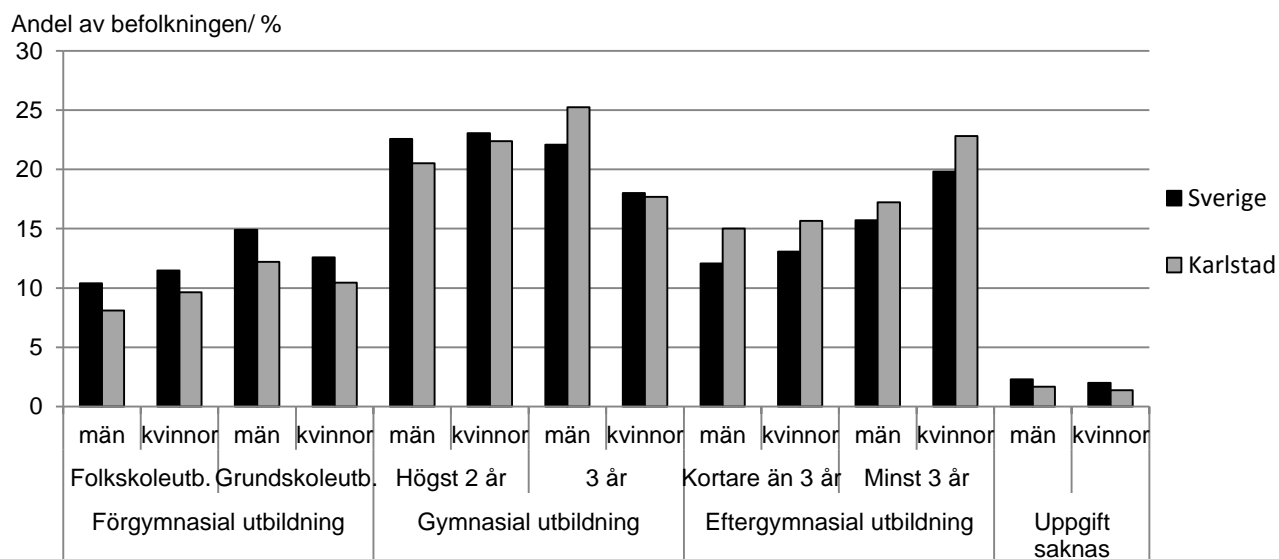
	Andel/ %	
	Kvinnor	Män
Sverige	50,2	49,8
Karlstad	50,8	49,2



Figur 3.9 Andel av kvinnor och män av befolkningen uppdelat i olika åldersgrupper i Sverige respektive Karlstad kommun den 1 november år 2011 (SCB, 2012c).



Figur 3.10 Civilstånd för kvinnor och män i Sverige respektive Karlstad kommun per 2010-12-31 (enligt den regionala indelning som gäller den 1 januari året efter) (SCB, 2012d).



Figur 3.11 Utbildningsnivå för befolkningen, 16 år och äldre, i Sverige respektive Karlstad kommun, år 2010 (SCB, 2012e).

Tabell 3.3 Medel- och medianinkomst för befolkningen i Sverige respektive Karlstad kommun, uppdelat på kvinnor och män, år 2010 (SCB, 2012f).

	Medelinkomst/ kkr			Medianinkomst/ kkr		
	Totalt	Kvinnor	Män	Totalt	Kvinnor	Män
Sverige	255	216	295	233	202	272
Karlstad	242	210	277	230	201	266

3.2 Bortfall

Undersökningen omfattar 96 byggnader som totalt innehåller 1523 lägenheter. Mätdata saknas helt för 18 lägenheter i dessa byggnader. Totalt finns mätdata alltså för 1505 lägenheter. För år 2009 finns mätdata för alla dessa lägenheter. För år 2008 finns mätdata för 1446 lägenheter. De 59 lägenheter som tillkommit under år 2009 består av alla lägenheter i fyra byggnader och ett antal i två byggnader.

Det finns inte mätvärden för alla timmar under året för alla lägenheter, vilket delvis beror på att mätutrustning installerats i lägenheten under det specifika året. För att mätdata för lägenheterna skall användas vid analyser har ett maximalt bortfall av mätdata bestämts. Det maximala bortfallet har använts för de tre parameterar som mäts och summeras, dvs. hushållsel, tappvarmvatten och tappkallvatten. Det maximala tillåtna bortfallet har bestämts till 3 % av den analyserade tidsperiodens timmar för respektive parameter. Endast lägenheter som uppfyller kravet på alla parameterar är med. Dessutom har felaktiga värden identifierats och även lägenheter med dessa är bortfall.

För år 2008 gäller att 156 lägenheter har för få registrerade mätvärden på årsbasis och för år 2009 122 lägenheter. I några av dessa lägenheter har även felaktiga mätvärden registrerats. Totalt har 92 lägenheter identifierats som innehåller felaktiga mätvärden varav 60 lägenheter tillkommer utöver det tidigare nämnda bortfallet på grund av för få mätvärden för år 2008 och 80 lägenheter under år 2009.

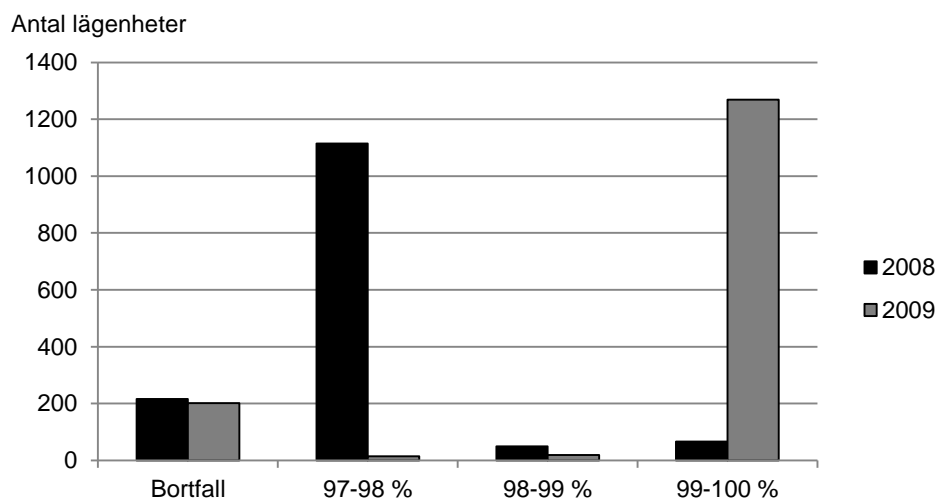
Analysen på års-, vecko- och dygnsbasis baseras på samma antal lägenheter, 1230 lägenheter under år 2008 och 1303 under år 2009. För 1187 lägenheter finns mätvärden för båda åren och följaktligen baseras årsanalys avseende skillnad mellan åren på detta antal lägenheter.

Analysen på månadsbasis baseras på olika antal lägenheter beroende på om minst 97 % av månadens möjliga mätvärden finns registrerade och på bortfall av lägenheter som identifierats innehålla felaktiga mätvärden. Antalet lägenheter som finns med i analyserna för de olika månaderna framgår av tabell 3.4.

Tabell 3.4 Antal ingående lägenheter i analyser på månadsbasis för olika månader och år

	Jan	Feb	Mars	April	Maj	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
2008	1266	1266	0	1270	1317	1335	1302	1318	1318	1326	1351	1351
2009	1348	1378	1369	1371	1385	1408	1363	1397	1404	1403	1408	172
Totalt	2614	2644	1369	2641	2702	2743	2665	2715	2722	2729	2759	1523

Antalet lägenheter som har en viss andel mätvärde av årets möjliga 8760 timmar för år 2008 och år 2009 visas i figur 3.12. Lägenheter som har mätvärden motsvarande 0-97 % av årets timmar ingår ej i analyserna, liksom bortfall på grund av felaktiga mätvärden. År 2008 hade de flesta lägenheter ett bortfall på 2-3 % medan år 2009 hade de flesta lägenheter ett litet bortfall, <1 %. Av de lägenheter som ingår i studien visar genomsnittligt antal mätvärden på årsbasis att år 2009 innehöll 2 % fler mätvärden än år 2008 för alla fyra parametrar.

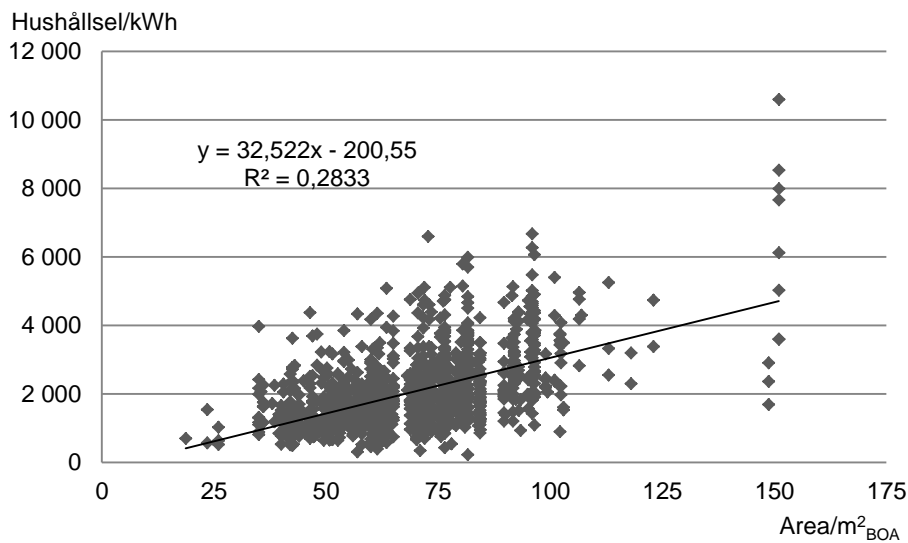


Figur 3.12 Antal lägenheter med en viss andel mätvärden av totalt möjliga och antal lägenheter som tagits bort ur analyserna, antingen på grund av att färre än 97 % av årets mätvärden registrerats eller att mätvärdena bedömts som felaktiga. År 2009 hade de flesta lägenheterna ett bortfall av mätvärden på mindre än en procent medan år 2008 var bortfallet 2-3 % av möjliga mätvärden för de lägenheter som ingår i analyserna.

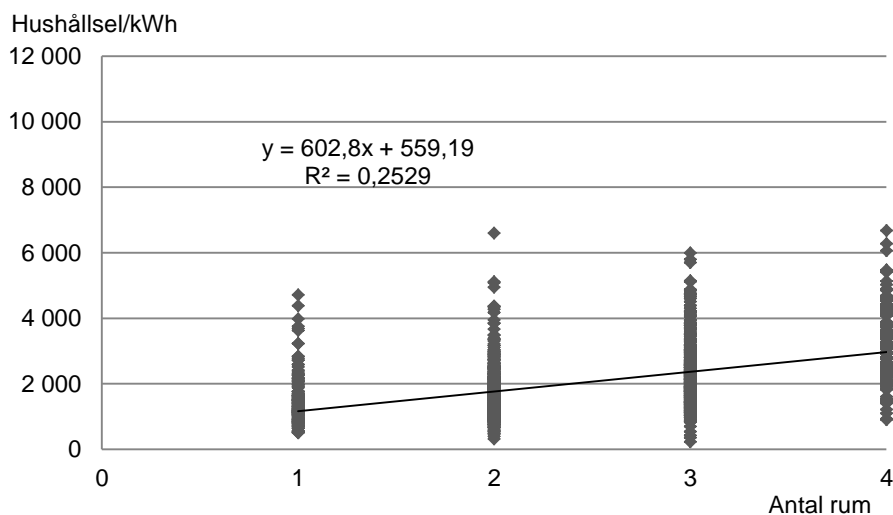
4 Resultat hushållselanvändning

4.1 År

Hushållsel redovisas typiskt som absolut användning uttryckt i kWh, eller som användning per yta uttryckt i kWh/m² där ytan till exempel kan vara A_{temp} eller BOA. I denna rapport används BOA som mått på yta vilket bedöms vara den yta som bäst relaterar till ytan där hushållselen används. Det kan synas uppenbart att den absoluta hushållselanvändningen ökar med både lägenhetens yta och antalet rum vilket visas i Figur 4.1 och 4.2. Regressionsekvationerna i figurerna visar på sambanden men som tydligt ses är det stora skillnader i användning för samma storlek både vad gäller yta och antalet rum vilket ger att R²-värdena blir förhållandevis små med en liten fördel för att beskriva användningen som funktion av ytan.

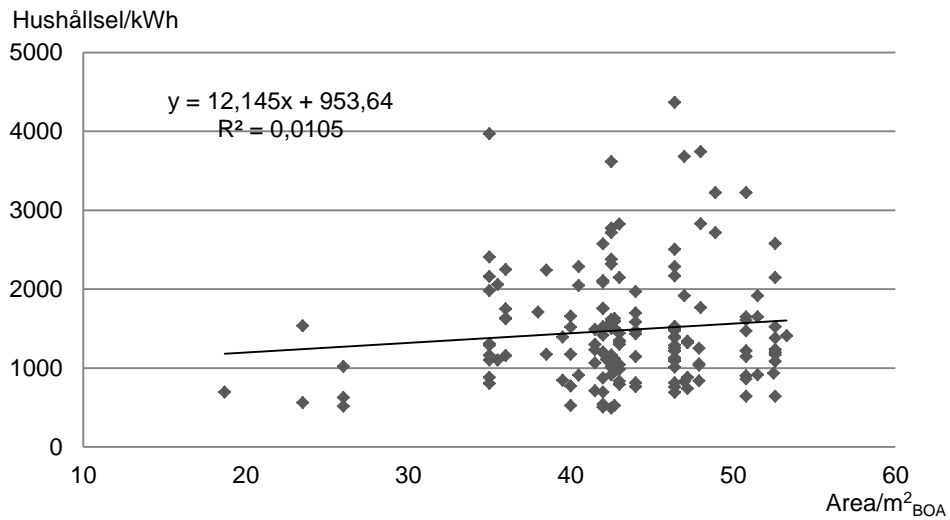


Figur 4.1 Hushållselanvändning under 2009 som funktion av BOA.

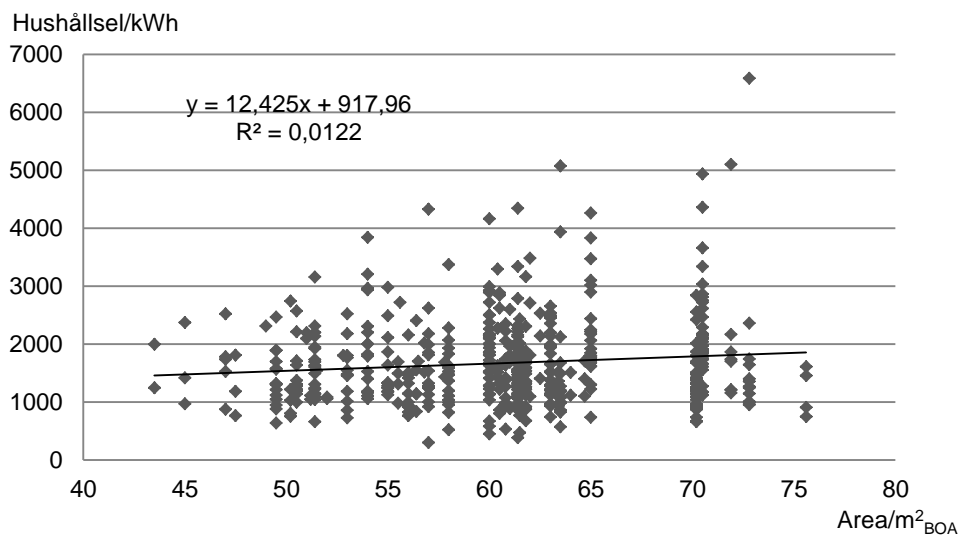


Figur 4.2 Hushållselanvändning under 2009 som funktion av antalet rum och kök. Lägenheter med 5 och 6 rum och kök ingår ej i denna analys.

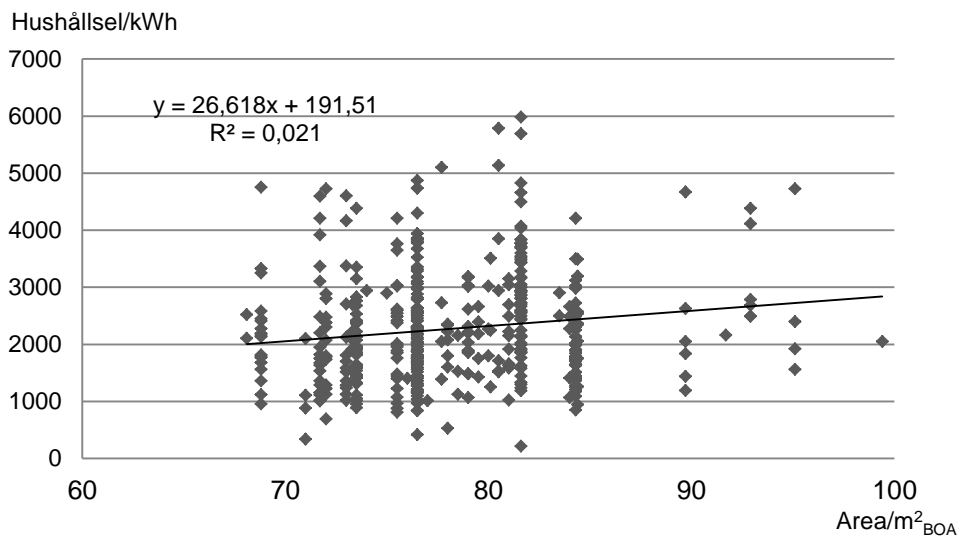
Variationen inom en viss lägenhetsstorlek uttryckt i antalet rum och kök kan tänkas bero på lägenhetens yta där en stor yta skulle medföra en större absolut användning. Figur 4.3- 4.6 visar hushållselanvändningen under 2009 som funktion av BOA uppdelat på olika lägenhetsstorlekar från 1 till 4 rum och kök.



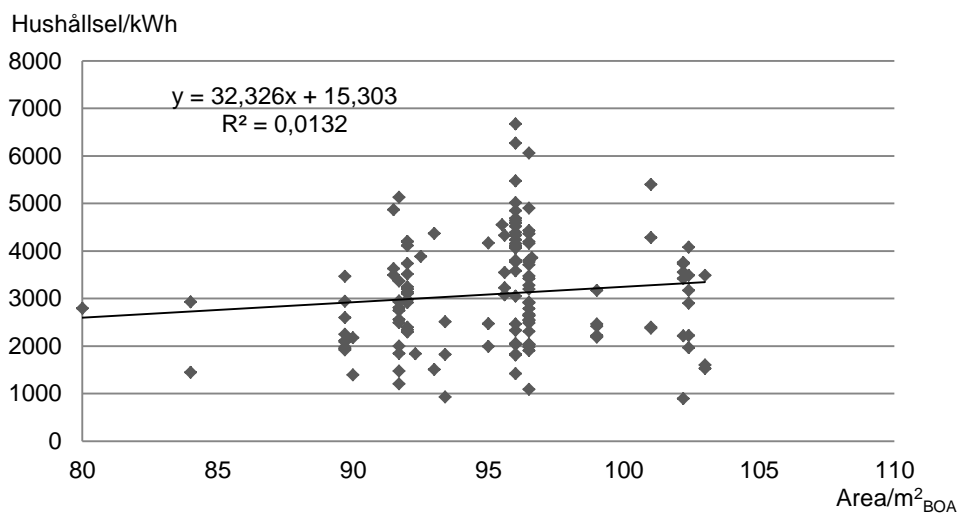
Figur 4.3 Hushållselanvändning under 2009 som funktion av BOA i 1 rok.



Figur 4.4 Hushållselanvändning under 2009 som funktion av BOA i 2 rok.



Figur 4.5 Hushållselanvändning under 2009 som funktion av BOA i 3 rok.

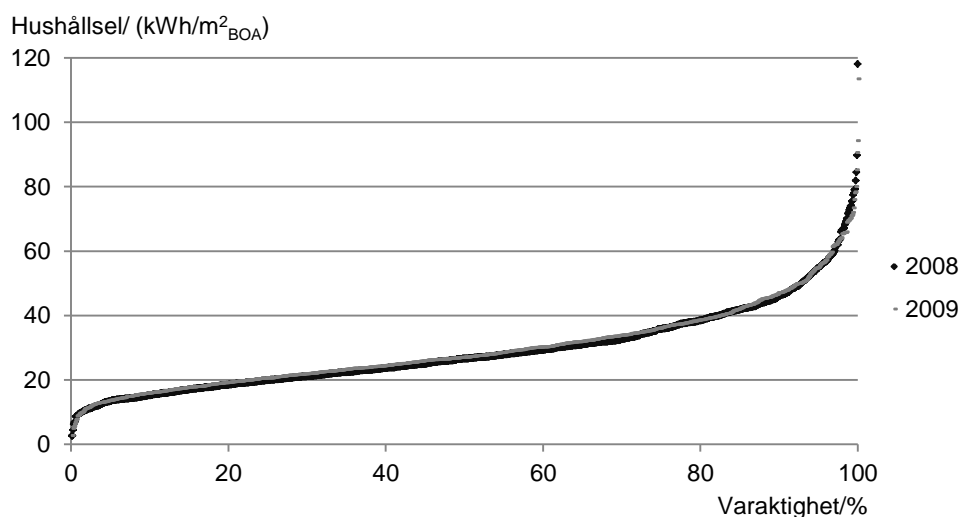


Figur 4.6 Hushållselanvändning under 2009 som funktion av BOA i 4 rok.

Hushållselanvändningen uttryckt i kWh ökar med ökad BOA för samtliga studerade lägenhetsstorlekar enligt funktionerna i figurerna men samtliga R^2 -värden är mycket låga vilket innebär att annat än BOA i huvudsak förklarar hushållselanvändningens variation inom en viss lägenhetsstorlek uttryckt i antalet rum. Ett alternativ kan vara att beskriva användningen som en funktion av både antalet rum och ytan vilket testats men visat sig innebära att R^2 för en sådan funktion endast ökar med en knapp procentenhet jämfört med för funktionen som beskriver användningen baserat på BOA. Baserat på denna jämförelse bedöms hushållselanvändningen bäst beskrivas som användning per BOA vilket uteslutande används i det följande.

Tabell 4.1 Hushållselanvändning per år och BOA uppdelat på tidsperiod och antal rum, uttryckt som högsta respektive lägsta uppmätta värde, medianvärde, medelvärde och standardavvikelse. Data redovisas dels för hela underlaget och dels för delmängden mellan 5- och 95-percentilerna, det vill säga 90 % av underlaget, för att exkludera lägenheterna med högst och lägst användande.

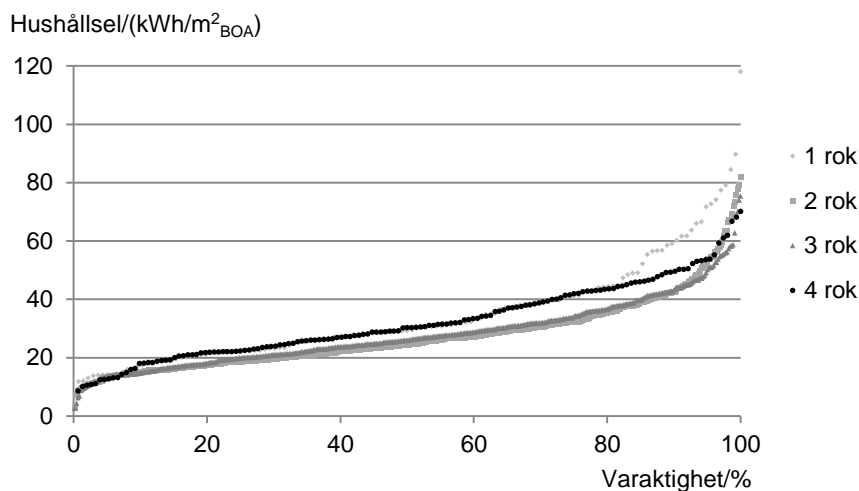
Hushållsel/(kWh/(m ² _{BOA} ·år))											
Mätperiod	Antal rok	Hela underlaget					Delmängden mellan 5- och 95-percentilerna				
		Max	Min	Median	Medel	Std	Max	Min	Median	Medel	Std
År 2008	Alla	118,03	2,62	26,61	29,10	13,21	54,70	13,40	26,61	28,07	9,62
	1	118,03	11,73	29,35	34,72	17,87	71,69	14,22	29,26	32,91	13,07
	2	81,84	2,66	24,51	27,38	12,58	52,06	13,12	24,50	26,23	8,90
	3	75,45	2,62	25,93	28,00	11,56	49,09	13,67	25,92	27,26	8,74
	4	70,20	8,62	30,30	32,37	12,90	53,58	12,72	30,28	31,73	10,36
År 2009	Alla	113,38	2,64	26,97	29,70	13,09	54,86	13,54	26,96	28,72	9,58
	1	113,38	11,57	30,55	34,81	17,20	65,37	14,94	30,44	33,31	12,88
	2	90,52	5,32	25,35	27,72	12,18	51,20	13,19	25,32	26,72	8,69
	3	73,37	2,64	27,14	29,08	12,09	50,37	13,85	27,07	28,25	9,08
	4	70,13	8,71	32,05	32,84	12,13	50,73	15,54	31,93	31,93	9,19
År 2008 och 2009	Alla	118,03	2,62	26,73	29,41	13,15	54,86	13,53	26,73	28,41	9,62
	1	118,03	11,57	30,22	34,77	17,51	65,94	14,22	30,19	33,17	12,87
	2	90,52	2,66	24,90	27,56	12,37	52,05	13,13	24,89	26,50	8,79
	3	75,45	2,62	26,62	28,55	11,85	50,37	13,67	26,61	27,79	8,95
	4	70,20	8,62	30,96	32,42	12,33	53,26	14,26	30,80	31,92	9,83



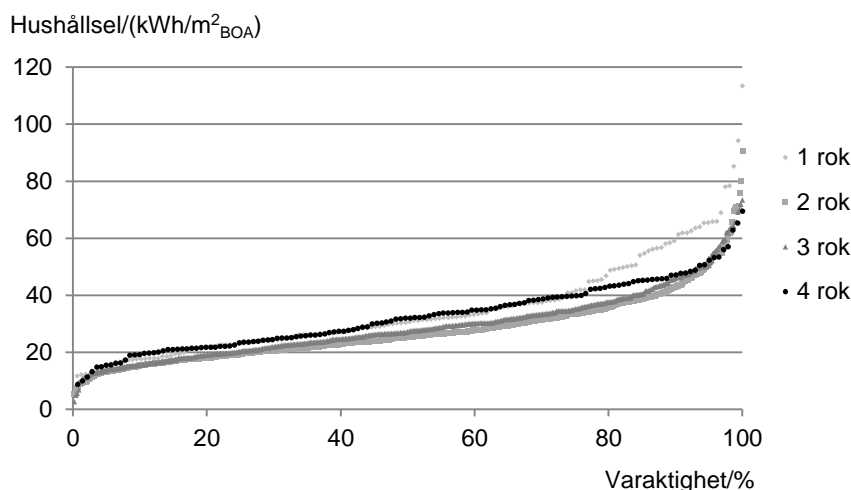
Figur 4.7 Varaktighet av hushållselanvändning för år 2008 respektive 2009.

Varaktigheterna i figurerna 4.8 och 4.9 visar på stor likhet för de båda åren. Varaktigheten för lägenheter med 2 och 3 rum och kök är i stort sett samma. 1 rum och kök och 4 rum och kök ligger något över och 1 rum och kök skiljer sig från övriga genom att de 20 procenten som har högst

användning ligger över övriga lägenhetsstorlekar. Observera skillnaden i antalet lägenheter av olika storlekar.



Figur 4.8 Varaktighet av hushållselanvändning för lägenheter med olika antal rum för år 2008.

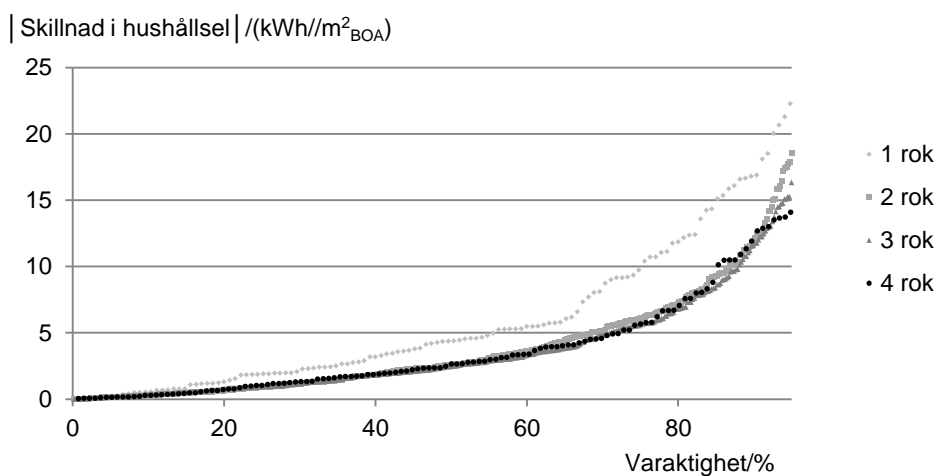


Figur 4.9 Varaktighet av hushållselanvändning för lägenheter med olika antal rum för år 2009.

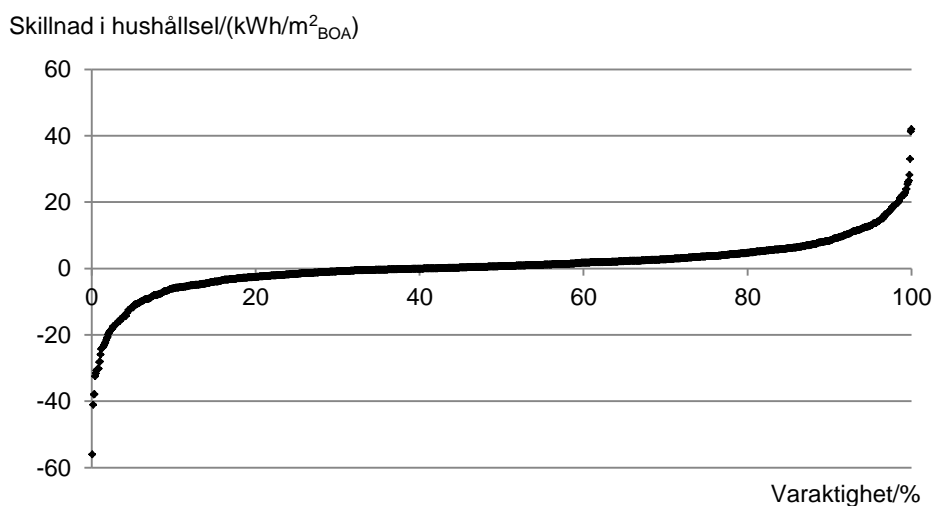
Även om användningen 2008 och 2009 beskrivs som mycket lik i medeltal för det studerade materialet kan användningen i enstaka lägenheter skilja sig åt mellan de båda åren. För varje lägenhet har användningen 2008 subtraherats från användningen 2009. Tabell 4.2 redovisar hur absolutbeloppet för hur mycket användningen i samma lägenhet har ändrat sig mellan åren för olika lägenhetsstorlekar och Figur 4.10 presenterar motsvarande varaktigheter för olika lägenhetsstorlekar. Enligt Tabell 4.2 och Figur 4.10 är skillnaden större i 1 rum och kök än för övriga lägenhetsstorlekar vilket skulle kunna förklaras av större omflyttning i 1 rum och kök särskilt om de används som studentbostad. Data i tabellen är absoluta värden vilket innebär att det inte är möjligt att se om användningen ökat eller minskat, bara att det är en skillnad vilket kan användas som ett kvalitativt mått. Som konstaterats ovan är medelvärdet för hushållselanvändningen i stort sett samma för de båda åren vilket tillsammans med värdena i nedanstående tabell innebär att användningen ökat i vissa lägenheter och minskat i andra. Figur 4.11a och b redovisar varaktigheten för skillnaden mellan åren med tecken vilket visar hur användningen ökat eller minskat i lägenheterna.

Tabell 4.2 Max, min, median, medel och standardavvikelse för absolutbeloppen på differenserna för samma lägenhet mellan år 2008 och 2009

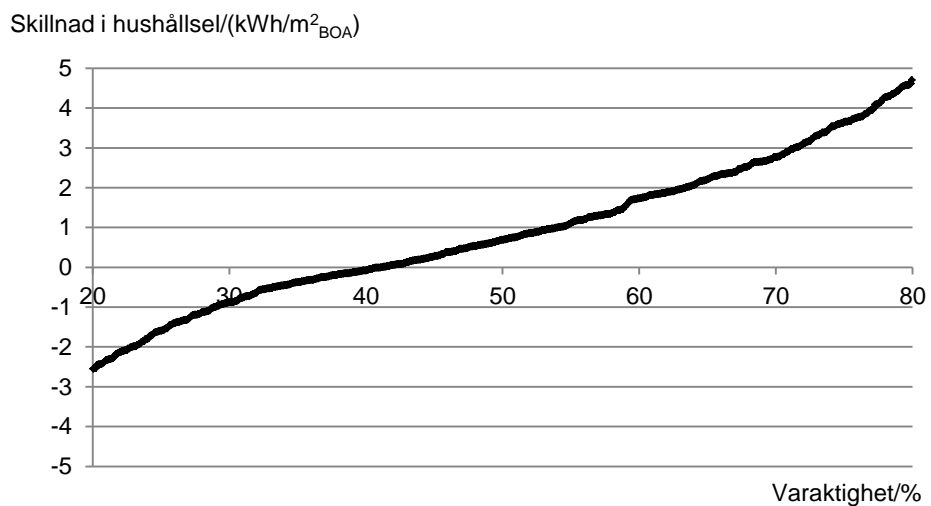
Skillnad i hushållsel / (kWh/m ² _{BOA})										
Antal rok	Hela underlaget					Delmängden mellan 5- och 95-percentilerna				
	Max	Min	Median	Medel	Std	Max	Min	Median	Medel	Std
Alla	56,03	0,00	2,67	4,93	6,22	17,78	0,16	2,67	4,07	3,92
1	56,03	0,01	4,39	7,38	8,76	22,28	0,20	4,38	6,16	5,48
2	41,28	0,01	2,59	4,93	6,47	18,57	0,17	2,62	3,98	3,91
3	26,06	0,00	2,48	4,40	5,18	16,33	0,15	2,48	3,71	3,57
4	28,20	0,04	2,65	4,51	5,17	14,09	0,15	2,65	3,83	3,63



Figur 4.10 Varaktighet av absolutbelopp på skillnad i hushållselanvändning mellan år 2008 och 2009 för lägenheter med olika antal rum. X-axeln är skuren vid 95 %.



Figur 4.11a Varaktighet av skillnad i hushållselanvändning mellan år 2009 och 2008 för alla lägenheter oavsett antal rum.



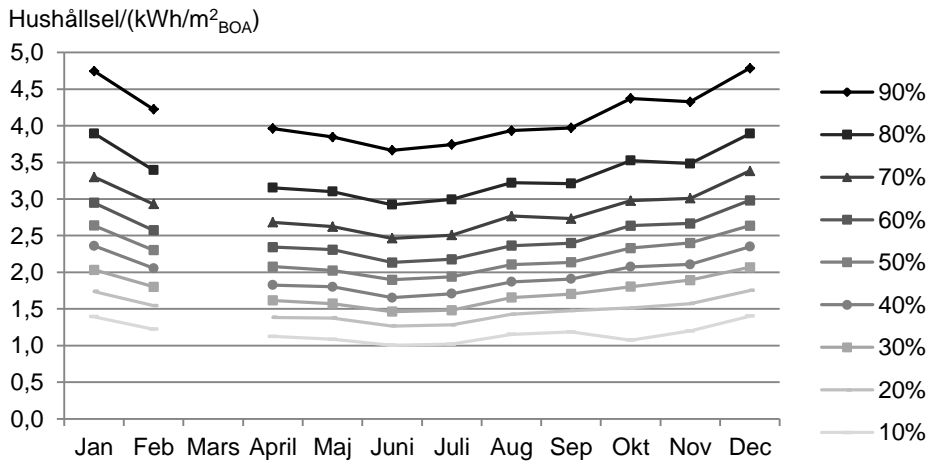
Figur 4.11b Varaktighet av skillnad i hushållselanvändning mellan år 2009 och 2008 för alla lägenheter oavsett antal rum. X-axeln visar varaktigheten mellan 20- och 80-percentilerna.

4.2 Månad

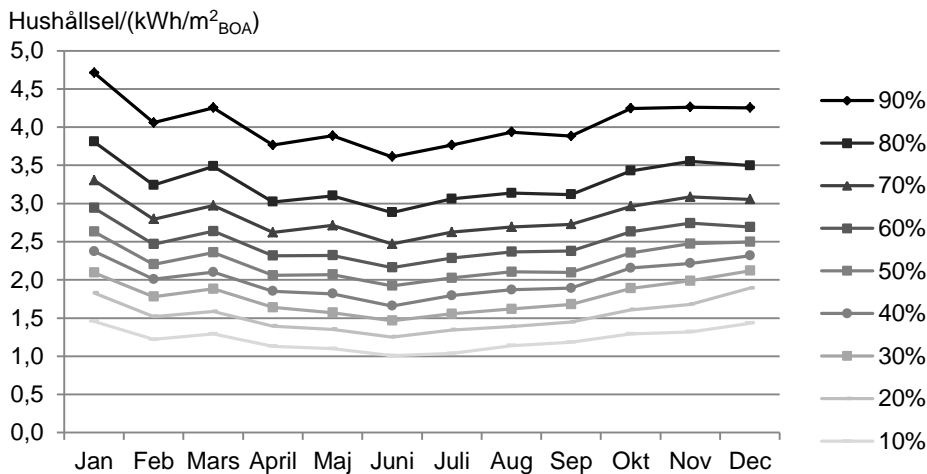
Tabell 4.3 redovisar data på hushållselanvändningen fördelad månadsvis för år 2008 och 2009 medan Figur 4.12 och 4.13 redovisar varaktigheten månadsvis i steg om 10 % exklusive max- och minvärden som redovisas i tabell 4.3. Det är sedan tidigare känt att hushållselen varierar under året bland annat på grund av antalet timmar med dagsljus tillgängligt vilket påverkar behovet av elljus. I stort sett samtliga månader är minanvändningen noll vilket kan förklaras av tomma eller outhyrda lägenheter. Som tidigare redovisats har ett mätbortfall som är större än 3 % av avlästa timvärden skett i mars 2008 varför inga data redovisas för denna månad.

Tabell 4.3 Hushållselanvändning per månad och BOA uppdelat på tidsperiod, uttryckt som högsta respektive lägsta uppmätta värde, medianvärde, medelvärde och standardavvikelse

Hushållsel/(kWh/(m ² _{BOA} ·månad))		Hela underlaget				
Mätperiod	Månad	Max	Min	Median	Medel	Std
År 2008	Jan	10,66	0,00	2,64	2,87	1,42
	Feb	11,67	0,00	2,30	2,54	1,31
	Mars	-	-	-	-	-
	April	10,28	0,00	2,08	2,33	1,22
	Maj	10,37	0,00	2,03	2,31	1,28
	Juni	10,87	0,00	1,90	2,17	1,24
	Juli	10,67	0,00	1,94	2,21	1,30
	Aug	13,26	0,00	2,11	2,41	1,33
	Sep	11,34	0,00	2,14	2,41	1,27
	Okt	10,55	0,00	2,33	2,58	1,42
	Nov	9,82	0,00	2,40	2,59	1,33
	Dec	10,04	0,00	2,64	2,89	1,39
År 2009	Jan	10,36	0,00	2,63	2,89	1,34
	Feb	10,68	0,00	2,20	2,45	1,21
	Mars	11,59	0,00	2,36	2,60	1,28
	April	10,43	0,00	2,06	2,30	1,15
	Maj	19,52	0,00	2,07	2,31	1,27
	Juni	14,03	0,00	1,92	2,13	1,16
	Juli	14,47	0,00	2,03	2,27	1,23
	Aug	12,80	0,00	2,10	2,34	1,22
	Sep	12,64	0,00	2,10	2,36	1,22
	Okt	12,89	0,00	2,35	2,60	1,28
	Nov	11,70	0,00	2,47	2,68	1,32
	Dec	7,01	0,41	2,50	2,72	1,14



Figur 4.12 Percentiler för månatlig användning av hushållsel under 2008.

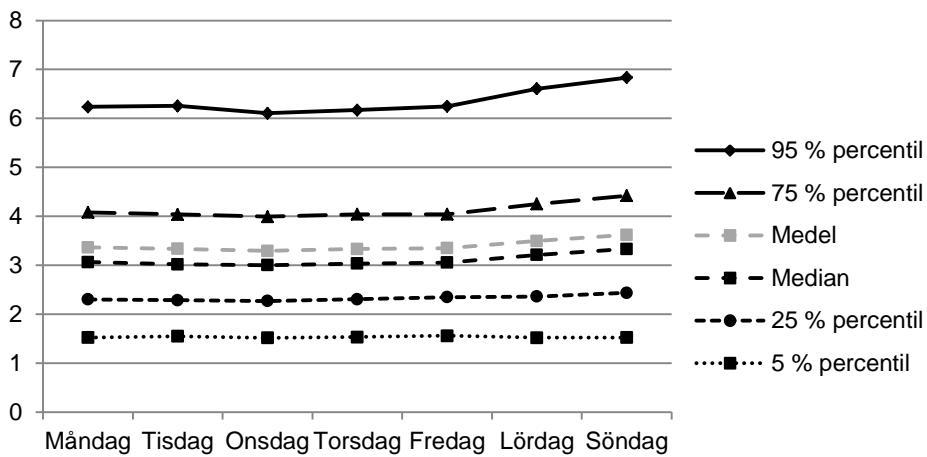


Figur 4.13 Percentiler för månatlig användning av hushållsel under 2009.

4.3 Variation under veckan

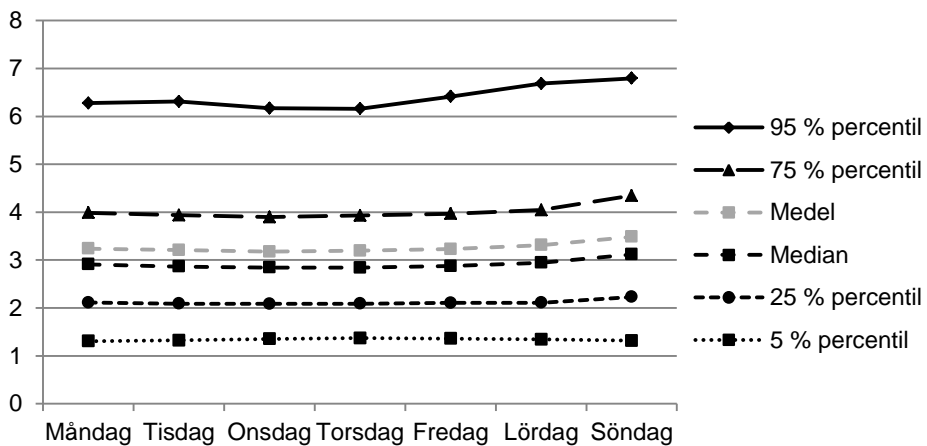
Figurerna visar statistiska mått på hur hushållselanvändningen varierar mellan de olika dagarna i veckan. Som förväntat är användningen högre under lördagar och söndagar då man typiskt är ledig från arbetet eller skolan och man kan förvänta att fler är i hemmet under fler timmar än vardagar. Variationen under veckan har studerats för hela året och uppdelat på årstid för att ta hänsyn till att variationen i uteklimatet och antalet timmar med dagsljus mellan olika årstider kan påverka. Även typiska semestertider under sommaren kan tänkas påverka. Under årstiden sommar är skillnaden mellan vardagar och lördagar och söndagar minst vilket kan bero på sommarsemester och sommarlov.

Hushållseffekt/(W/m²_{BOA})



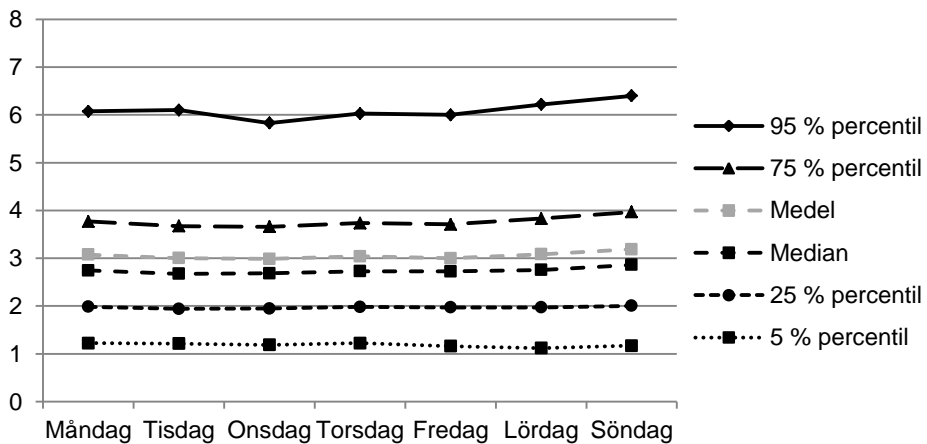
Figur 4.14 Variation i hushållseffekt för olika veckodagar under 2009.

Hushållseffekt/(W/m²_{BOA})

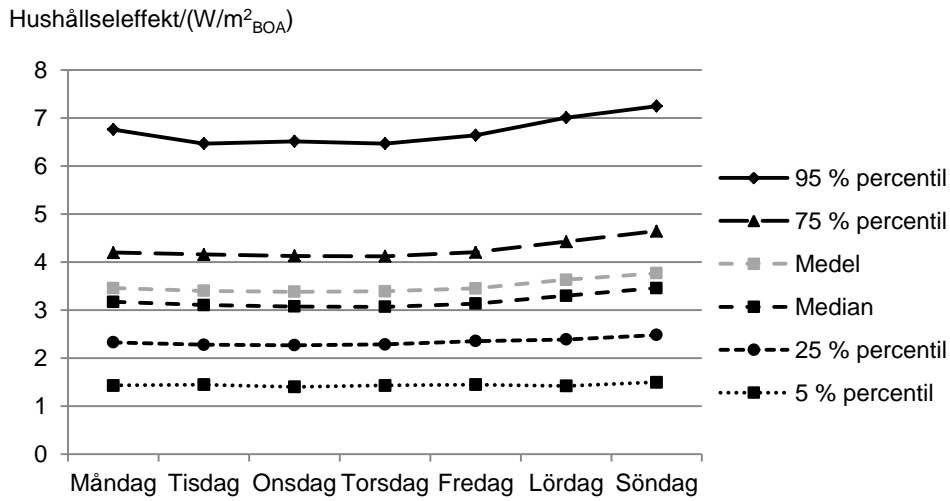


Figur 4.15 Variation i hushållseffekt för olika veckodagar under våren 2009.

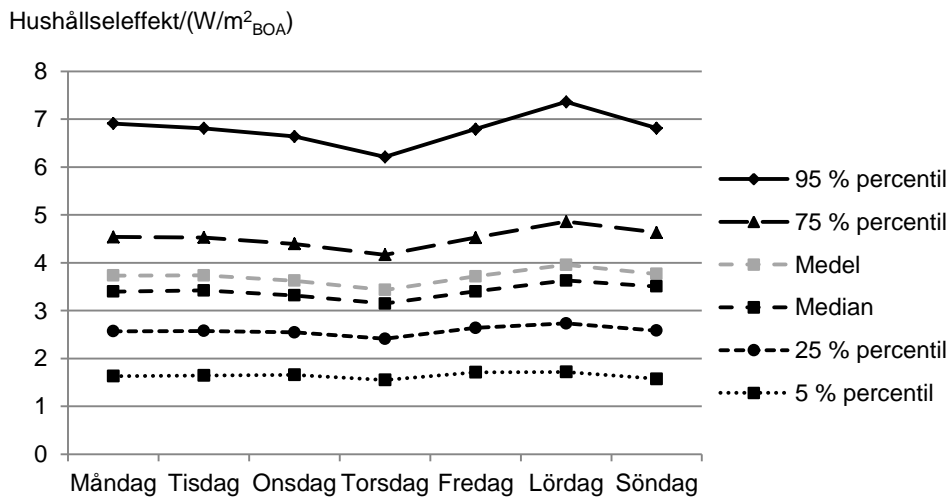
Hushållseffekt/(W/m²_{BOA})



Figur 4.16 Variation i hushållseffekt för olika veckodagar under sommaren 2009.



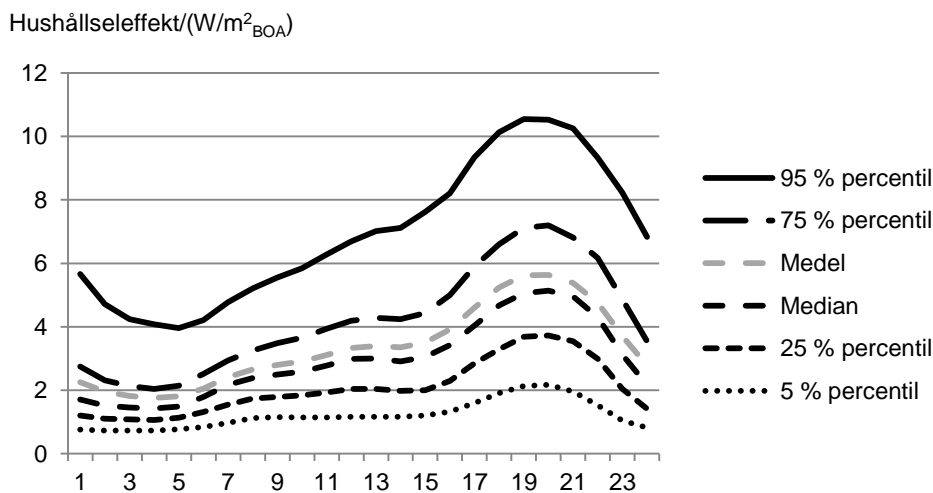
Figur 4.17 Variation i hushållseffekt för olika veckodagar under hösten 2009.



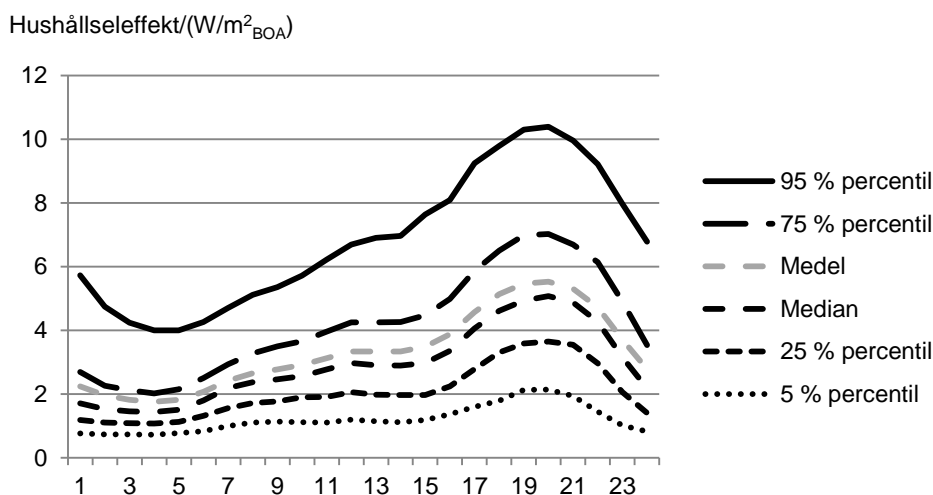
Figur 4.18 Variation i hushållseffekt för olika veckodagar under vintern 2009.

4.4 Variation under dygnet

Figurerna visar statistiska mått på hur hushållselen varierar under dygnet. För helårsdata redovisas variationen under dygnet för varje veckodag separat. Figur 4.26 och 4.27 visar att medel och median för variationen under dygnet var för sig har snarlik karaktär för vardagarna och för lördagar och söndagar. I därefter följande figurer, Figur 4.28-4.35, redovisas variationen under dygnet uppdelat på vardagar och lördagar och söndagar för olika årstider. Medel- och mediananvändningen har i samtliga fall sina minsta värden under natten och ligger strax under 2 W/m^2 oberoende av årstid. Detta värde skulle kunna ses som en oberoende grundlast från kyl och frys samt apparater på standby. Medel- och mediananvändningens högsta värde varierar däremot med årstid och är högst under vinter och lägst under sommaren. En vardag under vinter är användningen i medeltal tre gånger högre kring klockan 19 jämfört med kring klockan 4 att jämföra med motsvarande skillnad under sommaren som är två gånger.

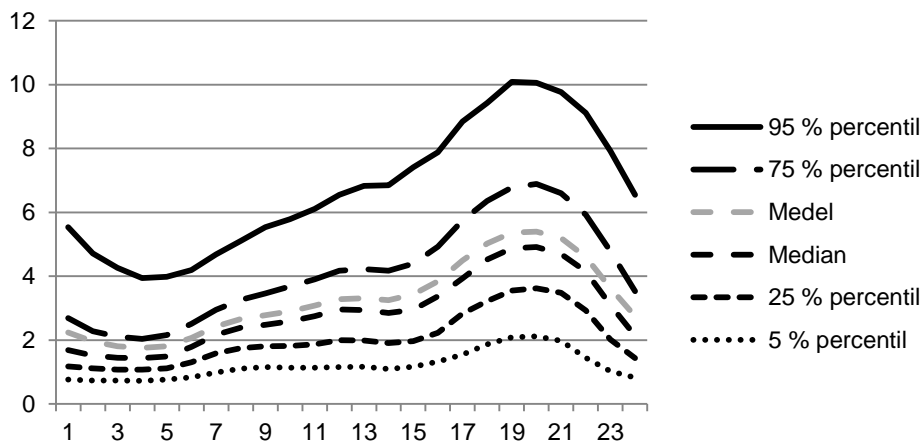


Figur 4.19 Dygnsvariation i hushållseffekt under måndagar år 2009.



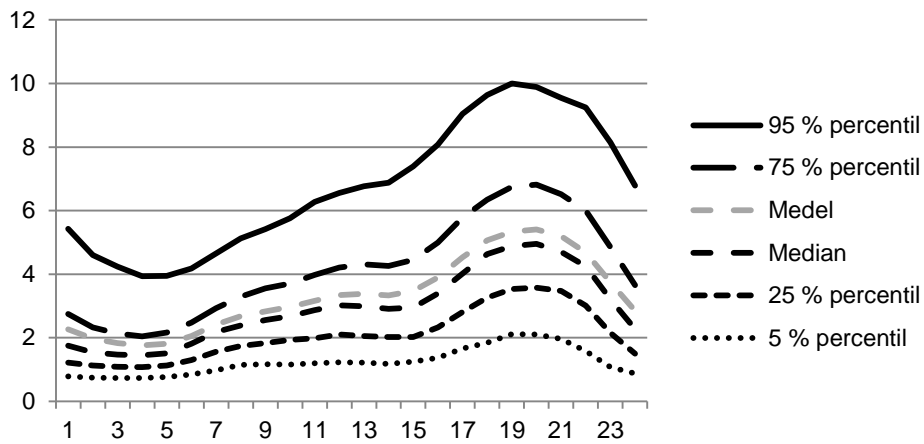
Figur 4.20 Dygnsvariation i hushållseffekt under tisdagar år 2009.

Hushållseffekt/(W/m²_{BOA})



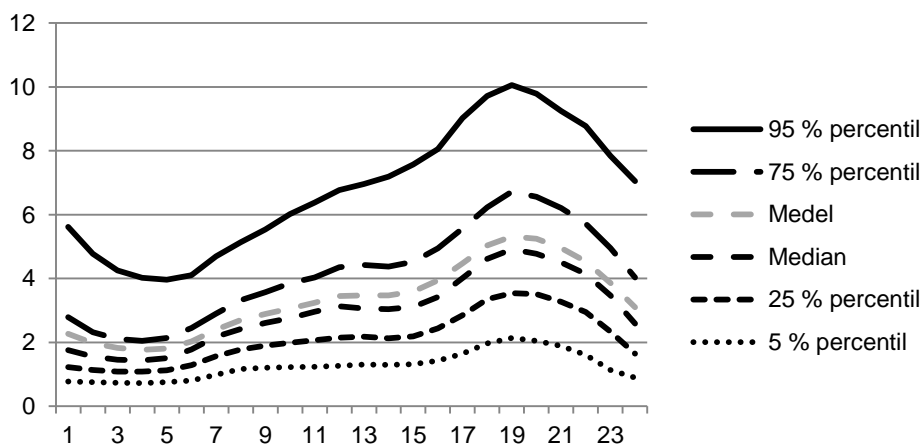
Figur 4.21 Dygnsvariation i hushållseffekt under onsdagar år 2009.

Hushållseffekt/(W/m²_{BOA})

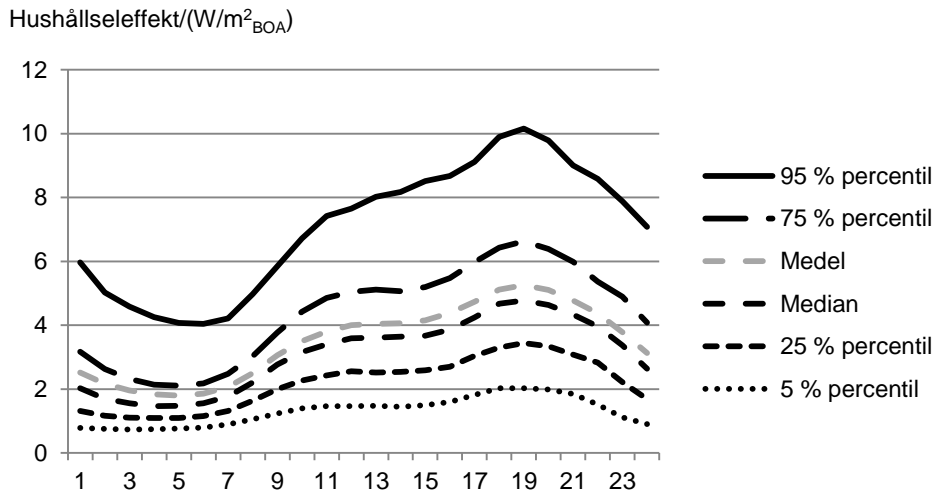


Figur 4.22 Dygnsvariation i hushållseffekt under torsdagar år 2009.

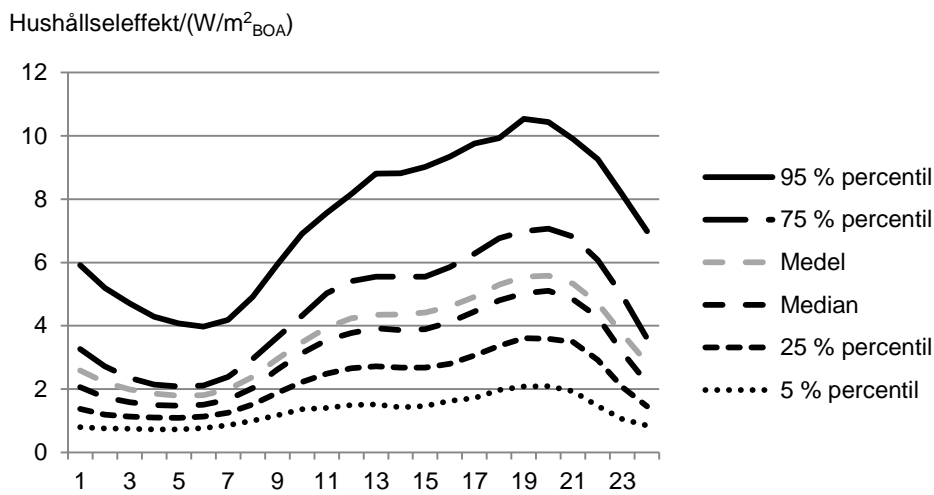
Hushållseffekt/(W/m²_{BOA})



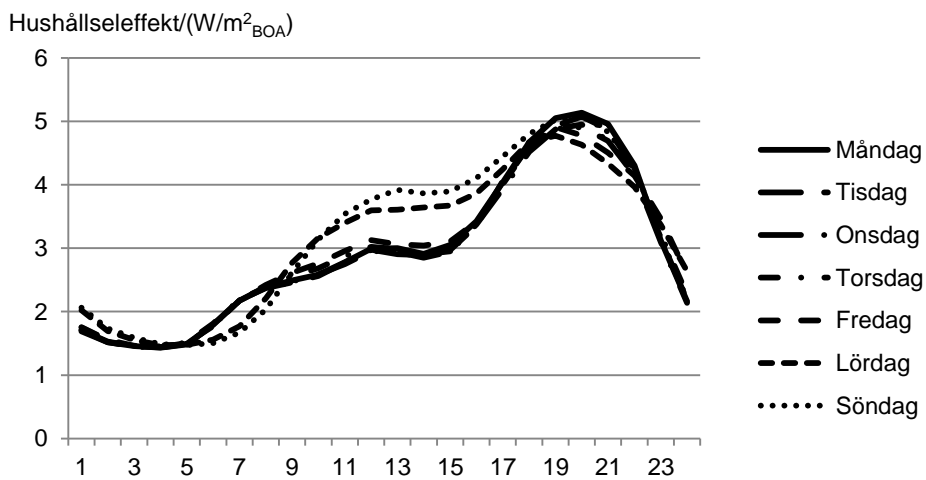
Figur 4.23 Dygnsvariation i hushållseffekt under fredagar år 2009.



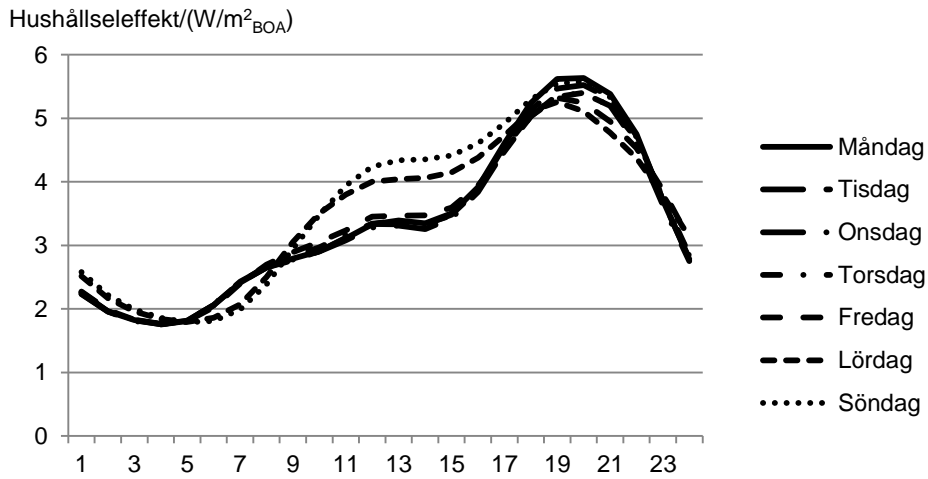
Figur 4.24 Dygnsvariation i hushållseffekt under lördagar år 2009.



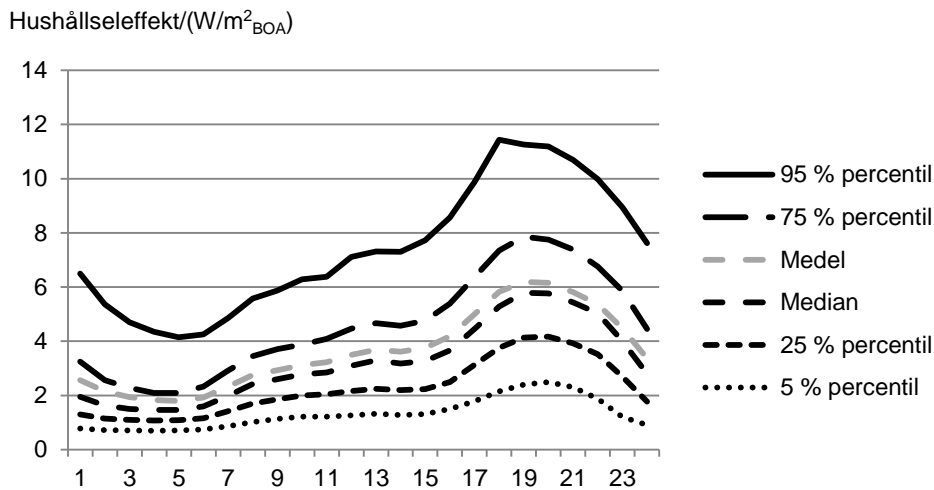
Figur 4.25 Dygnsvariation i hushållseffekt under söndagar år 2009.



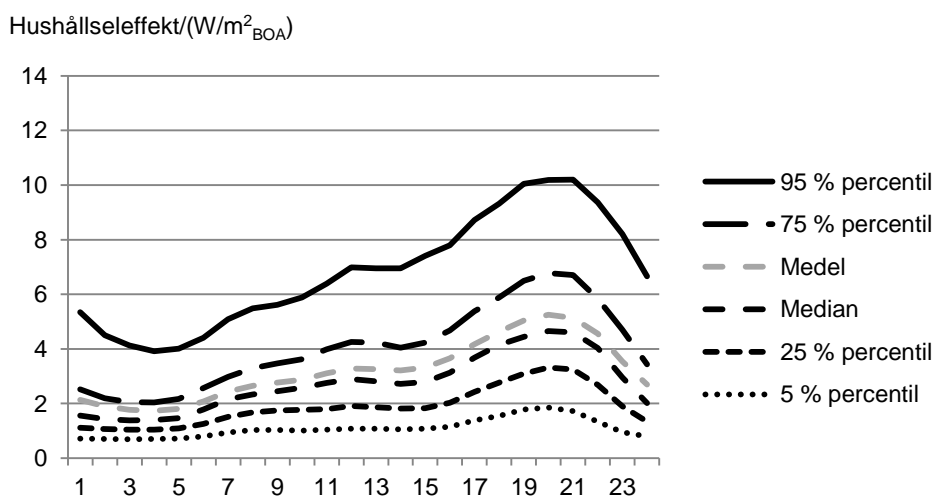
Figur 4.26 Dygnsvariation av hushållselens medianeffekt för olika veckodagar under år 2009.



Figur 4.27 Dygnsvariation av hushållselens medeleffekt för olika veckodagar under år 2009.

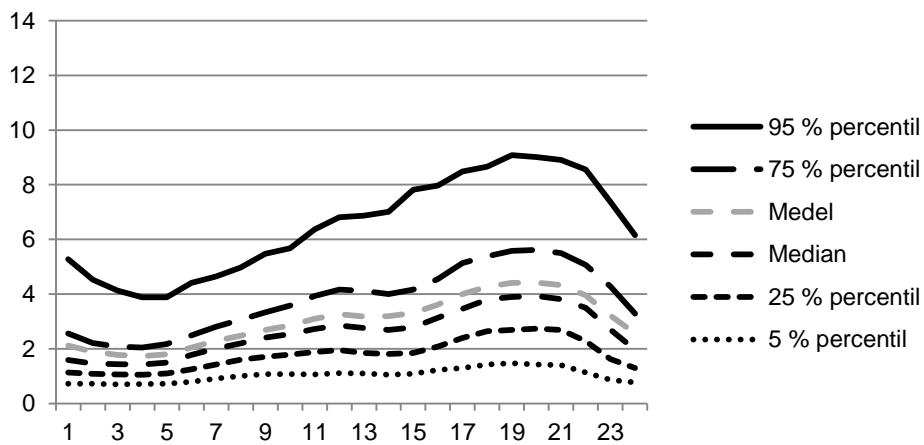


Figur 4.28 Dygnsvariation i hushållseffekt under vardagar vintern år 2009.



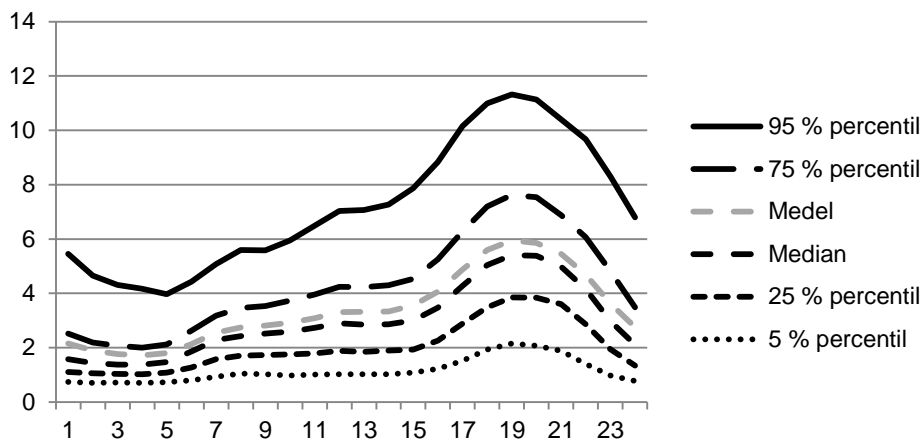
Figur 4.29 Dygnsvariation i hushållseffekt under vardagar våren år 2009.

Hushållseffekt/(W/m²_{BOA})



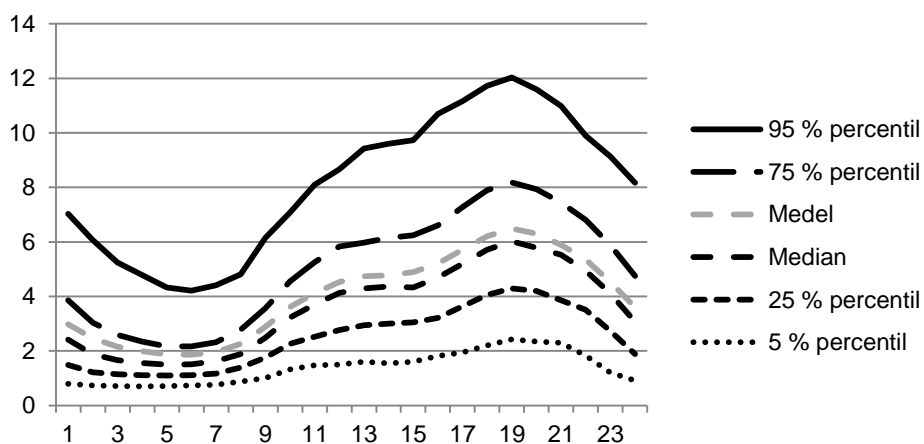
Figur 4.30 Dygnsvariation i hushållseffekt under vardagar sommaren år 2009.

Hushållseffekt/(W/m²_{BOA})

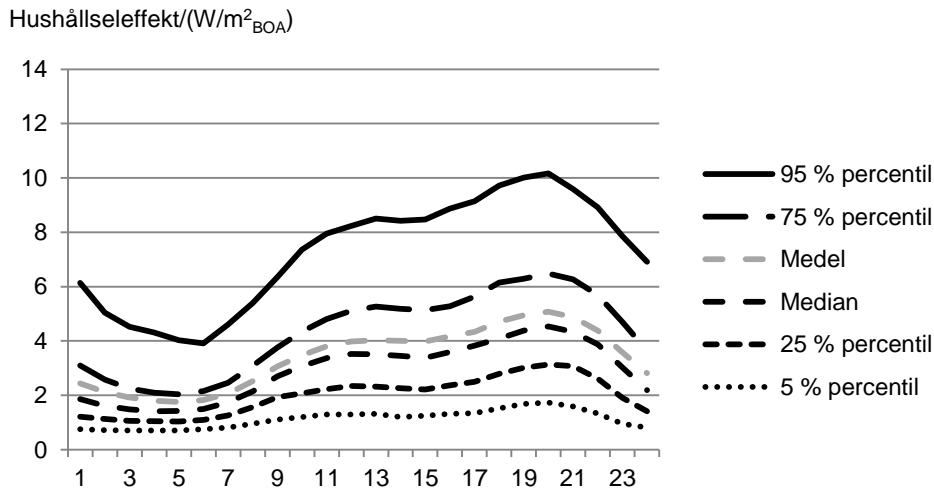


Figur 4.31 Dygnsvariation i hushållseffekt under vardagar hösten år 2009.

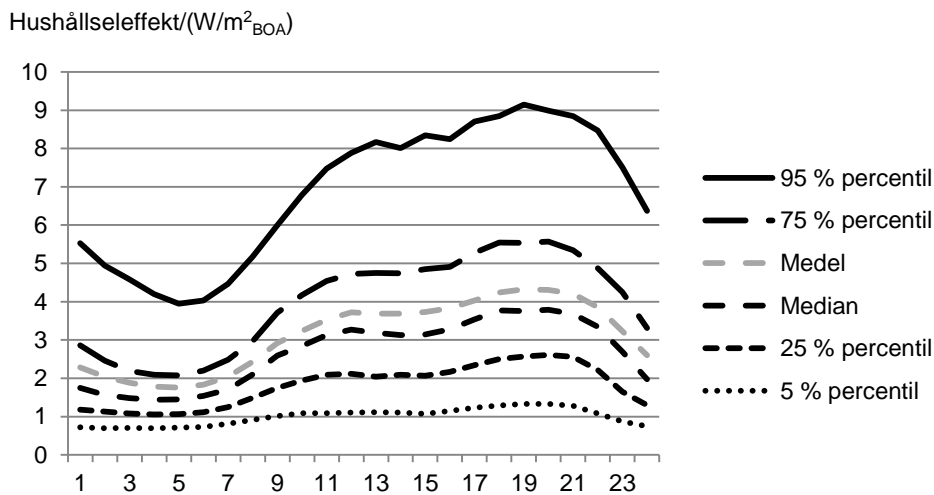
Hushållseffekt/(W/m²_{BOA})



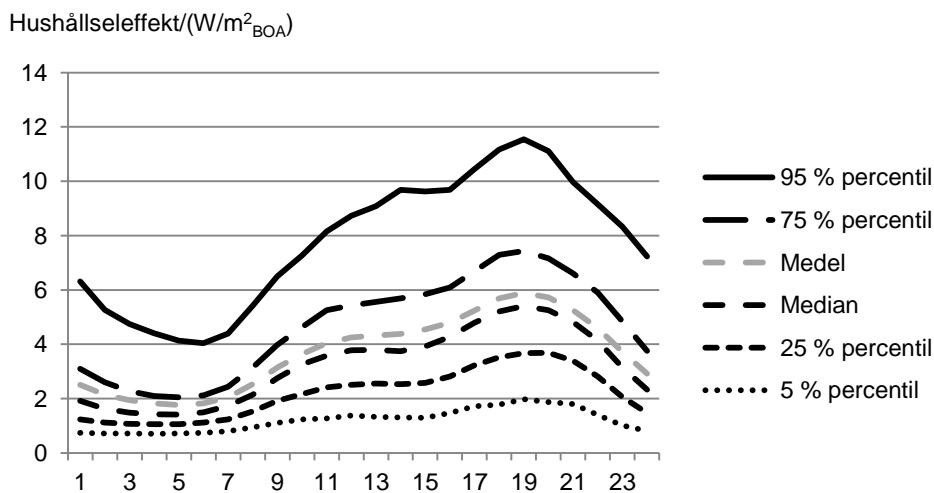
Figur 4.32 Dygnsvariation i hushållseffekt under helgdagar vintern år 2009.



Figur 4.33 Dygnsvariation i hushållseffekt under helgdagar våren år 2009.



Figur 4.34 Dygnsvariation i hushållseffekt under helgdagar sommaren år 2009.

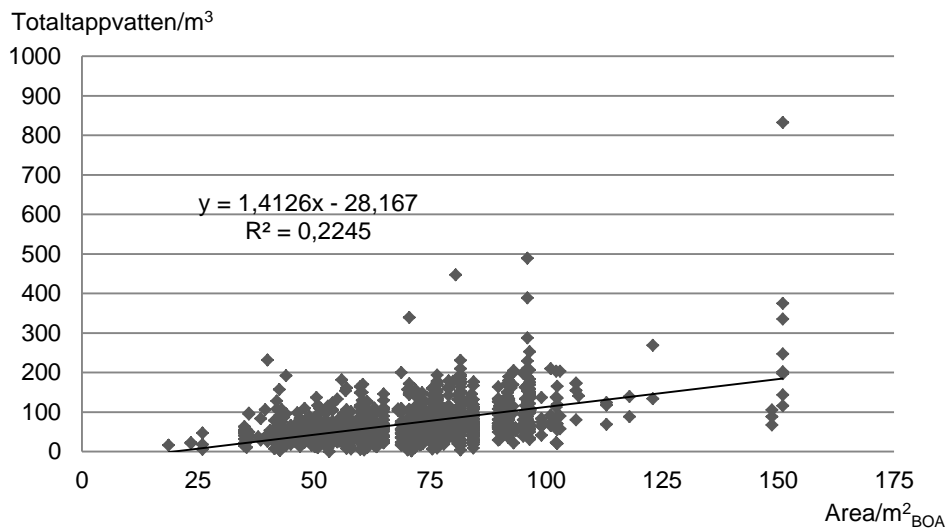


Figur 4.35 Dygnsvariation i hushållseffekt under helgdagar hösten år 2009.

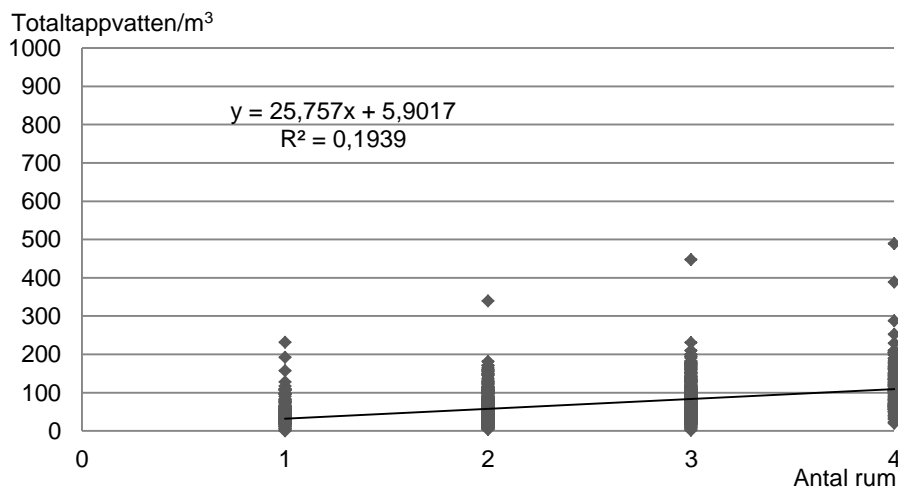
5 Resultat total tappvattenanvändning

5.1 År

Totaltappvattenanvändning kan typiskt redovisas som absolut användning uttryckt i m^3 , eller som användning per yta uttryckt i m^3/m^2 där ytan till exempel kan vara A_{temp} eller BOA. I denna rapport används uteslutande BOA som mått på yta vilket bedöms vara den yta som bäst relaterar till ytan där vattnet används. Det kan synas uppenbart att den absoluta användningen ökar med både lägenhetens yta och antalet rum vilket visas i Figur 5.1 och 5.2. Regressionsekvationerna i figurerna visar på sambanden men som tydligt ses är det stora skillnader i användning för samma storlek både vad gäller yta och antalet rum vilket ger att R^2 -värdena blir förhållandevis små med en liten fördel för att beskriva användningen som funktion av BOA.

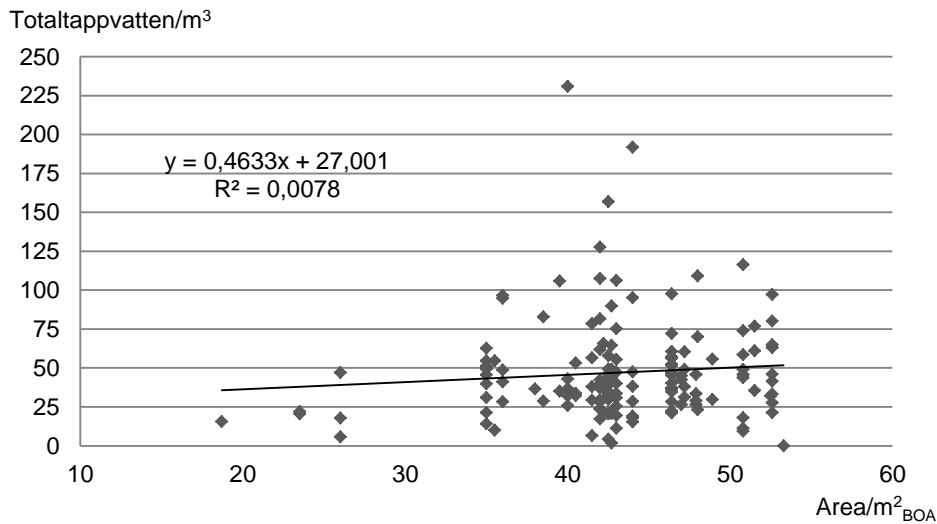


Figur 5.1 Totaltappvattenanvändning under 2009 som funktion av BOA.

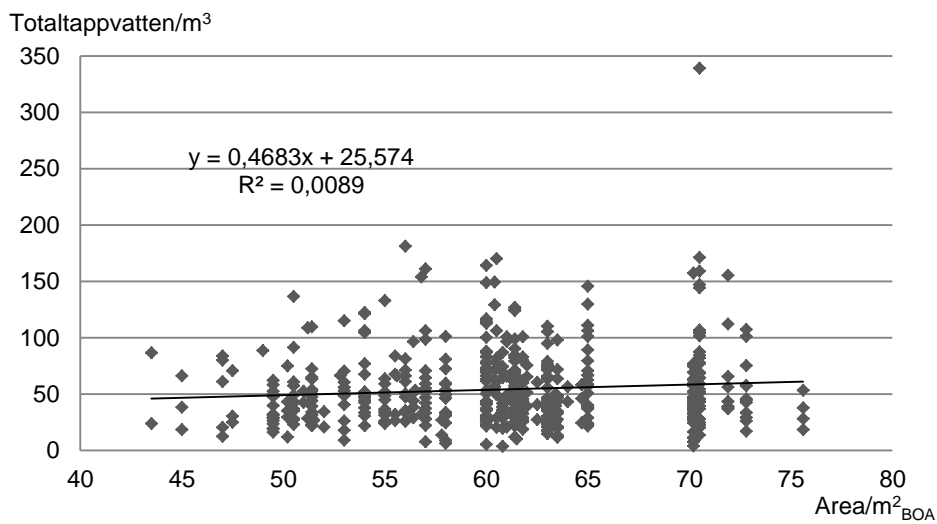


Figur 5.2 Totaltappvattenanvändning under 2009 som funktion av antalet rum och kök. Lägenheter med 5 och 6 rum och kök har uteslutits ur analysen.

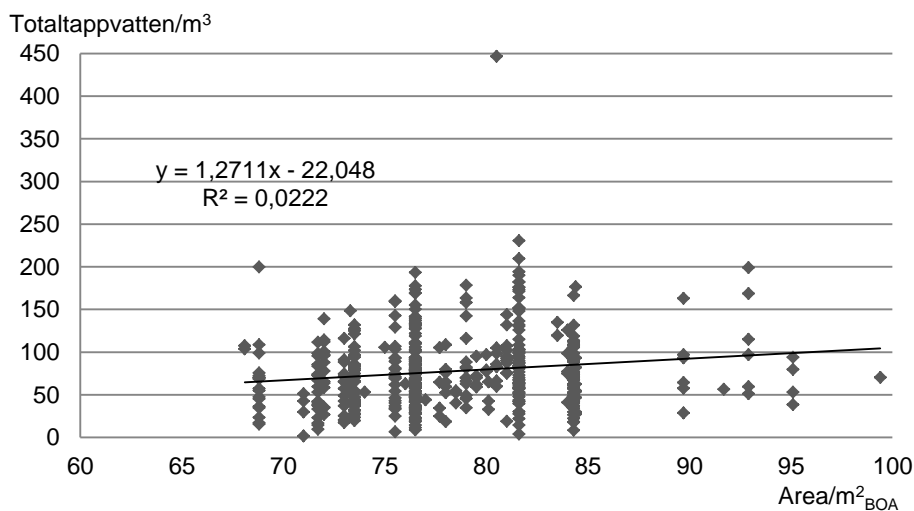
Variationen inom en viss lägenhetsstorlek uttryckt i antalet rum och kök kan tänkas bero på lägenhetens yta där en stor yta skulle medföra en större absolut användning. Figur 5.3-5.6 visar totalvattenanvändningen under 2009 som funktion av BOA uppdelat på olika lägenhetsstorlekar från 1 till 4 rum och kök.



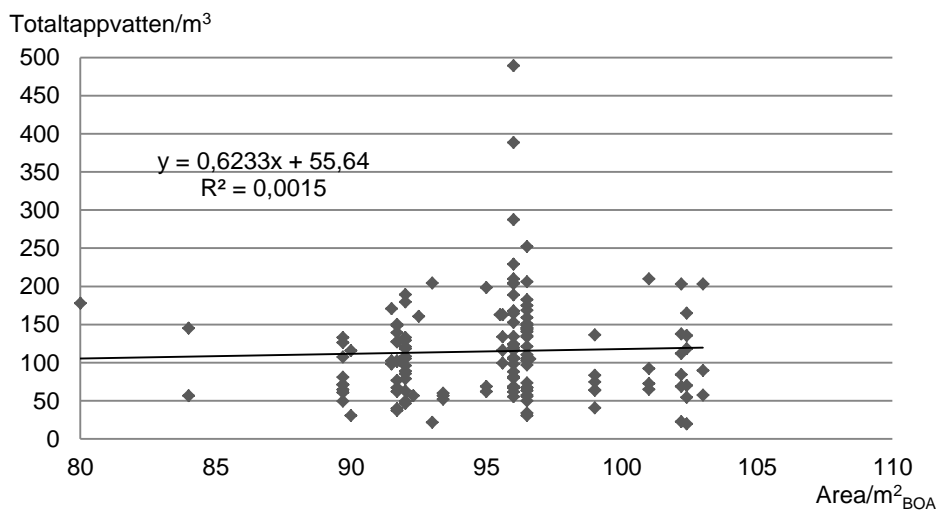
Figur 5.3 Totaltappvattenanvändning under 2009 som funktion av BOA i 1 rok.



Figur 5.4 Totaltappvattenanvändning under 2009 som funktion av BOA i 2 rok.



Figur 5.5 Totaltappvattenanvändning under 2009 som funktion av BOA i 3 rok.

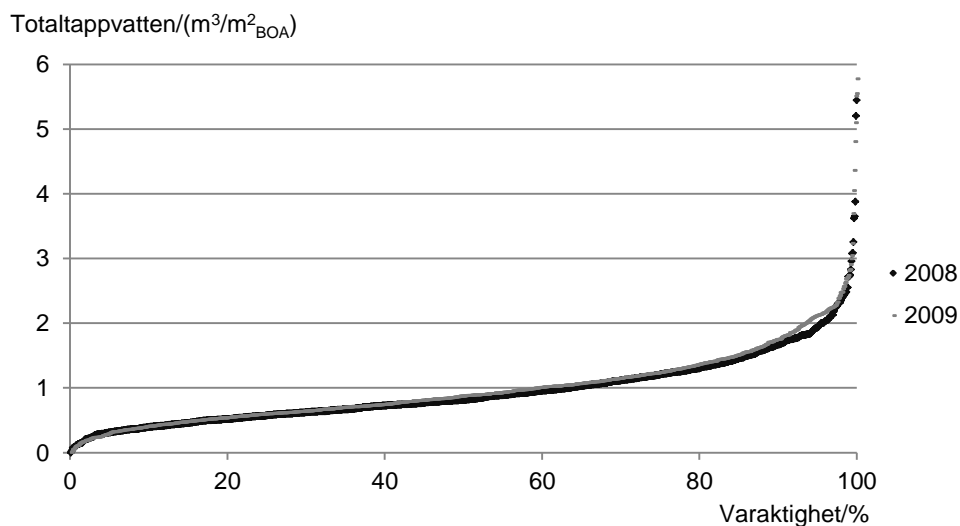


Figur 5.6 Totaltappvattenanvändning under 2009 som funktion av BOA i 4 rok.

Totaltappvattenanvändningen uttryckt i m³ ökar med ökad BOA för samtliga studerade lägenhetsstorlekar enligt funktionerna i figurerna men samtliga R²-värden är mycket låga vilket innebär att annat än BOA i huvudsak förklarar totaltappvattenanvändningens variation inom en viss lägenhetsstorlek uttryckt i antalet rum. Ett alternativ kan vara att beskriva användningen som en funktion av både antalet rum och ytan vilket testats men visat sig innebära att R² för en sådan funktion endast ökar med en knapp procentenhet jämfört med för funktionen som beskriver användningen baserat på BOA. Baserat på denna jämförelse bedöms totaltappvattenanvändningen bäst beskrivas som användning per BOA vilket uteslutande används i det följande.

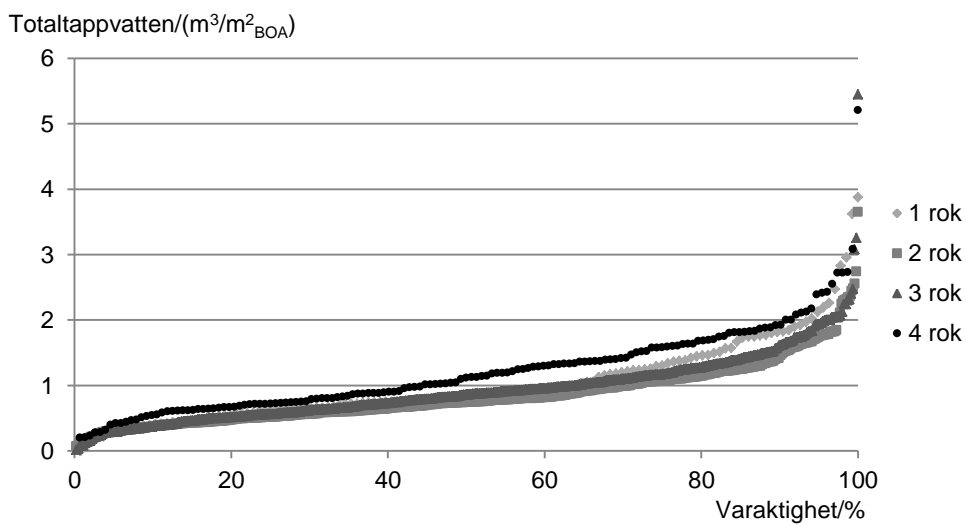
Tabell 5.1 Totaltappvattenanvändning per år och BOA uppdelat på tidsperiod och antal rum, uttryckt som högsta respektive lägsta uppmätta värde, medianvärde, medelvärde och standardavvikelse. Data redovisas dels för hela underlaget och dels för delmängden mellan 5- och 95-percentilerna, det vill säga 90 % av underlaget, för att exkludera lägenheterna med högst och lägst användande

Totaltappvatten/(m ³ /(m ² _{BOA} ·år))											
Mätperiod	Antal rok	Hela underlaget					Delmängden mellan 5- och 95-percentilerna				
		Max	Min	Median	Medel	Std	Max	Min	Median	Medel	Std
År 2008	Alla	5,45	0,00	0,82	0,95	0,55	1,93	0,31	0,82	0,90	0,39
	1	3,88	0,00	0,82	1,03	0,65	2,13	0,31	0,82	0,96	0,45
	2	3,65	0,07	0,75	0,85	0,47	1,74	0,31	0,75	0,81	0,34
	3	5,45	0,02	0,87	0,94	0,54	1,93	0,29	0,86	0,90	0,38
	4	5,21	0,20	1,12	1,21	0,67	2,39	0,42	1,12	1,16	0,47
År 2009	Alla	5,77	0,00	0,87	0,99	0,61	2,12	0,30	0,87	0,94	0,42
	1	5,77	0,00	0,92	1,10	0,76	2,47	0,26	0,92	1,01	0,46
	2	4,81	0,05	0,76	0,89	0,54	1,99	0,29	0,76	0,85	0,37
	3	5,55	0,02	0,90	0,99	0,56	2,03	0,28	0,90	0,95	0,40
	4	5,51	0,19	1,11	1,24	0,74	2,13	0,41	1,10	1,15	0,46
År 2008 och 2009	Alla	5,77	0,00	0,84	0,97	0,59	2,04	0,31	0,84	0,92	0,40
	1	5,77	0,00	0,89	1,06	0,71	2,27	0,29	0,89	0,99	0,45
	2	4,81	0,05	0,75	0,87	0,51	1,83	0,31	0,75	0,83	0,35
	3	5,55	0,02	0,88	0,96	0,55	1,99	0,29	0,88	0,93	0,39
	4	5,21	0,19	1,11	1,21	0,67	2,20	0,41	1,11	1,16	0,46

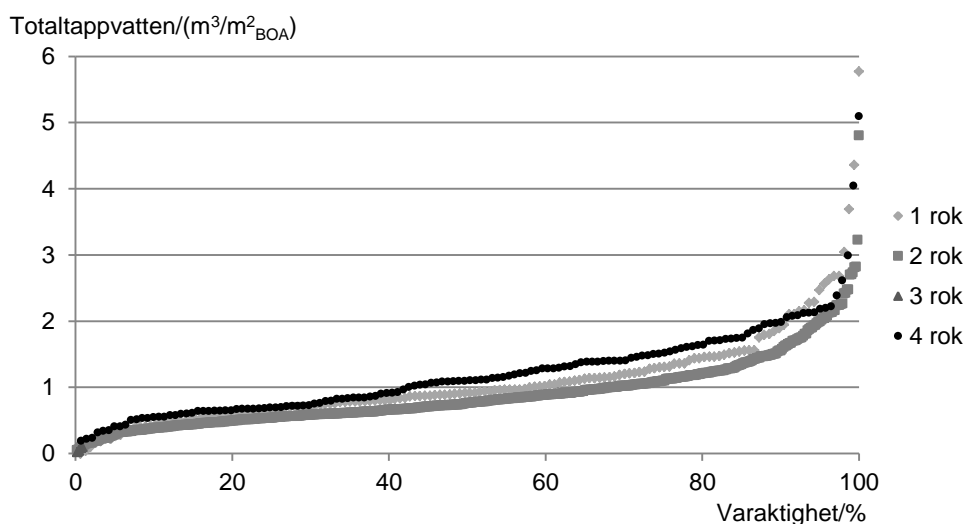


Figur 5.7 Varaktighet av total tappvattenanvändning för år 2008 respektive 2009.

Varaktigheterna för användningen under år 2008 och 2009 är i stort sett identiska. Även de statistiska värden som redovisas i tabell 5.1 är mycket lika för de båda studerade åren.



Figur 5.8 Varaktighet av total tappvattenanvändning för lägenheter med olika antal rum för år 2008.

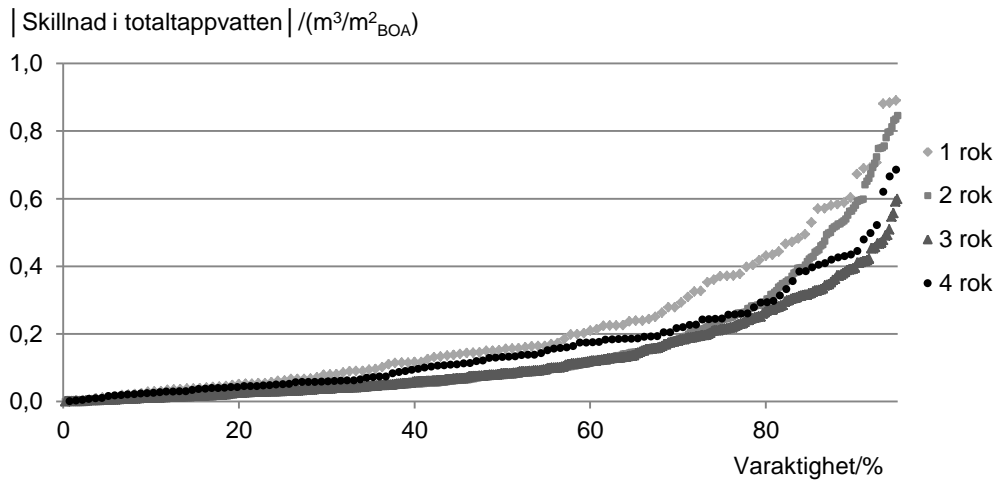


Figur 5.9 Varaktighet av total tappvattenanvändning för lägenheter med olika antal rum för år 2009.

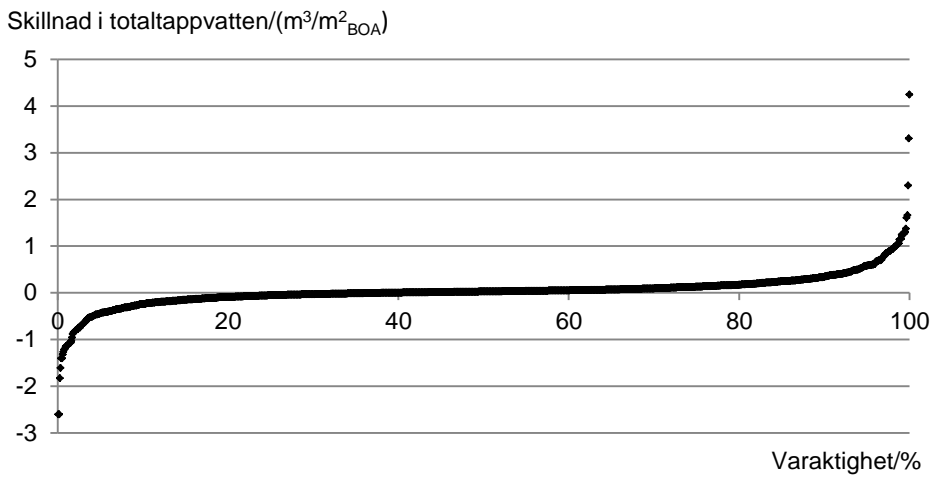
Även om användningen 2008 och 2009 beskrivs som mycket lik i medeltal för det studerade materialet kan användningen i enstaka lägenheter skilja sig åt mellan de båda åren. För varje lägenhet har användningen 2008 subtraherats från användningen 2009. Tabell 5.2 redovisar absolutbeloppet för hur mycket användningen i samma lägenhet har ändrat sig mellan åren för olika lägenhetsstorlekar och Figur 5.10 presenterar motsvarande varaktigheter för olika lägenhetsstorlekar. Enligt Tabell 5.2 och Figur 5.10 är skillnaden större i 1 rok än för övriga lägenhetsstorlekar vilket skulle kunna förklaras av större omflyttning i 1 rok särskilt om de används som studentbostad. Data i tabellen är absoluta värden vilket innebär att det inte är möjligt att se om användningen ökat eller minskat, bara att det är en skillnad vilket kan användas som ett kvalitativt mått. Som konstaterats ovan är medelvärdet för totaltappvattenanvändningen i stort sett samma för de båda åren vilket tillsammans med värdena i nedanstående tabell innebär att användningen ökat i vissa lägenheter och minskat i andra. Figur 5.11a och b redovisar varaktigheten för skillnaden mellan åren med tecken vilket visar hur användningen ökat eller minskat i lägenheterna.

Tabell 5.2 Max, min, medel och standardavvikelse för absolutbeloppen på differenserna för samma lägenhet mellan år 2008 och 2009

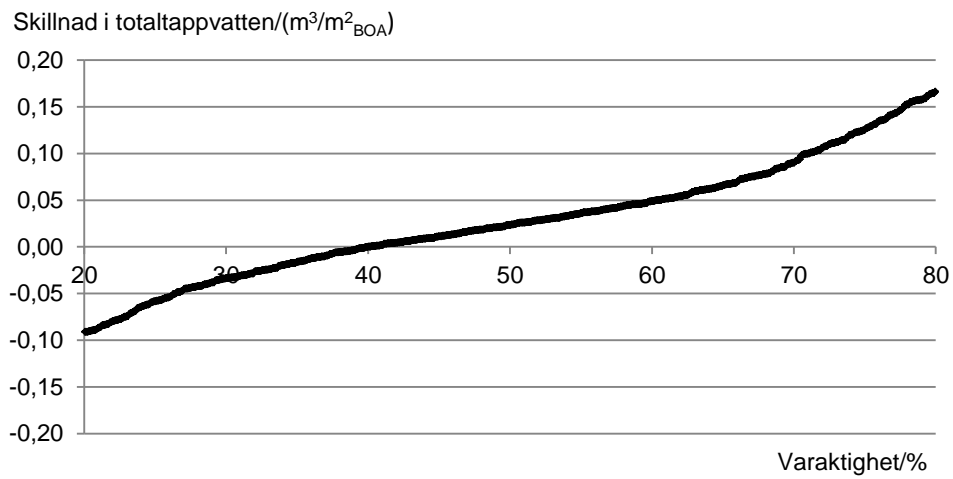
Antal rok	Skillnad i totaltappvatten / (m ³ /m ² _{BOA})					Delmängden mellan 5- och 95-percentilerna				
	Max	Min	Median	Medel	Std	Max	Min	Median	Medel	Std
Alla	4,24	0,00	0,09	0,21	0,32	0,80	0,01	0,09	0,16	0,16
1	3,30	0,00	0,16	0,29	0,43	0,89	0,01	0,15	0,23	0,21
2	4,24	0,00	0,08	0,21	0,37	0,85	0,01	0,08	0,16	0,19
3	1,66	0,00	0,08	0,17	0,24	0,60	0,01	0,08	0,13	0,13
4	1,17	0,00	0,13	0,20	0,23	0,69	0,02	0,13	0,17	0,15



Figur 5.10 Varaktighet av absolutbeloppet på skillnad i total tappvattenanvändning mellan år 2008 och 2009 för lägenheter med olika antal rum. X-axeln är skuren vid 95 %.



Figur 5.11a Varaktighet av skillnad i total tappvattenanvändning mellan år 2009 och 2008 för alla lägenheter oavsett antal rum.



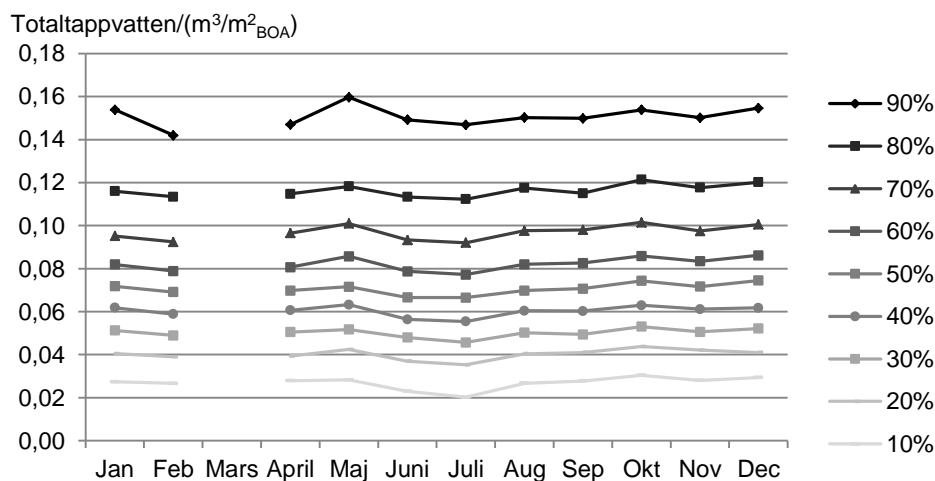
Figur 5.11b Varaktighet av skillnad i total tappvattenanvändning mellan år 2009 och 2008 för alla lägenheter oavsett antal rum. X-axeln visar varaktighet mellan 20- och 80-percentilerna.

5.2 Månad

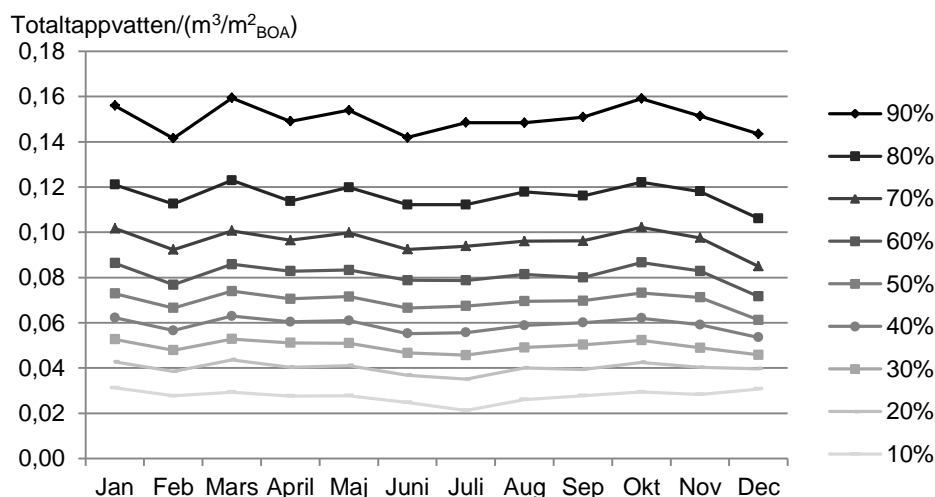
Tabell 5.3 redovisar data på totaltappvattenanvändning fördelad månadsvis för år 2008 och 2009 medan Figur 5.12 och 5.13 redovisar varaktigheten månadsvis i steg om 10 % exklusive max- och min-värden som redovisas i tabell 5.3. I stort sett samtliga månader är minanvändningen noll vilket kan förklaras av tomma eller outhyrda lägenheter. Som tidigare redovisats har ett mätbortfall som är större än 3 % av avlästa timvärden skett i mars 2008 varför inga data redovisas för denna månad.

Tabell 5.3 Total tappvattenanvändning per månad och BOA uppdelat på tidsperiod, uttryckt som högsta respektive lägsta uppmätta värde, medianvärde, medelvärde och standardavvikelse

Totaltappvatten/(m ³ /m ² _{BOA} ·månad)		Hela underlaget				
Mätperiod	Månad	Max	Min	Median	Medel	Std
År 2008	Jan	0,453	0,000	0,072	0,082	0,054
	Feb	0,453	0,000	0,072	0,082	0,054
	Mars	-	-	-	-	-
	April	1,114	0,000	0,070	0,081	0,060
	Maj	0,443	0,000	0,072	0,085	0,056
	Juni	0,789	0,000	0,067	0,079	0,058
	Juli	0,507	0,000	0,067	0,078	0,057
	Aug	0,719	0,000	0,070	0,083	0,060
	Sep	0,685	0,000	0,071	0,083	0,058
	Okt	1,674	0,000	0,074	0,087	0,070
	Nov	1,119	0,000	0,072	0,084	0,064
	Dec	0,585	0,000	0,074	0,085	0,056
År 2009	Jan	0,548	0,000	0,073	0,085	0,055
	Feb	0,527	0,000	0,067	0,078	0,052
	Mars	0,556	0,000	0,074	0,086	0,058
	April	0,504	0,000	0,071	0,082	0,055
	Maj	1,259	0,000	0,072	0,085	0,065
	Juni	1,404	0,000	0,067	0,080	0,072
	Juli	0,555	0,000	0,067	0,079	0,059
	Aug	1,327	0,000	0,070	0,082	0,065
	Sep	0,816	0,000	0,070	0,082	0,060
	Okt	0,520	0,000	0,073	0,086	0,058
	Nov	0,958	0,000	0,071	0,083	0,062
	Dec	0,324	0,001	0,061	0,075	0,049



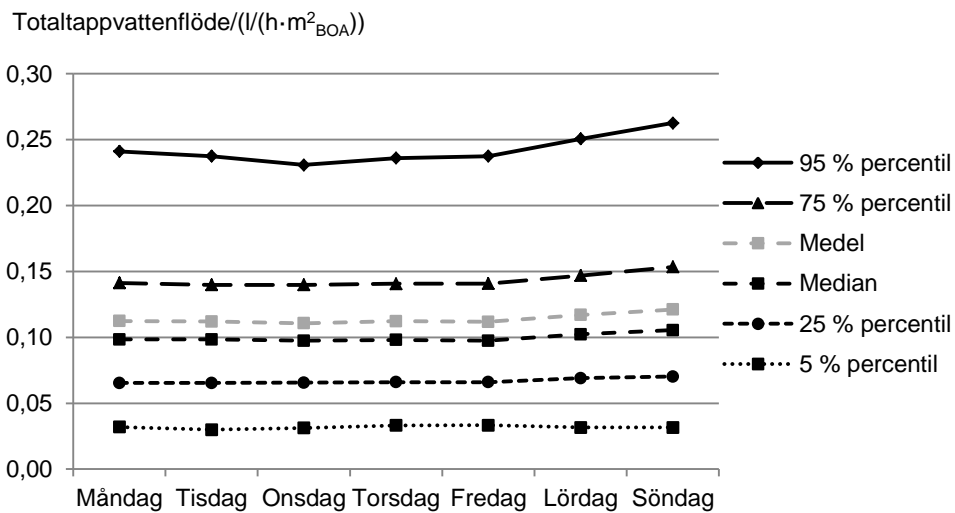
Figur 5.12 Percentiler för månatlig användning av totaltappvatten under 2008.



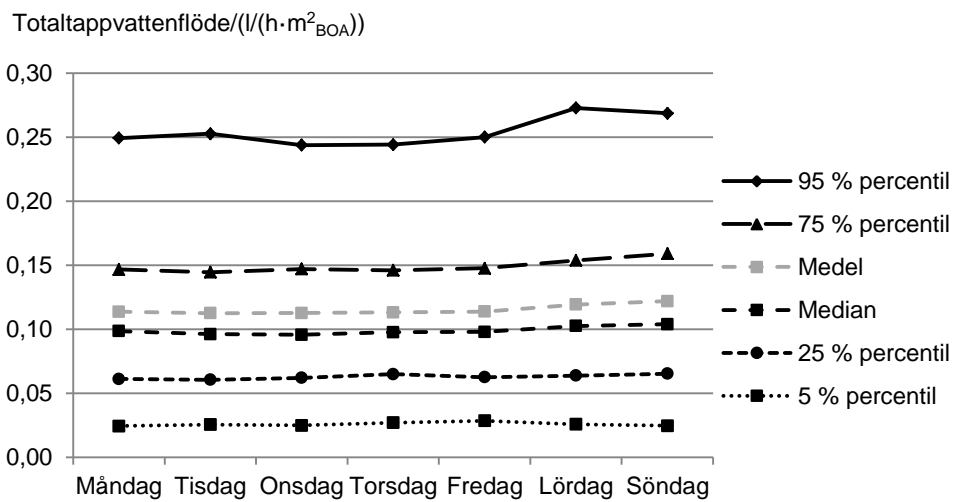
Figur 5.13 Percentiler för månatlig användning av totaltappvatten under 2009.

5.3 Variation under veckan

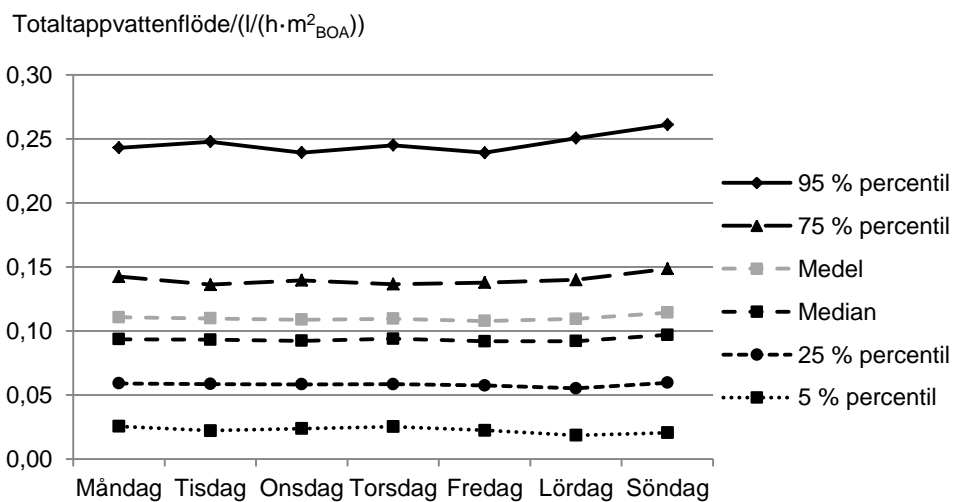
Figurerna visar statistiska mått på hur vattenanvändningen varierar mellan de olika dagarna i veckan. Som förväntat är användningen högre under lördagar och söndagar då man typiskt är ledig från arbetet eller skolan och man kan förvänta att fler är i hemmet under fler timmar än vardagar. Variationen under veckan har studerats för hela året och uppdelat på årstid för att ta hänsyn till att skillnaden i uteklimatet samt typiska semestertider under sommaren kan tänkas påverka. Under årstiden sommar är skillnaden mellan vardagar och lördagar och söndagar minst vilket kan bero på sommarsemester och sommarlov.



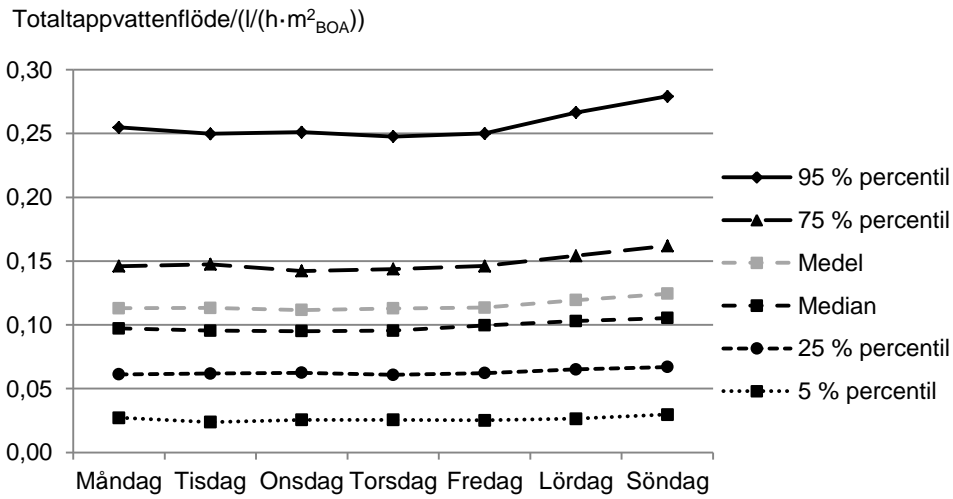
Figur 5.14 Variation i totalvattenflöde för olika veckodagar under 2009.



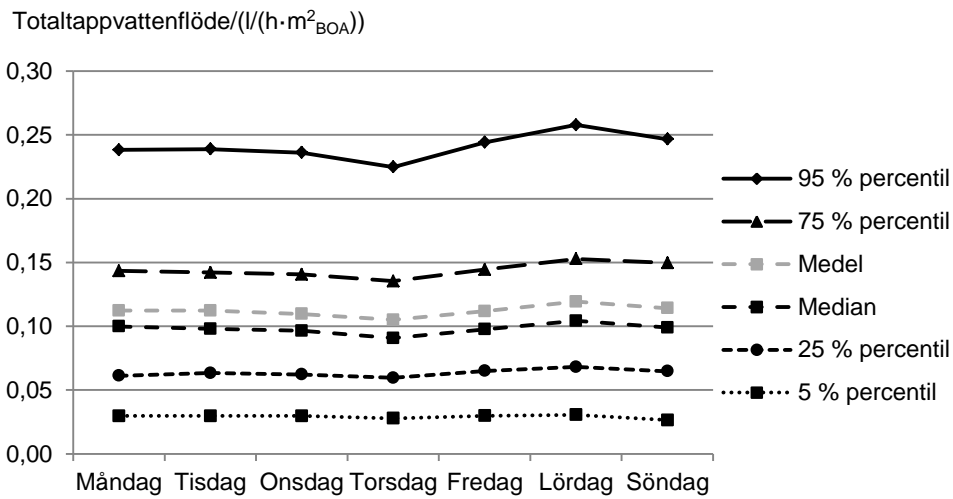
Figur 5.15 Variation i totalvattenflöde för olika veckodagar under våren 2009.



Figur 5.16 Variation i totalvattenflöde för olika veckodagar under sommaren 2009.



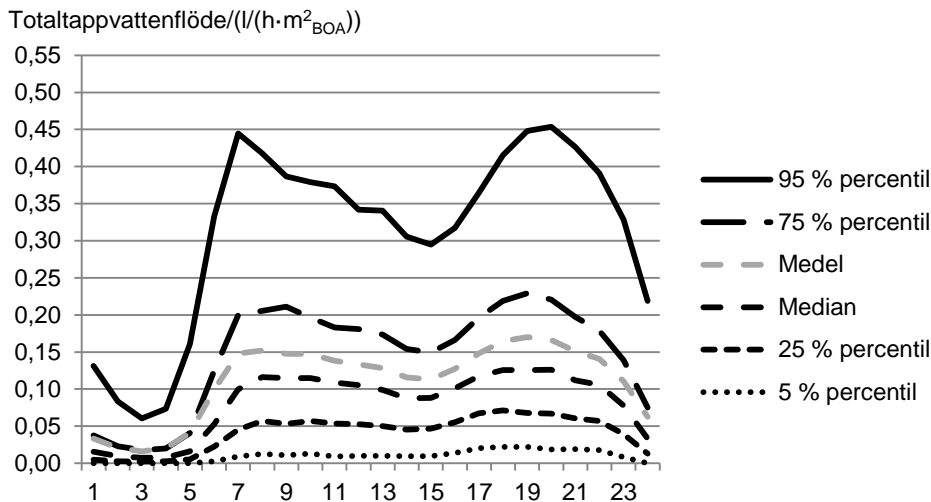
Figur 5.17 Variation i totalvattenflöde för olika veckodagar under hösten 2009.



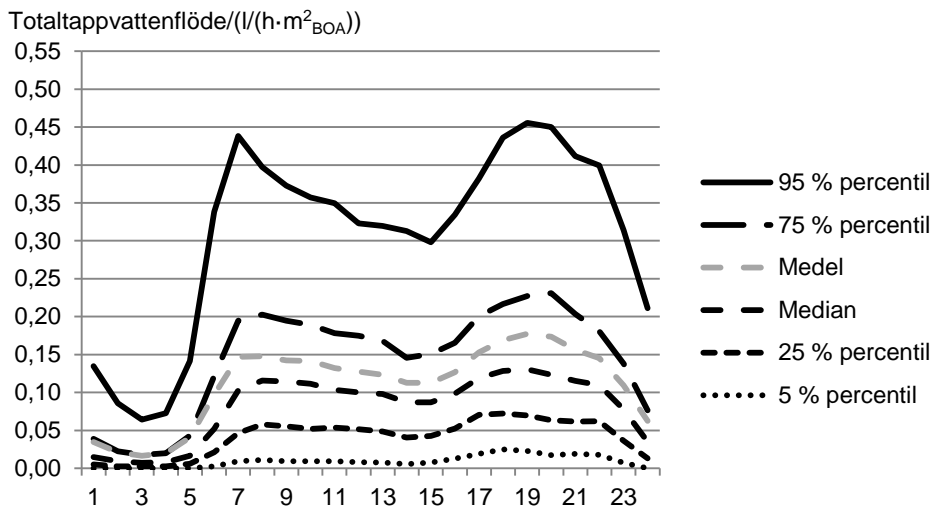
Figur 5.18 Variation i totalvattenflöde för olika veckodagar under vintern 2009.

5.4 Variation under dygnet

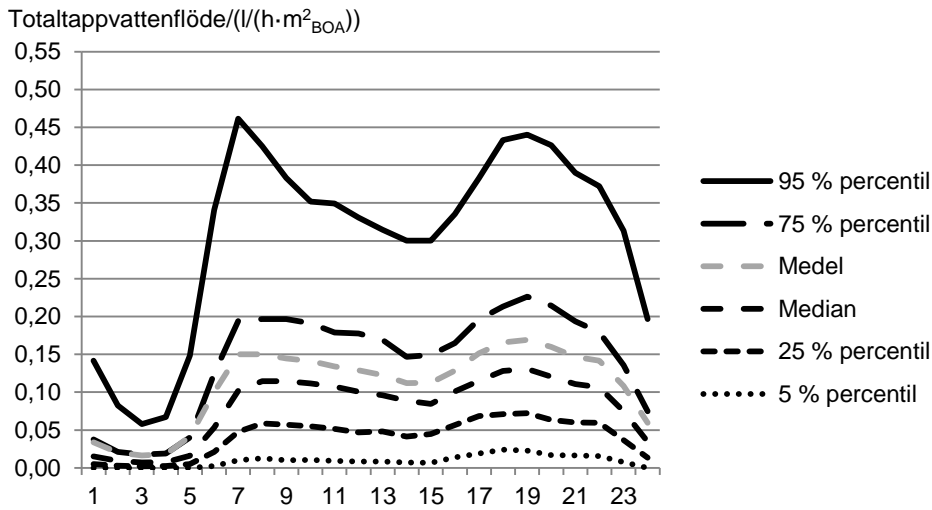
Figurerna visar statistiska mått på hur vattenanvändningen varierar under dygnet. För helårsdata redovisas variationen under dygnet för varje veckodag separat. Figur 5.16 och 5.17 visar att medel och median för variationen under dygnet var för sig har snarlik karaktär för vardagarna och för lördagar och söndagar. I därefter följande figurer redovisas variationen under dygnet uppdelat på vardagar och lördagar och söndagar för olika årstider. Medelvärde och median för användningen under natten är i samtliga fall liten i förhållande till övriga dygnet som uppvisar en förhållandevis jämn användning med lokala maximum under förmiddag och tidig kväll.



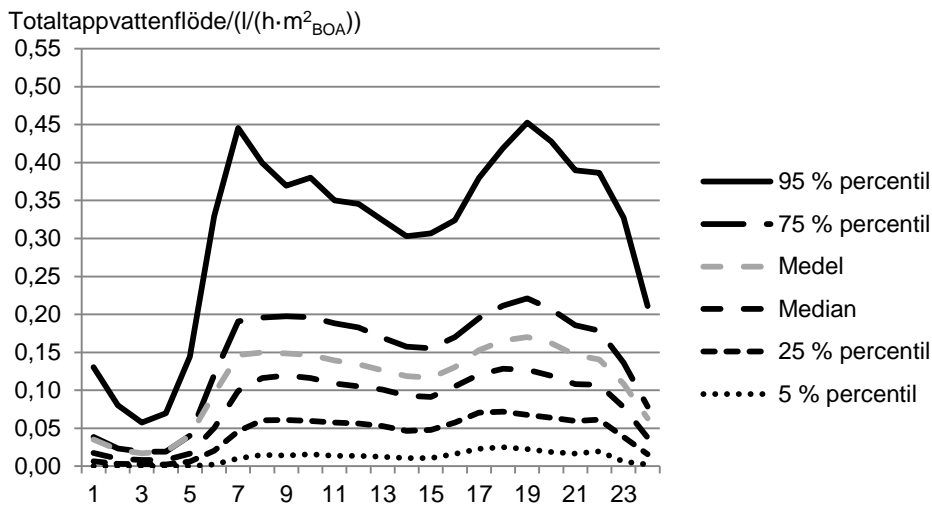
Figur 5.19 Dygnsvariation i totaltappvattenflöde under måndagar år 2009.



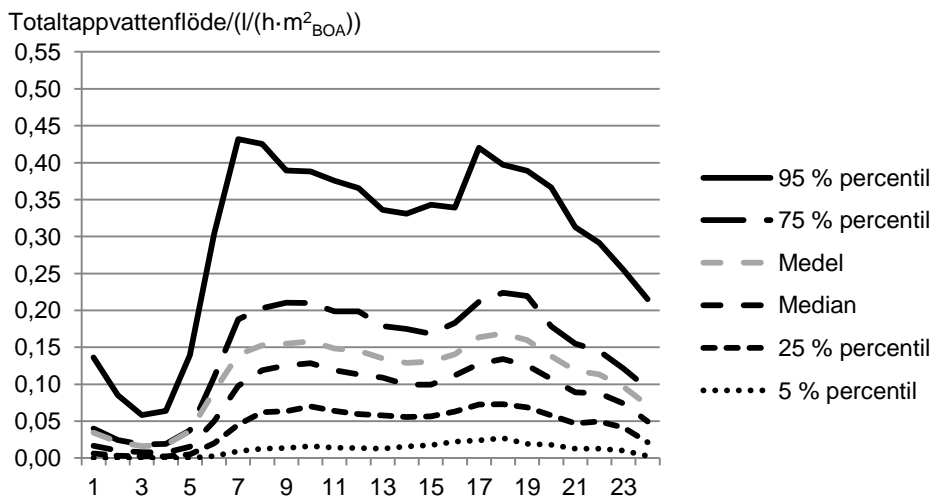
Figur 5.20 Dygnsvariation i totaltappvattenflöde under tisdagar år 2009.



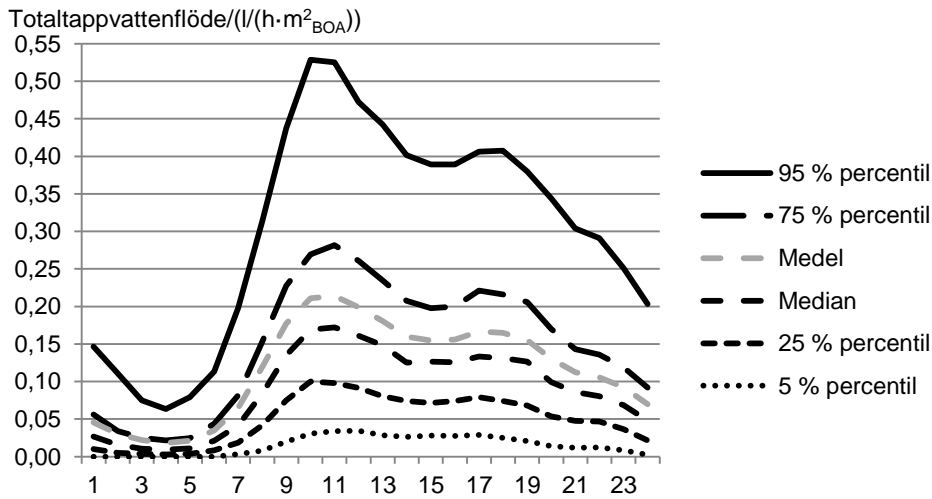
Figur 5.21 Dygnsvariation i totaltappvattenflöde under onsdagar år 2009.



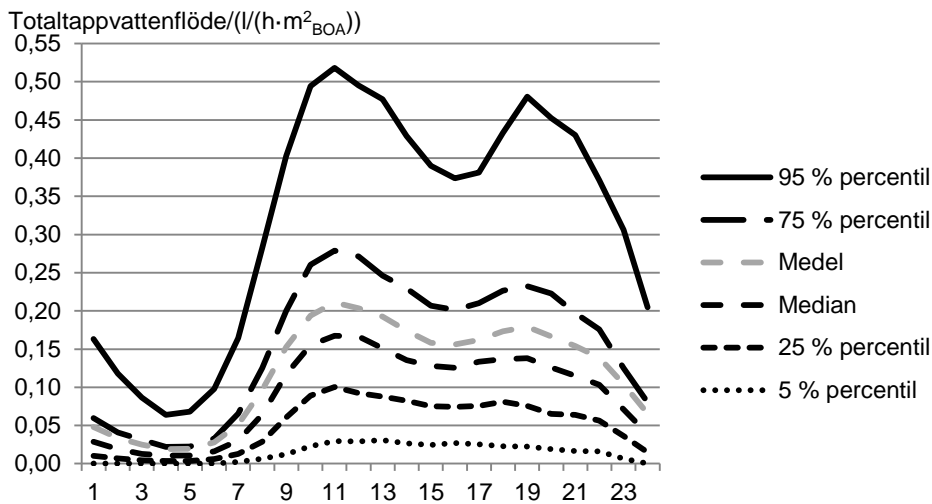
Figur 5.22 Dygnsvariation i totaltappvattenflöde under torsdagar år 2009.



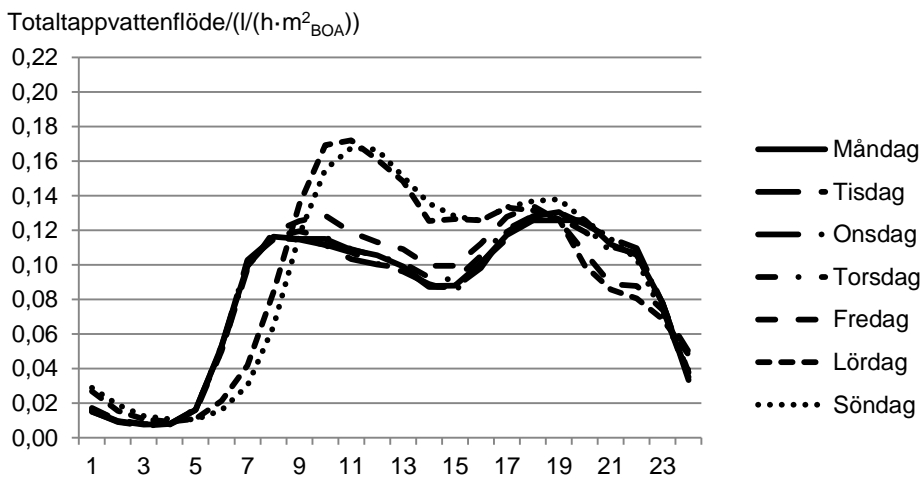
Figur 5.23 Dygnsvariation i totaltappvattenflöde under fredagar år 2009.



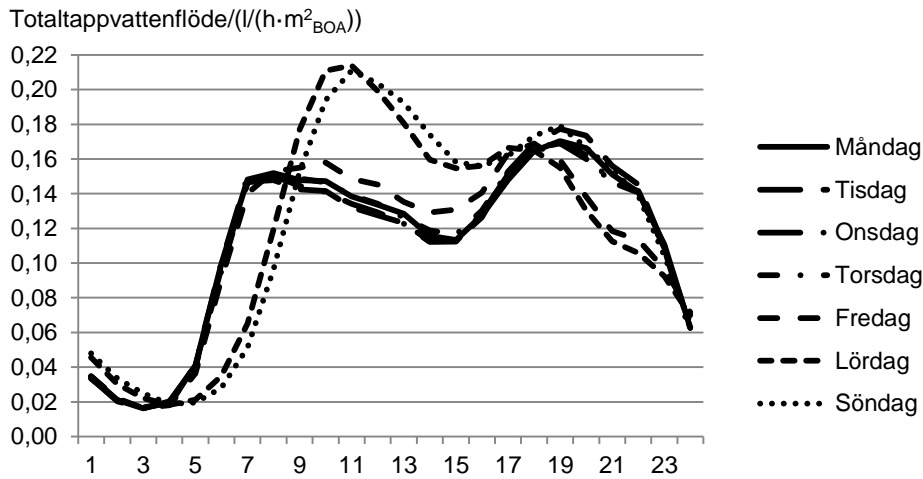
Figur 5.24 Dygnsvariation i totaltappvattenflöde under lördagar år 2009.



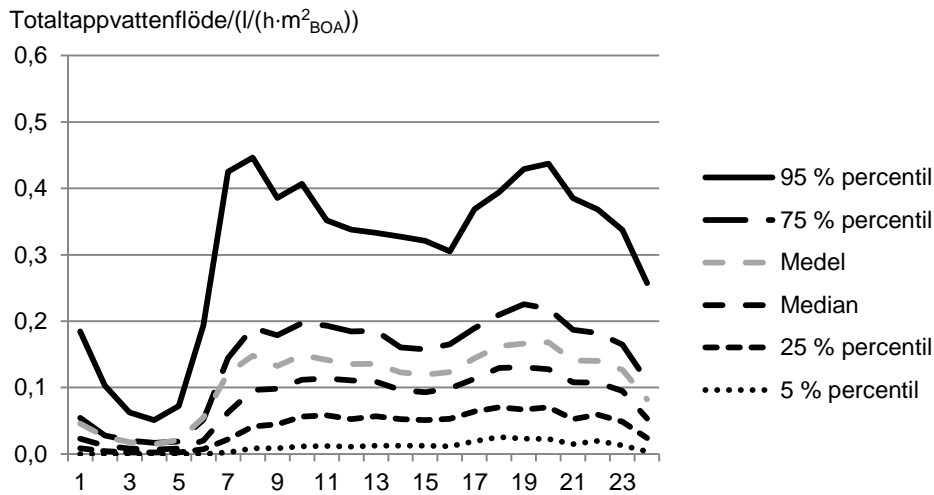
Figur 5.25 Dygnsvariation i totaltappvattenflöde under söndagar år 2009.



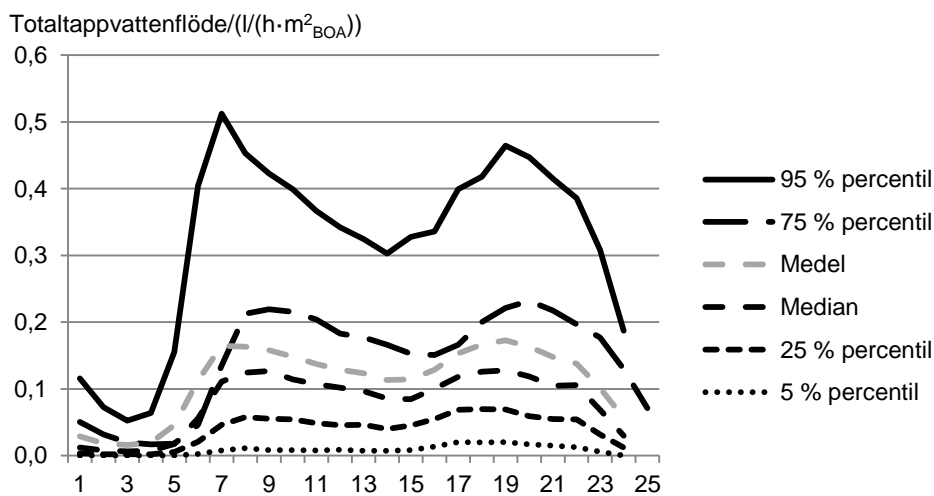
Figur 5.26 Dygnsvariation av totaltappvattnets medianflöde för olika veckodagar under år 2009.



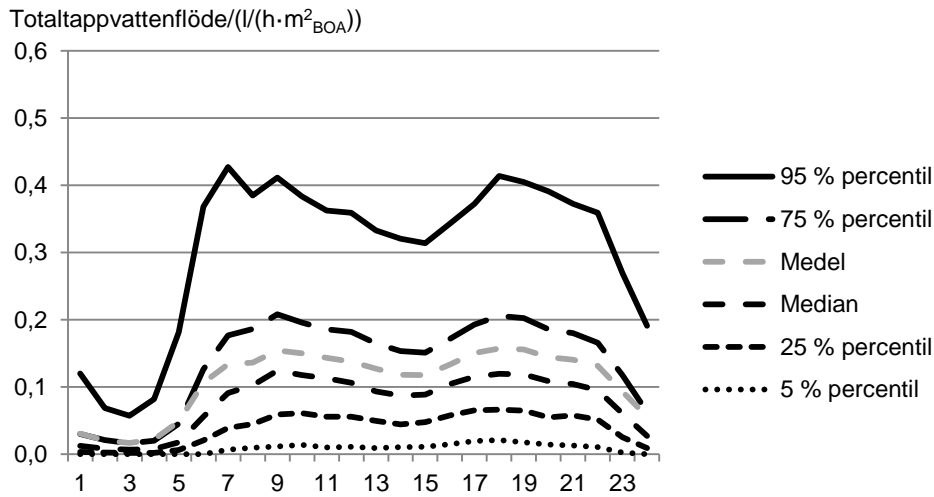
Figur 5.27 Dygnsvariation av totaltappvattnets medelflöde för olika veckodagar under år 2009.



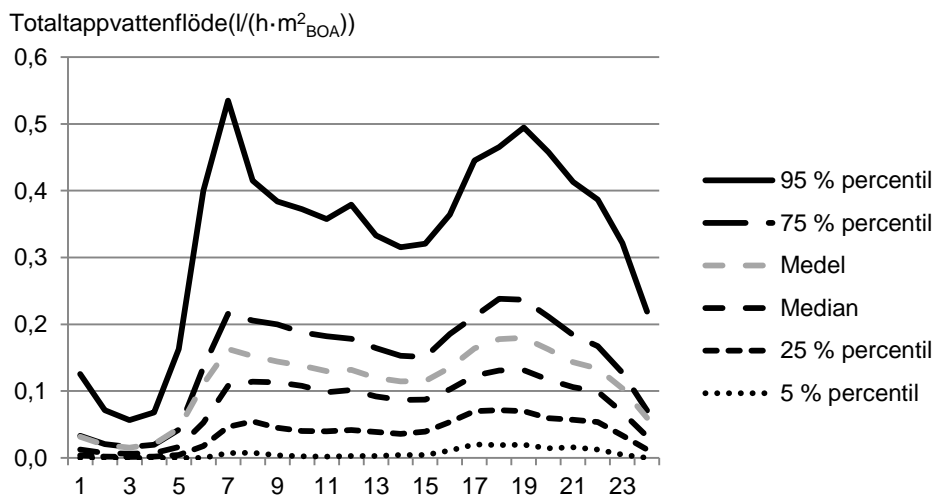
Figur 5.28 Dygnsvariation i totaltappvattenflöde under vardagar vintern år 2009.



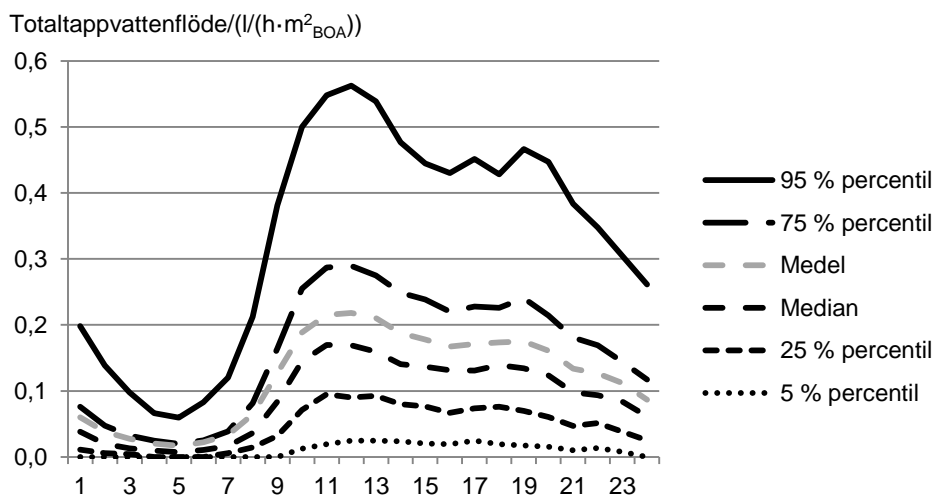
Figur 5.29 Dygnsvariation i totaltappvattenflöde under vardagar våren år 2009.



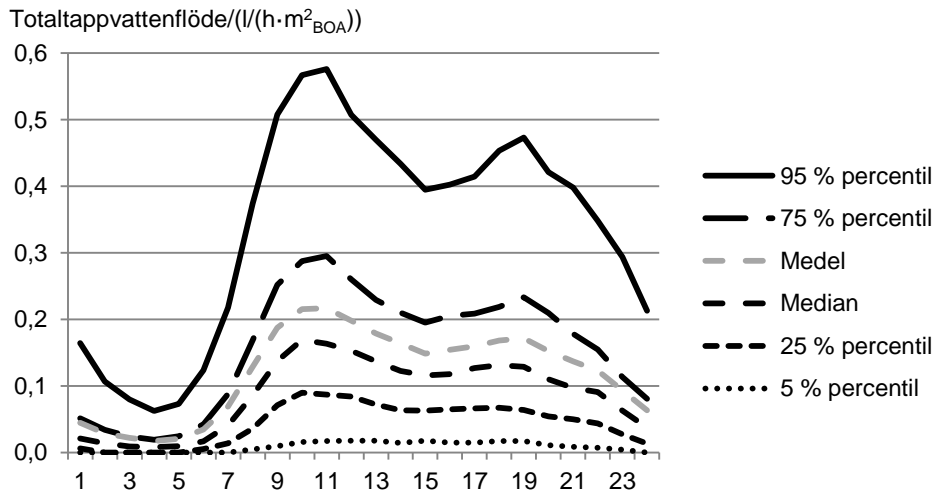
Figur 5.30 Dygnsvariation i totaltappvattenflöde under vardagar sommaren år 2009.



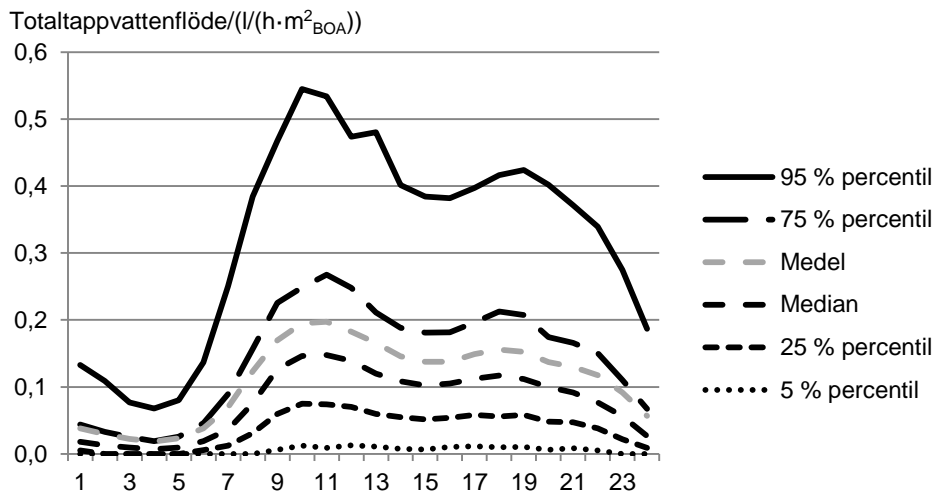
Figur 5.31 Dygnsvariation i totaltappvattenflöde under vardagar hösten år 2009.



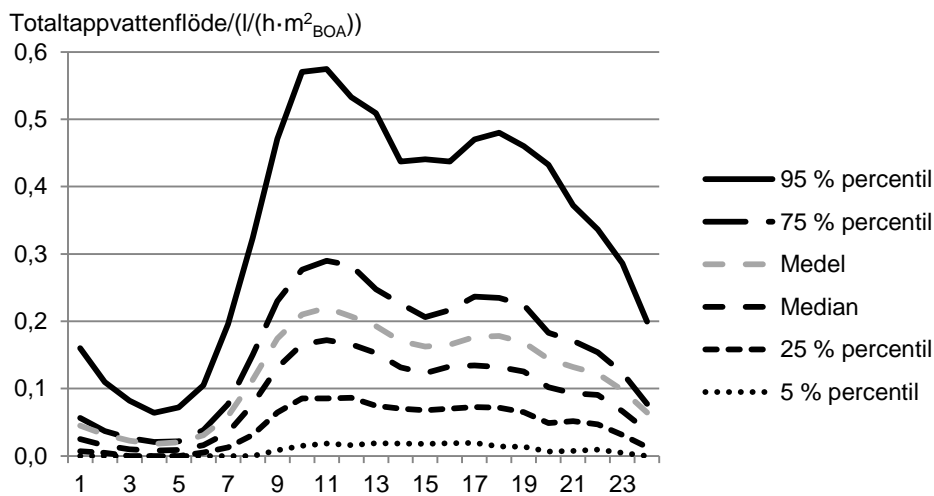
Figur 5.32 Dygnsvariation i totaltappvattenflöde under helgdagar vintern år 2009.



Figur 5.33 Dygnsvariation i totaltappvattenflöde under helgdagar våren år 2009.



Figur 5.34 Dygnsvariation i totaltappvattenflöde under helgdagar sommaren år 2009.

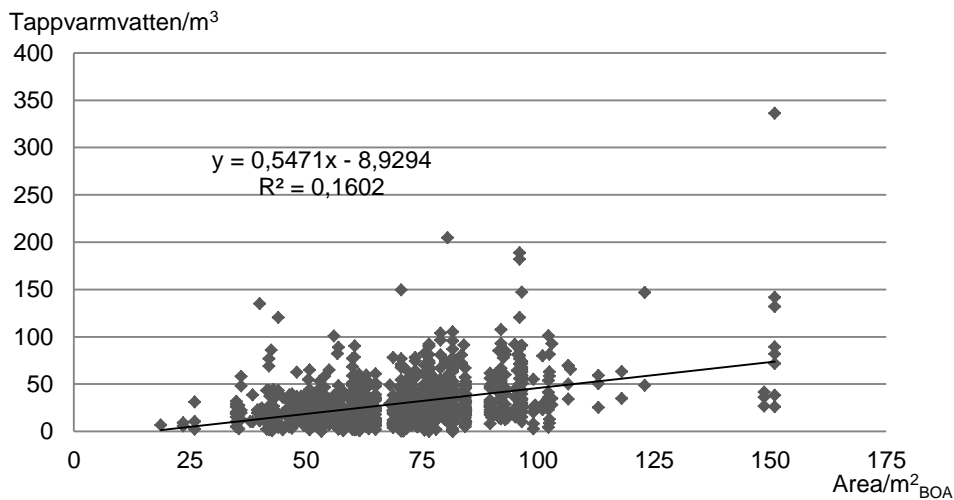


Figur 5.35 Dygnsvariation i totaltappvattenflöde under helgdagar hösten år 2009.

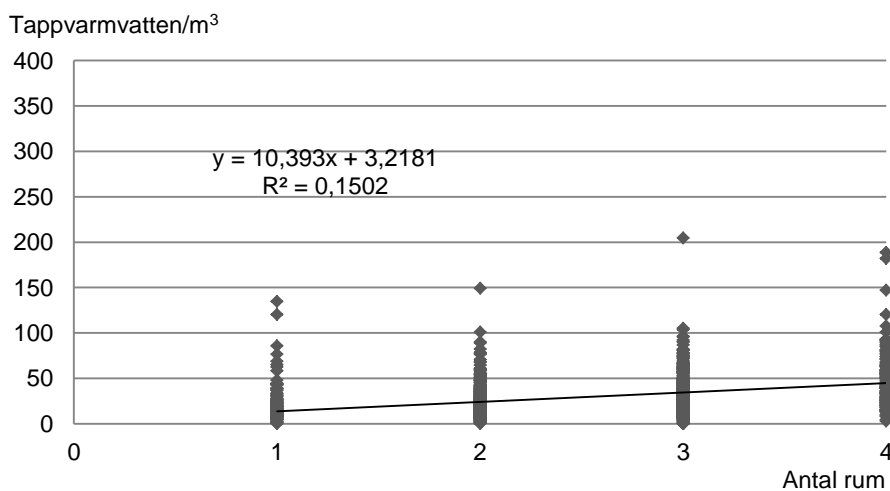
6 Resultat varmt tappvatten

6.1 År

Tappvarmvattenanvändning kan typiskt redovisas som absolut användning uttryckt i m^3 , eller som användning per yta uttryckt i m^3/m^2 där ytan till exempel kan vara A_{temp} eller BOA. I denna rapport används uteslutande BOA som mått på yta vilket bedöms vara den yta som bäst relaterar till ytan där vattnet används. Det kan synas uppenbart att den absoluta användningen ökar med både lägenhetens yta och antalet rum vilket visas i Figur 6.1 och 6.2. Regressionsekvationerna i figurerna visar på sambanden men som tydligt ses är det stora skillnader i användning för samma storlek både vad gäller yta och antalet rum vilket ger att R^2 -värdena blir förhållandevis små med en liten fördel för att beskriva användningen som funktion av BOA.

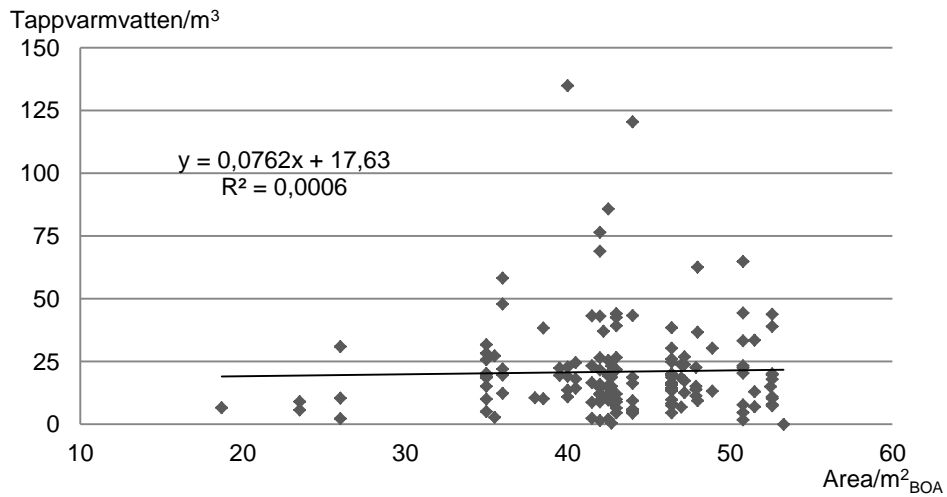


Figur 6.1 Tappvarmvattenanvändning under 2009 som funktion av BOA.

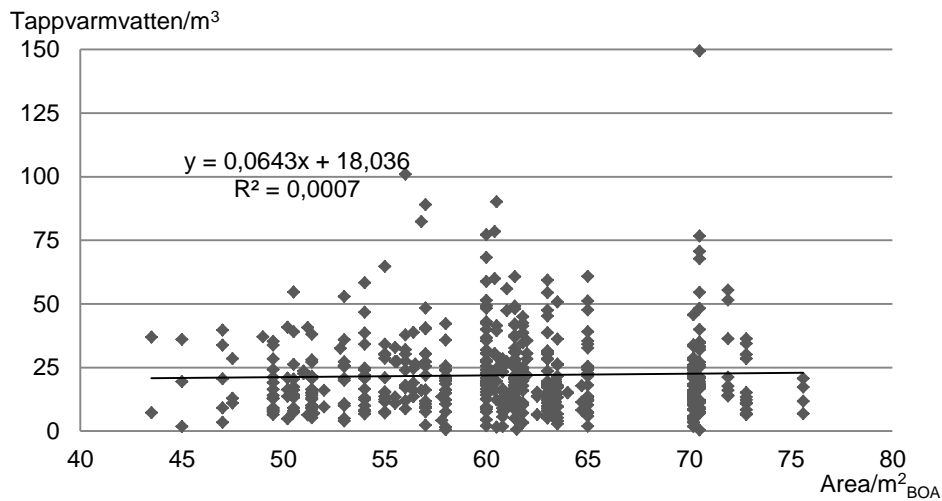


Figur 6.2 Tappvarmvattenanvändning under 2009 som funktion av antalet rum och kök.

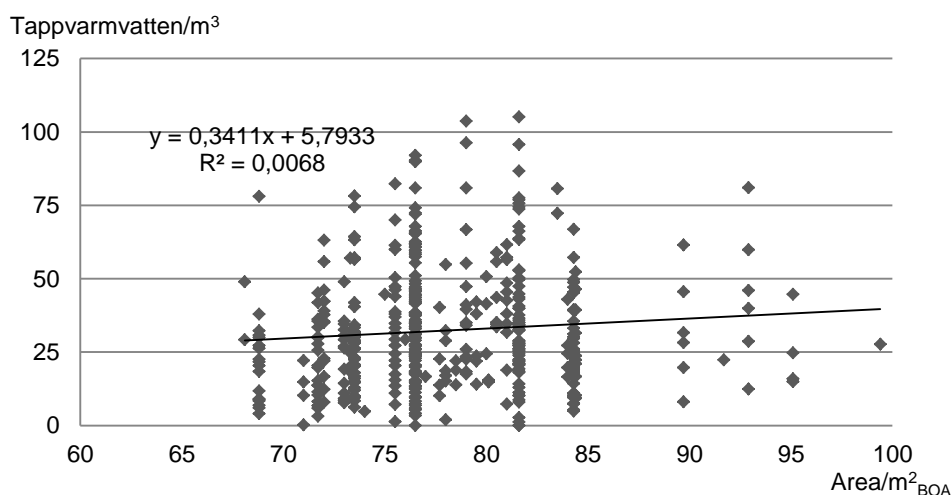
Variationen inom en viss lägenhetsstorlek uttryckt i antalet rum och kök kan tänkas bero på lägenhetens yta där en stor yta skulle medföra en större absolut användning. Figur 6.3-6.6 visar totalvattenanvändningen under 2009 som funktion av BOA uppdelat på olika lägenhetsstorlekar från 1 till 4 rum och kök.



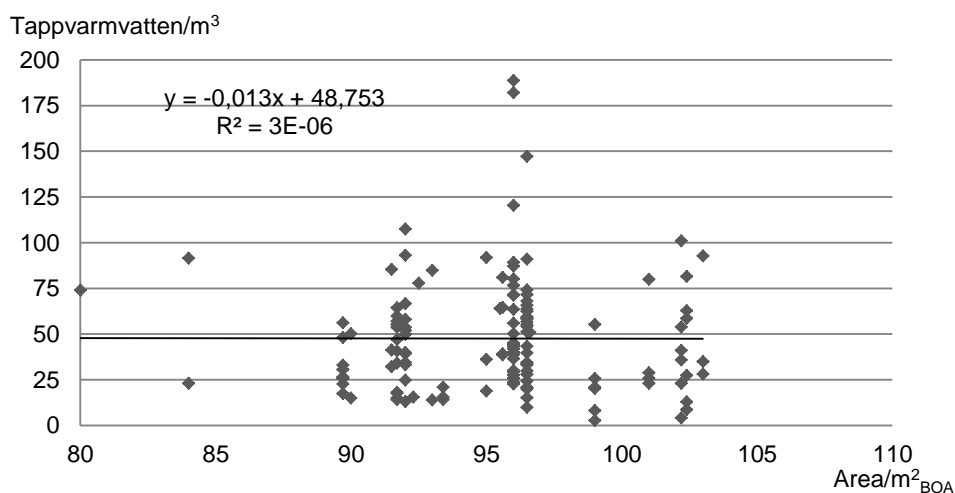
Figur 6.3 Tappvarmvattenanvändning under 2009 som funktion av BOA i 1 rok.



Figur 6.4 Tappvarmvattenanvändning under 2009 som funktion av BOA i 2 rok.



Figur 6.5 Tappvarmvattenanvändning under 2009 som funktion av BOA i 3 rok.

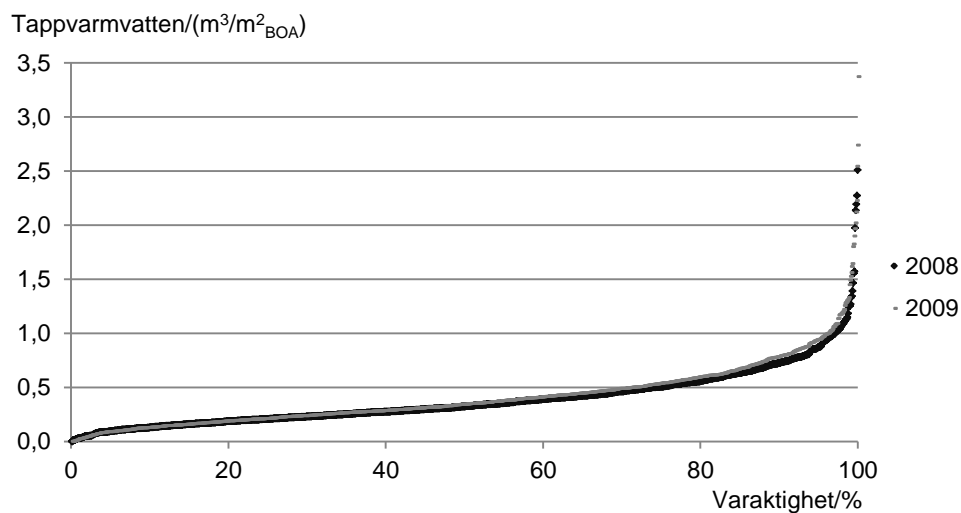


Figur 6.6 Tappvarmvattenanvändning under 2009 som funktion av BOA i 4 rok.

Tappvarmvattenanvändningen uttryckt i m³ ökar med ökad BOA för samtliga studerade lägenhetsstorlekar utom för 4 rum och kök enligt funktionerna i figurerna men samtliga R²-värden är mycket låga vilket innebär att annat än BOA i huvudsak förklarar tappvarmvattenanvändningens variation inom en viss lägenhetsstorlek uttryckt i antalet rum. Ett alternativ kan vara att beskriva användningen som en funktion av både antalet rum och ytan vilket testats men visat sig innebära att R² för en sådan funktion endast ökar med drygt en procentenhet jämfört med för funktionen som beskriver användningen baserat på BOA. Baserat på denna jämförelse bedöms tappvarmvattenanvändningen bäst beskrivas som användning per BOA vilket uteslutande används i det följande.

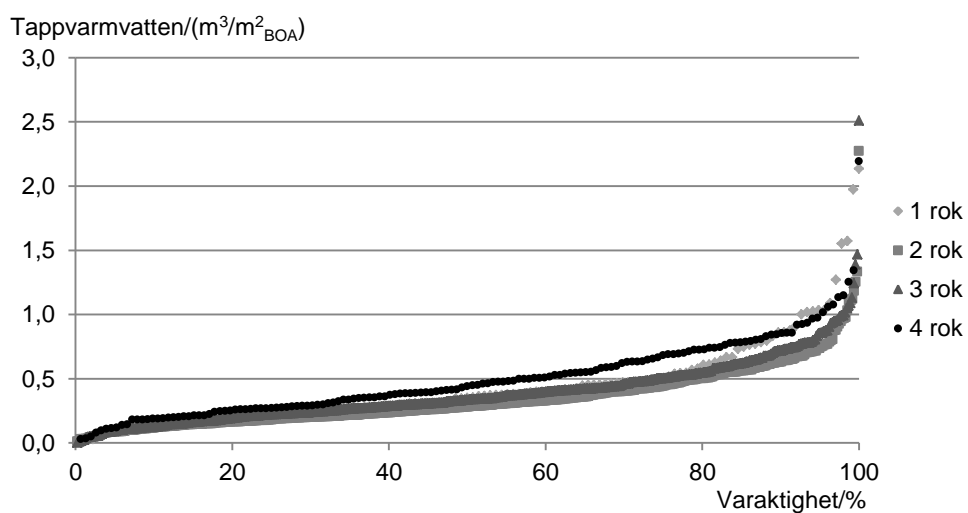
Tabell 6.1 Tappvarmvattenanvändning per år och BOA uppdelat på tidsperiod och antal rum, uttryckt som högsta respektive lägsta uppmätta värde, medianvärde, medelvärde och standardavvikelse. Data redovisas dels för hela underlaget och dels för delmängden mellan 5- och 95-percentilerna, det vill säga 90 % av underlaget, för att exkludera lägenheterna med högst och lägst användande

Tappvarmvatten/(m ³ /m ² _{BOA} ·år)											
Mätperiod	Antal rok	Hela underlaget					Delmängden mellan 5- och 95-percentilen				
		Max	Min	Median	Medel	Std	Max	Min	Median	Medel	Std
År 2008	Alla	2,51	0,00	0,32	0,39	0,27	0,87	0,10	0,32	0,37	0,18
	1	2,14	0,00	0,35	0,44	0,35	1,03	0,11	0,35	0,40	0,22
	2	2,27	0,01	0,28	0,34	0,23	0,74	0,09	0,28	0,32	0,16
	3	2,51	0,00	0,34	0,39	0,26	0,85	0,10	0,34	0,37	0,18
	4	2,19	0,03	0,44	0,50	0,30	0,97	0,12	0,44	0,47	0,22
År 2009	Alla	3,37	0,00	0,34	0,42	0,31	0,94	0,09	0,34	0,39	0,20
	1	3,37	0,00	0,36	0,49	0,45	1,28	0,09	0,36	0,43	0,25
	2	2,12	0,01	0,29	0,36	0,26	0,84	0,08	0,29	0,34	0,18
	3	2,54	0,00	0,36	0,42	0,27	0,90	0,09	0,36	0,39	0,20
	4	2,23	0,03	0,44	0,51	0,34	0,97	0,15	0,43	0,47	0,22
År 2008 och 2009	Alla	3,37	0,00	0,33	0,40	0,29	0,92	0,09	0,33	0,38	0,19
	1	3,37	0,00	0,36	0,47	0,41	1,09	0,10	0,36	0,41	0,23
	2	2,27	0,01	0,29	0,35	0,25	0,80	0,09	0,29	0,33	0,17
	3	2,54	0,00	0,35	0,40	0,27	0,88	0,09	0,35	0,38	0,19
	4	2,19	0,03	0,43	0,50	0,31	0,99	0,14	0,43	0,47	0,22

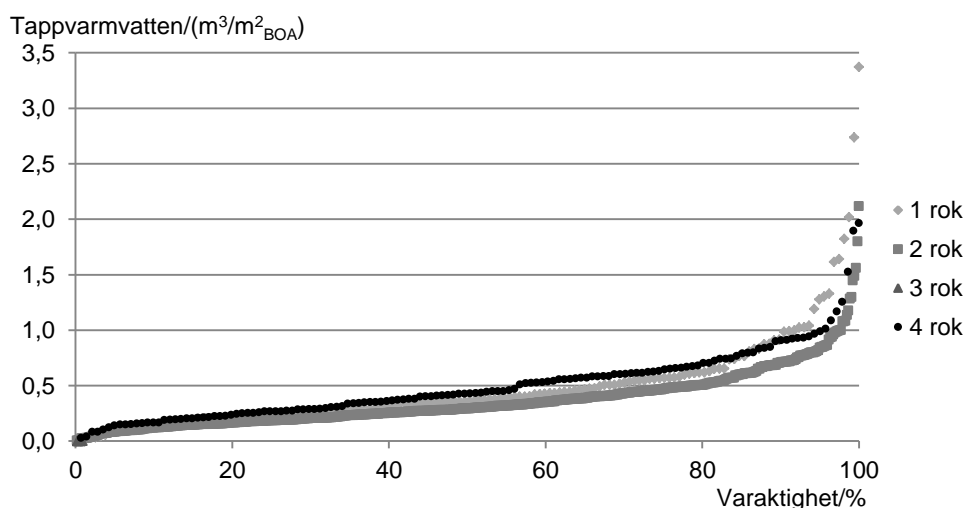


Figur 6.7 Varaktighet av tappvarmvattenanvändning för år 2008 respektive 2009.

Varaktigheterna för användningen under år 2008 och 2009 är i stort sett identiska. Även de statistiska värden som redovisas i tabell 6.1 är mycket lika för de båda studerade åren.



Figur 6.8 Varaktighet av tappvarmvattenanvändning för lägenheter med olika antal rum för år 2008.

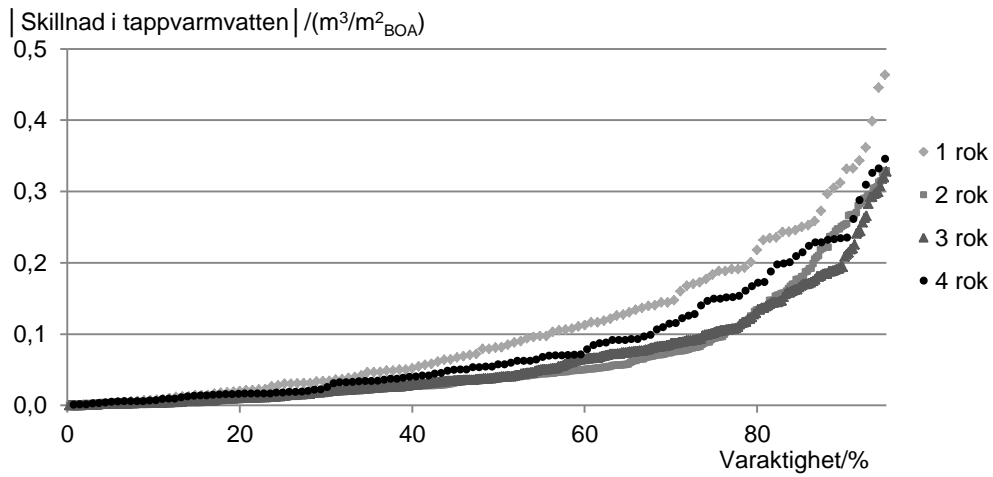


Figur 6.9 Varaktighet av tappvarmvattenanvändning för lägenheter med olika antal rum för år 2009.

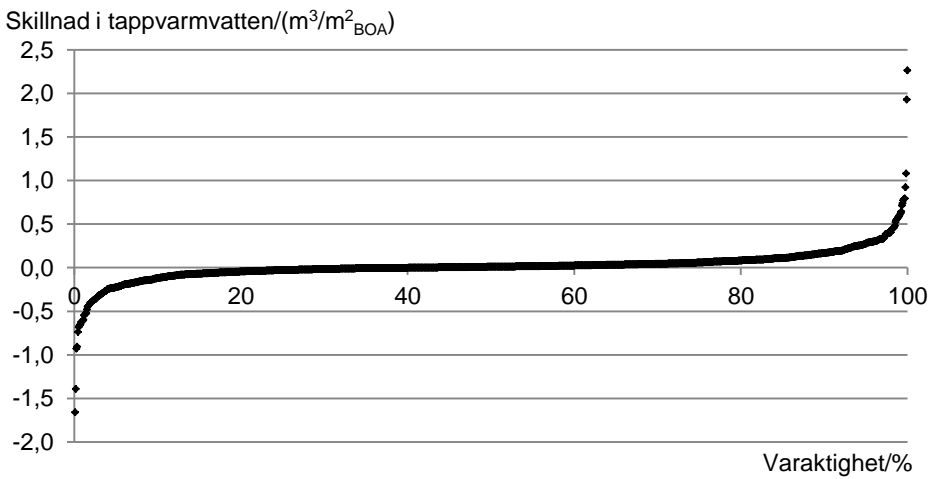
Även om användningen 2008 och 2009 beskrivs som mycket lik i medeltal för det studerade materialet kan användningen i enskilda lägenheter skilja sig åt mellan de båda åren. För varje lägenhet har användningen 2008 subtraherats från användningen 2009. Tabell 6.2 redovisar hur absolutbeloppet för hur mycket användningen i samma lägenhet har ändrat sig mellan åren för olika lägenhetsstorlekar och Figur 6.10 presenterar motsvarande varaktigheter för olika lägenhetsstorlekar. Enligt Tabell 6.2 och Figur 6.10 är skillnaden större i 1 rum och kök än för övriga lägenhetsstorlekar vilket skulle kunna förklaras av större omflyttning i 1 rum och kök särskilt om de används som studentbostad. Data i tabellen är absoluta värden vilket innebär att det inte är möjligt att se om användningen ökat eller minskat, bara att det är en skillnad vilket kan användas som ett kvalitativt mått. Som konstaterats ovan är medelvärdet för tappvarmvattenanvändningen i stort sett samma för de båda åren vilket tillsammans med värdena i nedanstående tabell innebär att användningen ökat i vissa lägenheter och minskat i andra. Figur 6.11a och b redovisar varaktigheten för skillnaden mellan åren med tecken vilket visar hur användningen ökat eller minskat i lägenheterna.

Tabell 6.2 Max, min, median, medel och standardavvikelse för absolutbeloppen på differenserna för samma lägenhet mellan år 2008 och 2009

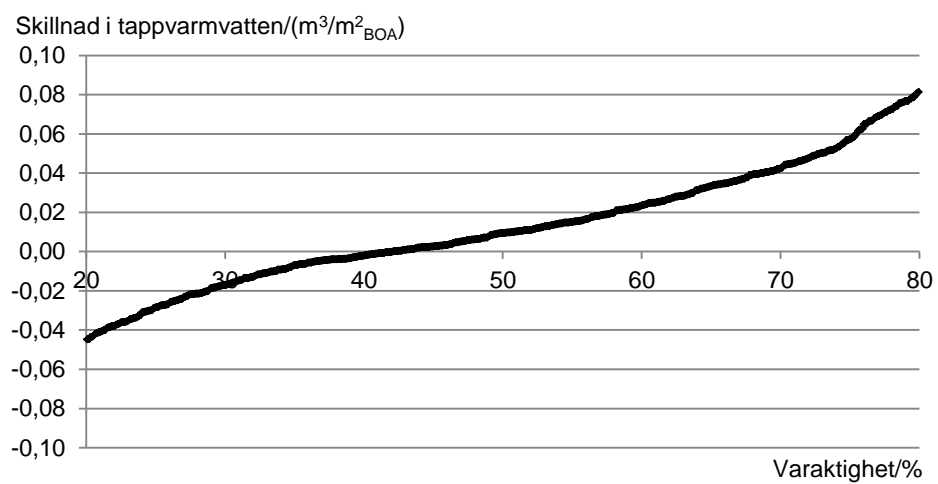
Antal rok	Skillnad i tappvarmvatten / (m ³ /m ² _{BOA})									
	Hela underlaget					Delmängden mellan 5- och 95-percentilen				
	Max	Min	Median	Medel	Std	Max	Min	Median	Medel	Std
Alla	2,26	0,00	0,04	0,10	0,17	0,37	0,00	0,04	0,07	0,08
1	2,26	0,00	0,08	0,14	0,23	0,46	0,00	0,08	0,11	0,10
2	1,93	0,00	0,04	0,10	0,18	0,33	0,00	0,04	0,07	0,08
3	1,39	0,00	0,04	0,09	0,13	0,33	0,00	0,04	0,07	0,07
4	0,92	0,00	0,06	0,11	0,14	0,35	0,00	0,06	0,09	0,08



Figur 6.10 Varaktighet av absolutbelopp på skillnad i tappvarmvattenanvändning mellan år 2008 och 2009 (absolutbelopp) för lägenheter med olika antal rum. X-axeln är skuren vid 95 %.



Figur 6.11a Varaktighet av skillnad i tappvarmvattenanvändning mellan år 2009 och 2008 för alla lägenheter oavsett antal rum.



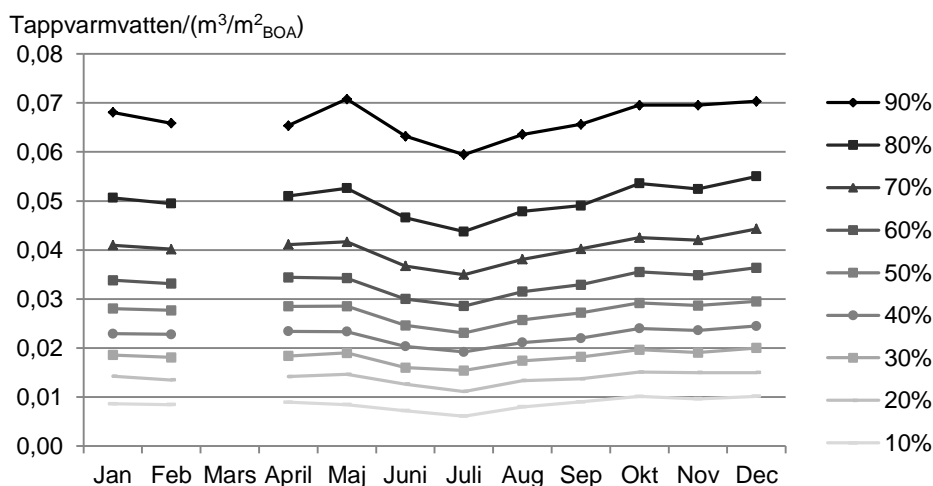
Figur 6.11b Varaktighet av skillnad i tappvarmvattenanvändning mellan år 2009 och 2008 för alla lägenheter oavsett antal rum. X-axeln visar varaktighet mellan 20- och 80-percentilerna.

6.2 Månad

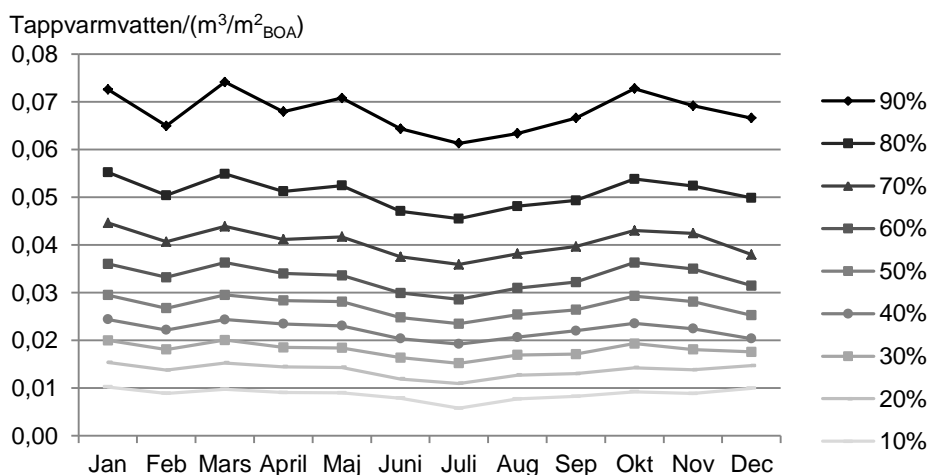
Tabell 6.3 redovisar data på tappvarmvattenanvändning fördelad månadsvis för år 2008 och 2009 medan Figur 6.12 och 6.13 redovisar varaktigheten månadsvis i steg om 10 % exklusive max och min värden som redovisas i tabell 6.3. I stort sett samtliga månader är minanvändningen noll vilket kan förklaras av tomma eller outhyrda lägenheter. Som tidigare redovisats har ett mätbortfall som är större än 3 % av avlästa timvärden skett i mars 2008 varför inga data redovisas för denna månad.

Tabell 6.3 Tappvarmvattenanvändning per månad och BOA uppdelat på tidsperiod, uttryckt som högsta respektive lägsta uppmätta värde, medianvärde, medelvärde och standardavvikelse

Tappvarmvatten/(m ³ /(m ² _{BOA} ·månad))						
Mätperiod	Månad	Hela underlaget				
		Max	Min	Median	Medel	Std
År 2008	Jan	0,212	0,000	0,028	0,034	0,026
	Feb	0,196	0,000	0,028	0,033	0,025
	Mars	-	-	-	-	-
	April	0,226	0,000	0,029	0,034	0,026
	Maj	0,215	0,000	0,029	0,035	0,028
	Juni	0,206	0,000	0,025	0,031	0,026
	Juli	0,283	0,000	0,023	0,030	0,026
	Aug	0,317	0,000	0,026	0,033	0,028
	Sep	0,315	0,000	0,027	0,034	0,028
	Okt	0,299	0,000	0,029	0,036	0,028
	Nov	0,341	0,000	0,029	0,036	0,028
	Dec	0,367	0,000	0,030	0,037	0,030
År 2009	Jan	0,331	0,000	0,029	0,037	0,029
	Feb	0,330	0,000	0,027	0,034	0,027
	Mars	0,338	0,000	0,030	0,037	0,030
	April	0,315	0,000	0,028	0,035	0,028
	Maj	0,573	0,000	0,028	0,036	0,033
	Juni	0,520	0,000	0,025	0,032	0,030
	Juli	0,310	0,000	0,023	0,030	0,027
	Aug	0,299	0,000	0,025	0,032	0,027
	Sep	0,321	0,000	0,026	0,033	0,028
	Okt	0,290	0,000	0,029	0,036	0,029
	Nov	0,530	0,000	0,028	0,035	0,031
	Dec	0,185	0,001	0,025	0,033	0,025



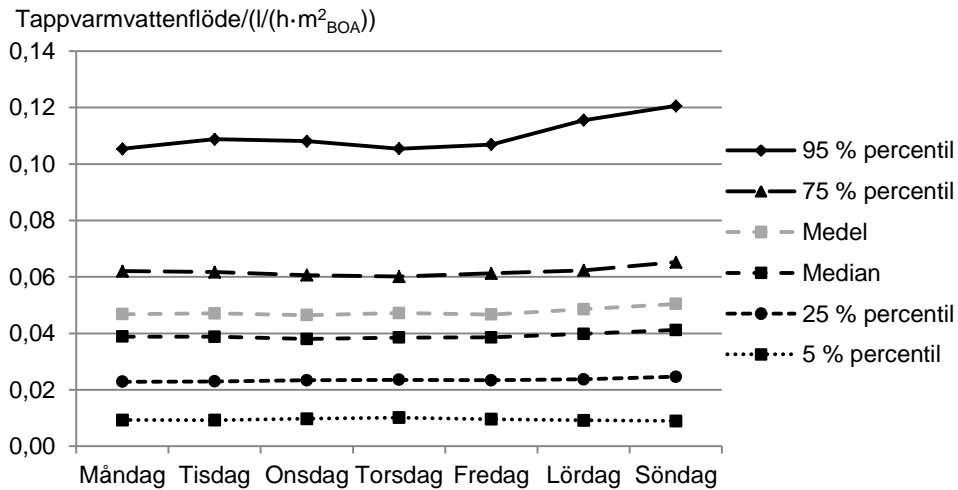
Figur 6.12 Percentilerna för månatlig användning av tappvarmvatten under 2008.



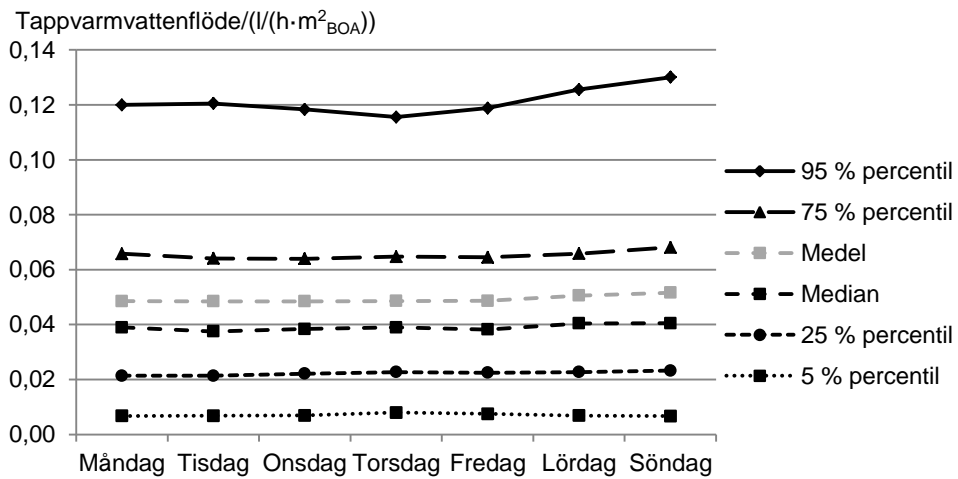
Figur 6.13 Percentilerna för månatlig användning av tappvarmvatten under 2009.

6.3 Variation under veckan

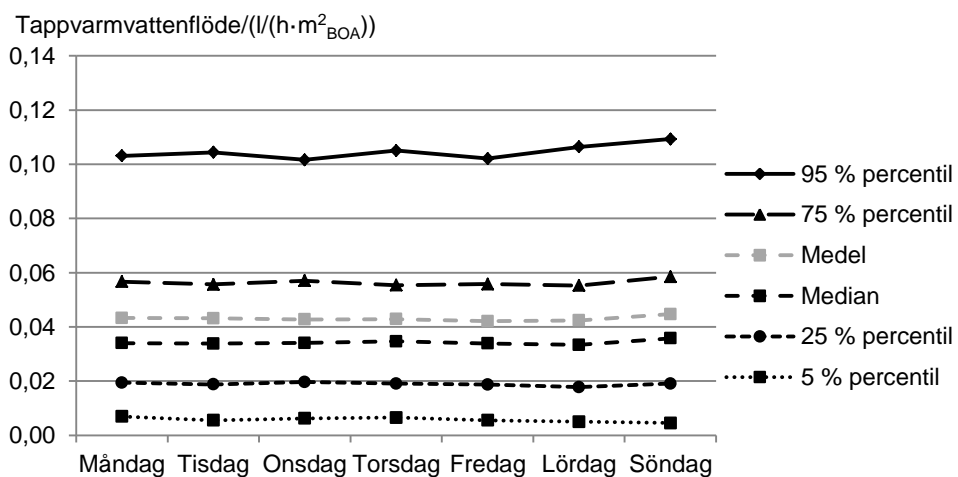
Figureerna visar statistiska mått på hur tappvarmvattenanvändningen varierar mellan de olika dagarna i veckan. Som förväntat är användningen högre under lördagar och söndagar då man typiskt är ledig från arbetet eller skolan och man kan förvänta att fler är i hemmet under fler timmar än vardagar. Variationen under veckan har studerats för hela året och uppdelat på årstid för att ta hänsyn till att skillnaden i uteklimatet samt typiska semestertider under sommaren kan tänkas påverka. Under årstiden sommar är skillnaden mellan vardagar och lördagar och söndagar minst vilket kan bero på sommarsemester och sommarlov.



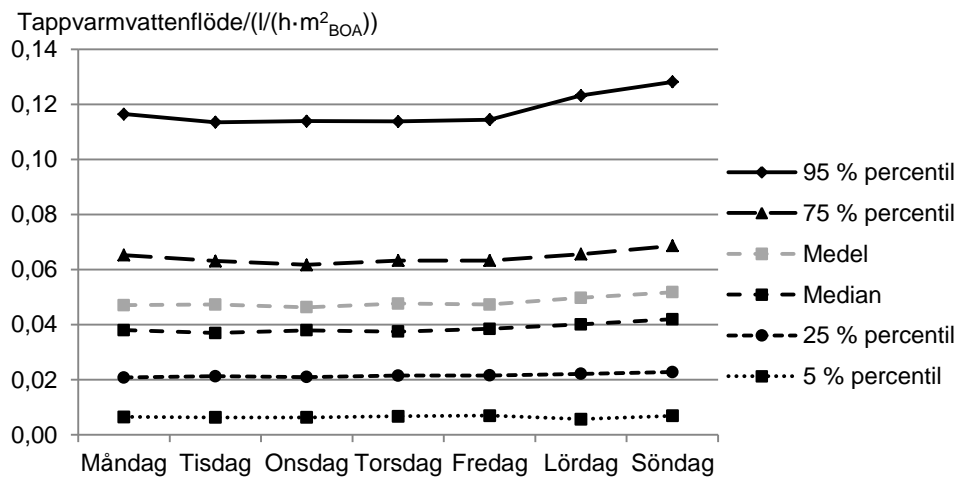
Figur 6.14 Variation i tappvarmvattenflöde för olika veckodagar under 2009.



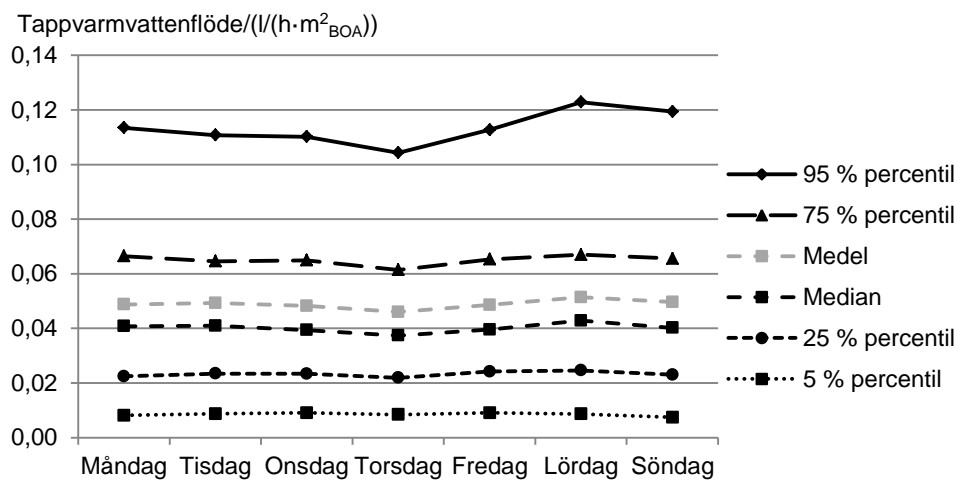
Figur 6.15 Variation i tappvarmvattenflöde för olika veckodagar under våren 2009.



Figur 6.16 Variation i tappvarmvattenflöde för olika veckodagar under sommaren 2009.



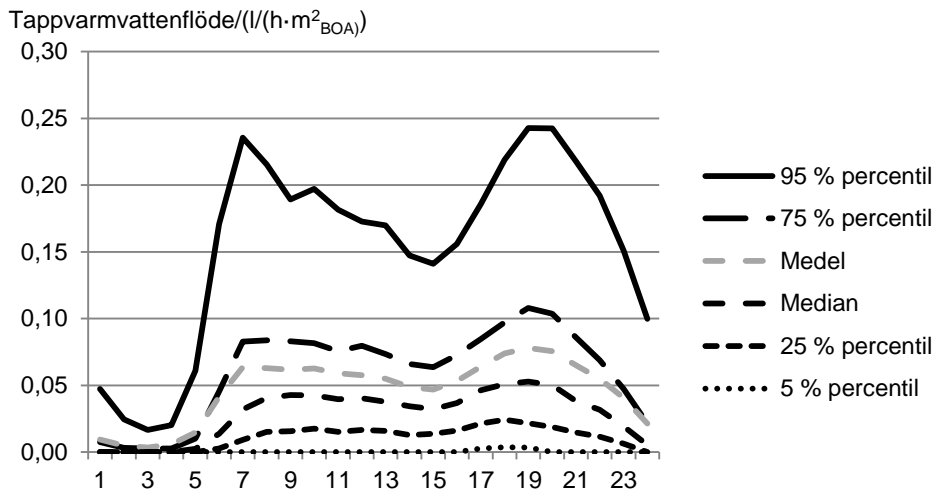
Figur 6.17 Variation i tappvarmvattenflöde för olika veckodagar under hösten 2009.



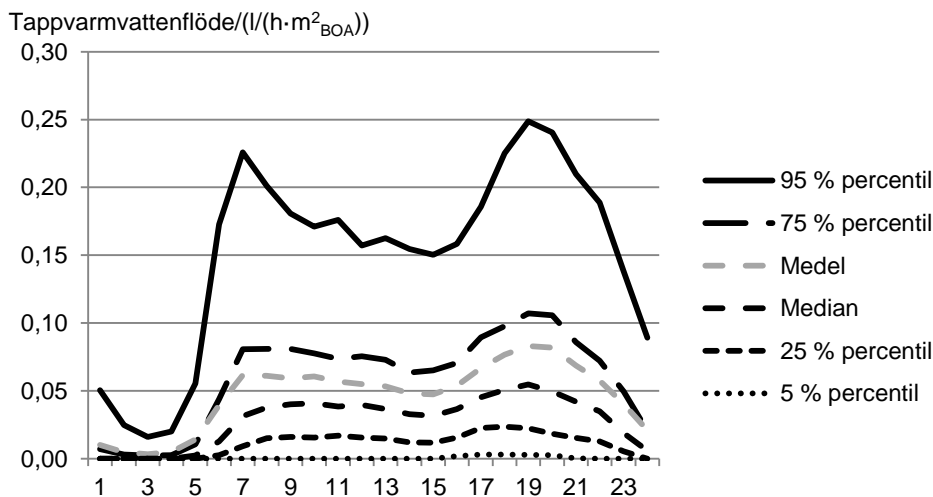
Figur 6.18 Variation i tappvarmvattenflöde för olika veckodagar under vintern 2009.

6.4 Variation under dygnet

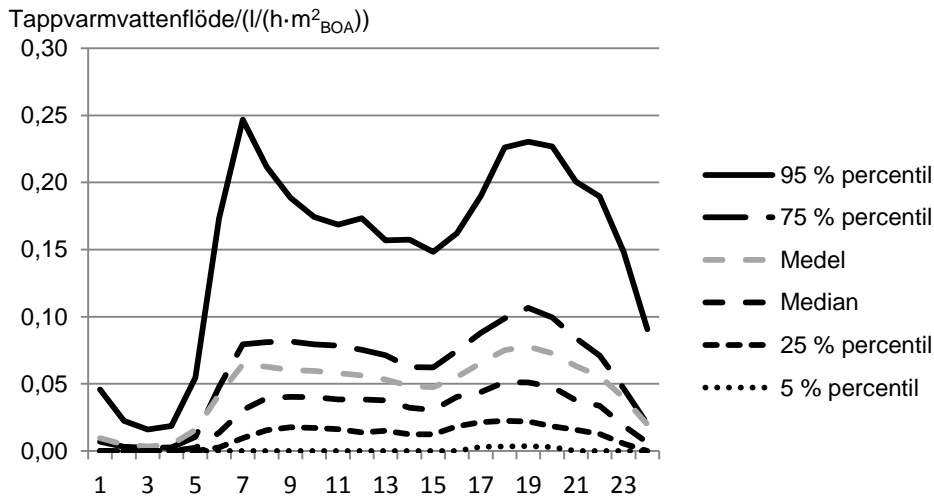
Figurerna visar statistiska mått på hur tappvarmvattenanvändningen varierar under dygnet. För helårsdata redovisas variationen under dygnet för varje veckodag separat. Figur 6.26 och 6.27 visar att medel och median för variationen under dygnet var för sig har snarlik karaktär för vardagar och för lördagar och söndagar. I därefter följande figurer redovisas variationen under dygnet uppdelat på vardagar och lördagar och söndagar för olika årstider. Medelvärde och median för användningen under natten är i samtliga fall liten i förhållande till övriga dygnet som uppvisar en förhållandevis jämn användning med lokala maximum under förmiddag och tidig kväll.



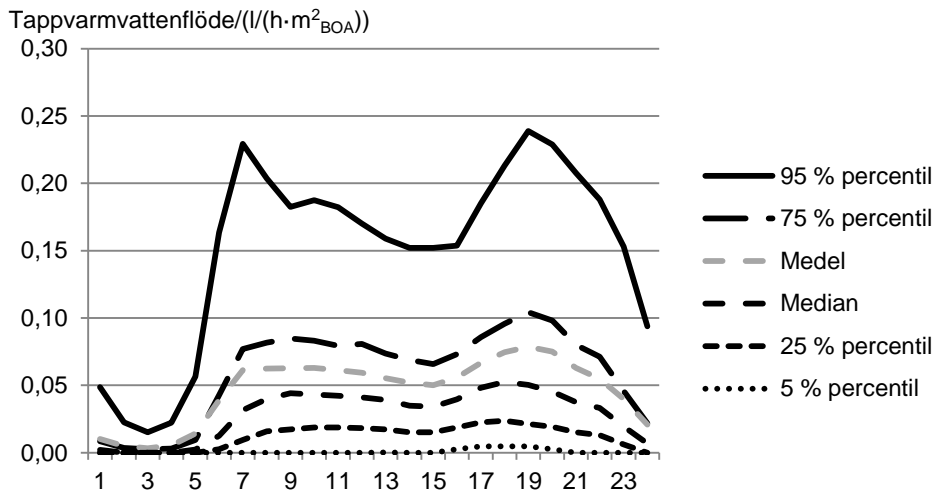
Figur 6.19 Dygnsvariation i tappvarmvattenflöde under måndagar år 2009.



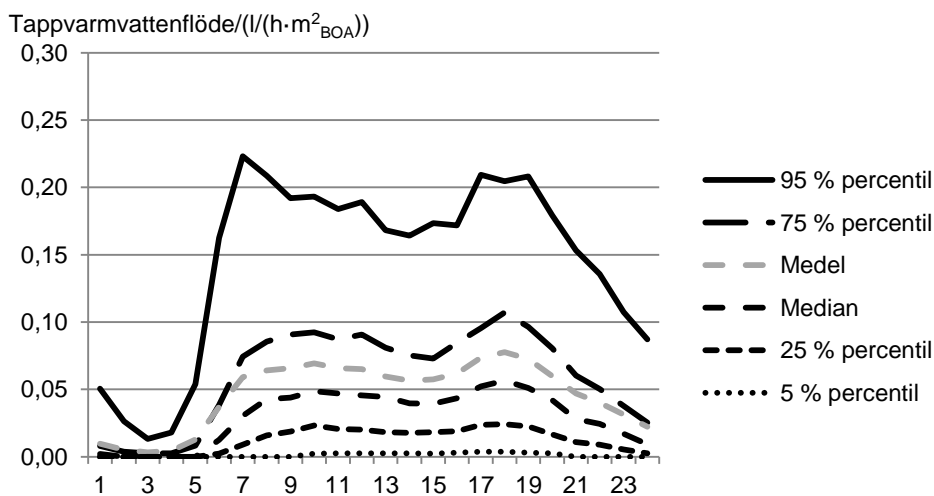
Figur 6.20 Dygnsvariation i tappvarmvattenflöde under tisdagar år 2009.



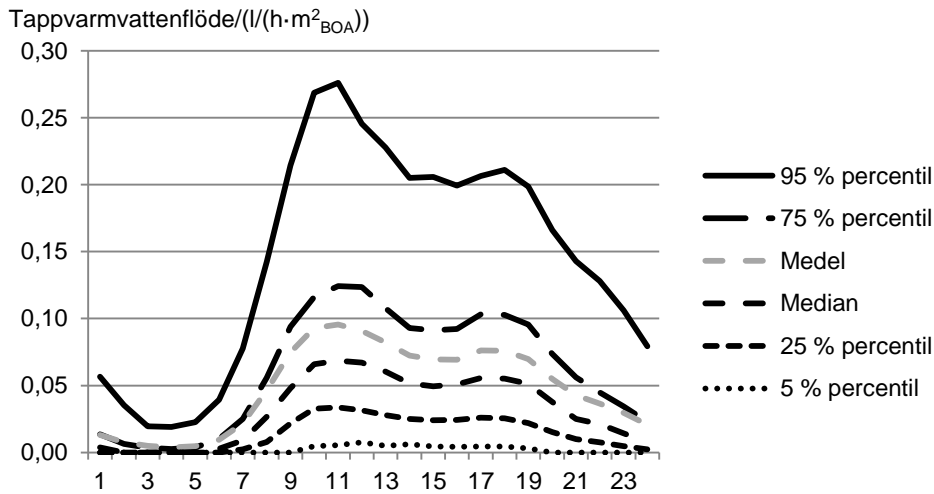
Figur 6.21 Dygnsvariation i tappvarmvattenflöde under onsdagar år 2009.



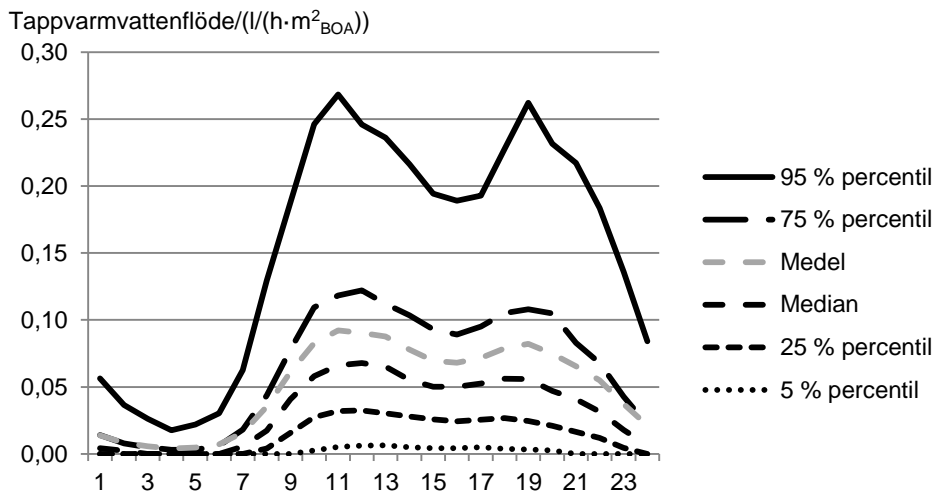
Figur 6.22 Dygnsvariation i tappvarmvattenflöde under torsdagar år 2009.



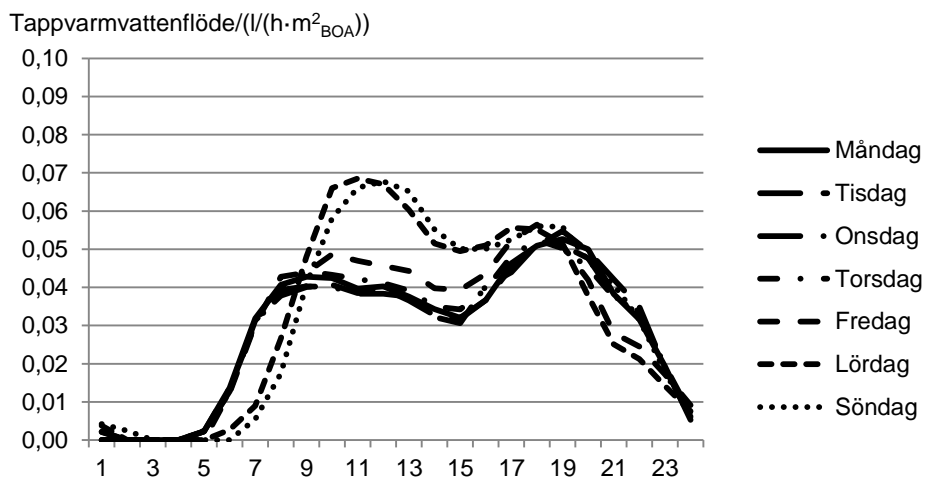
Figur 6.23 Dygnsvariation i tappvarmvattenflöde under fredagar år 2009.



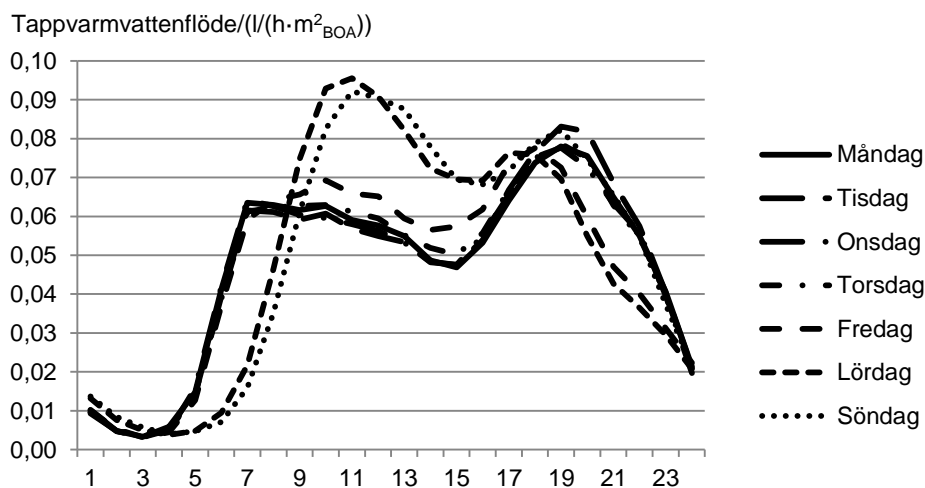
Figur 6.24 Dygnsvariation i tappvarmvattenflöde under lördagar år 2009.



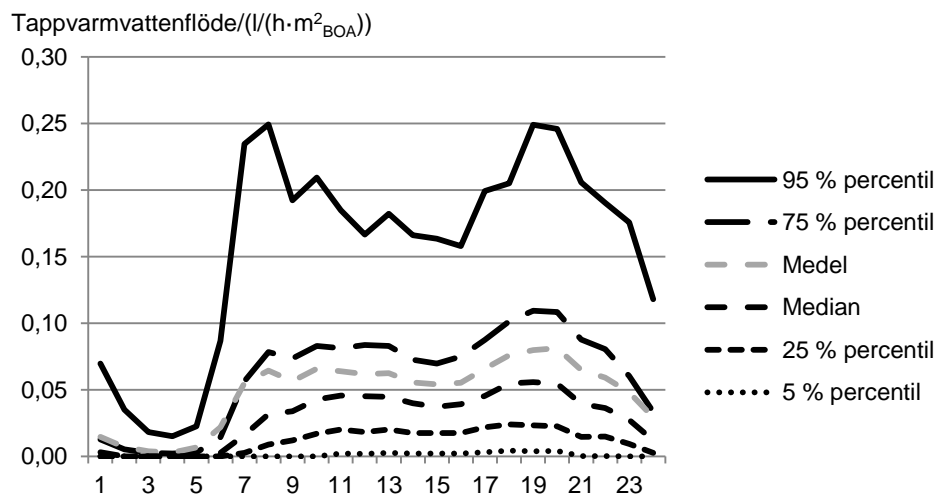
Figur 6.25 Dygnsvariation i tappvarmvattenflöde under söndagar år 2009.



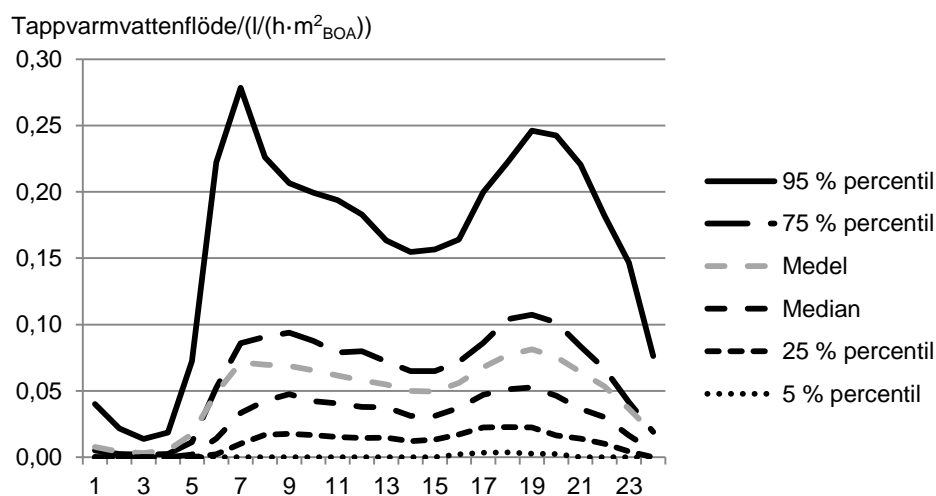
Figur 6.26 Dygnsvariation av tappvarmvattnets medianflöde för olika veckodagar under år 2009.



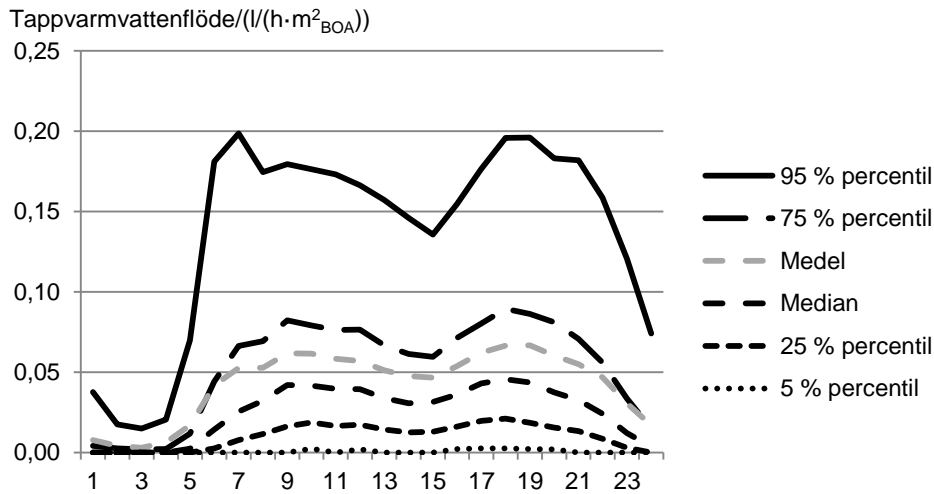
Figur 6.27 Dygnsvariation av tappvarmvattnets medelflöde för olika veckodagar under år 2009.



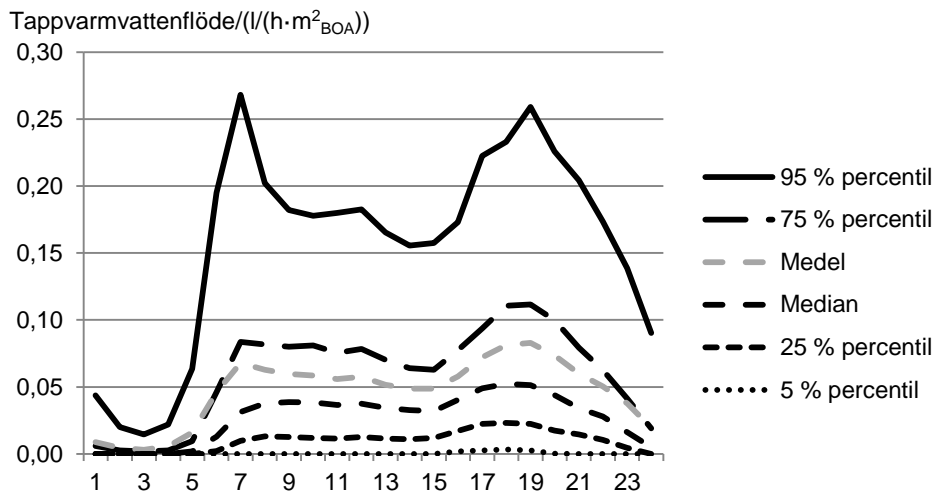
Figur 6.28 Dygnsvariation i tappvarmvattenflöde under vardagar vintern år 2009.



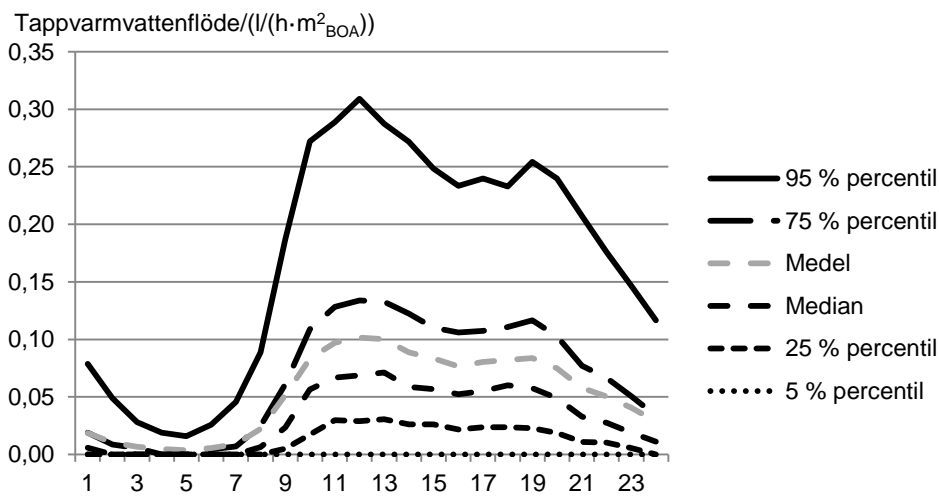
Figur 6.29 Dygnsvariation i tappvarmvattenflöde under vardagar våren år 2009.



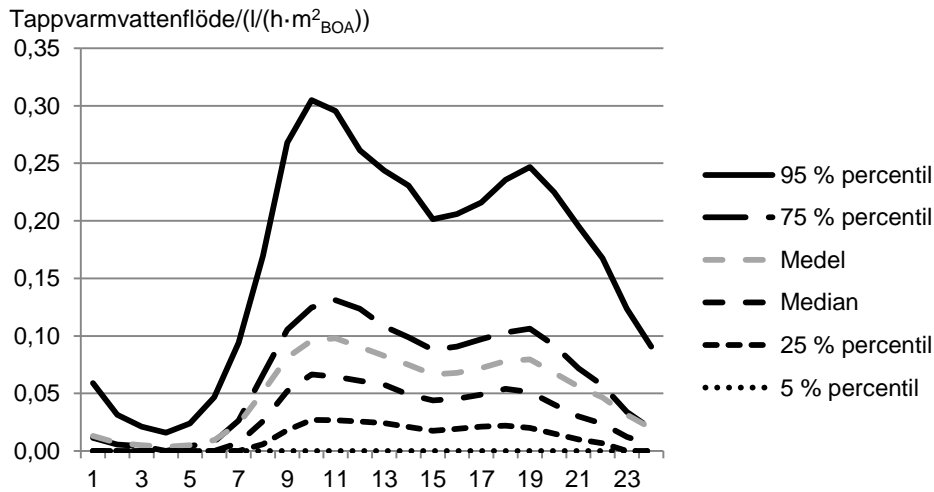
Figur 6.30 Dygnsvariation i tappvarmvattenflöde under vardagar sommaren år 2009.



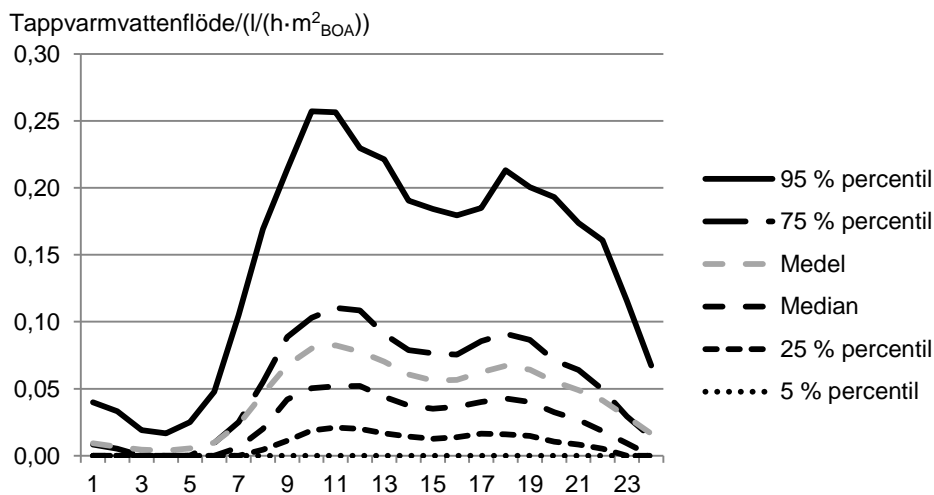
Figur 6.31 Dygnsvariation i tappvarmvattenflöde under vardagar hösten år 2009.



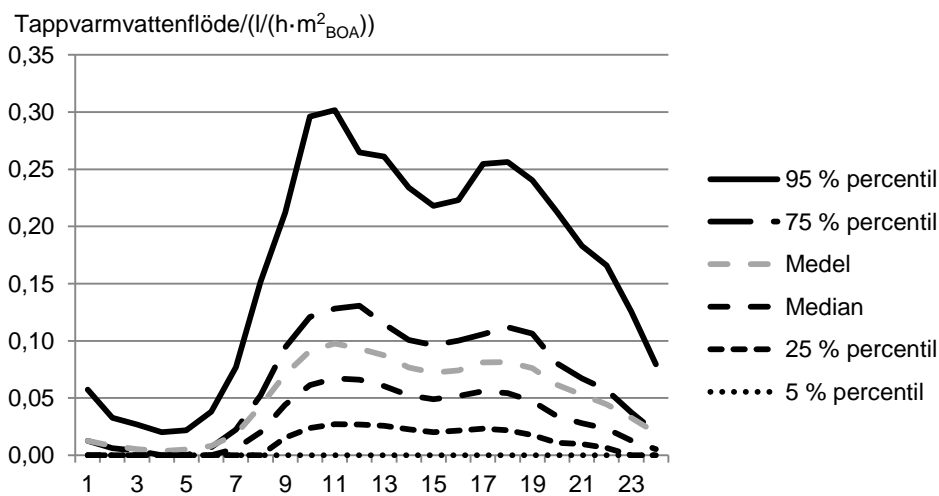
Figur 6.32 Dygnsvariation i tappvarmvattenflöde under helgdagar vintern år 2009.



Figur 6.33 Dygnsvariation i tappvarmvattenflöde under helgdagar våren år 2009.



Figur 6.34 Dygnsvariation i tappvarmvattenflöde under helgdagar sommaren år 2009.



Figur 6.35 Dygnsvariation i tappvarmvattenflöde under helgdagar hösten år 2009.

7 Resultat andel varmt vatten av total tappvattenanvändning

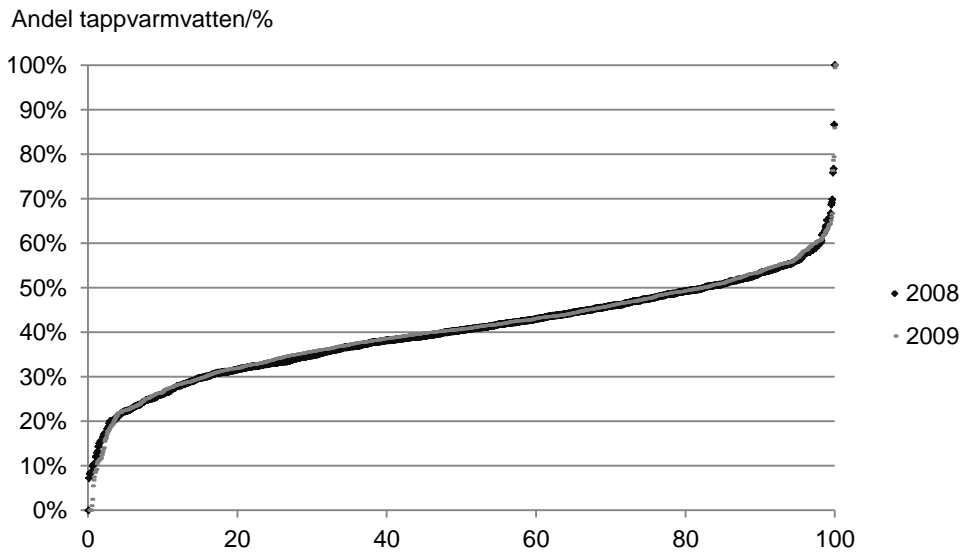
Andelen som tappvarmvatten utgör av totalt vatten är typiskt av intresse då energi för uppvärmning av tappvarmvatten ska bestämmas och endast uppgifter om total vattenanvändning finns tillgänglig.

7.1 År

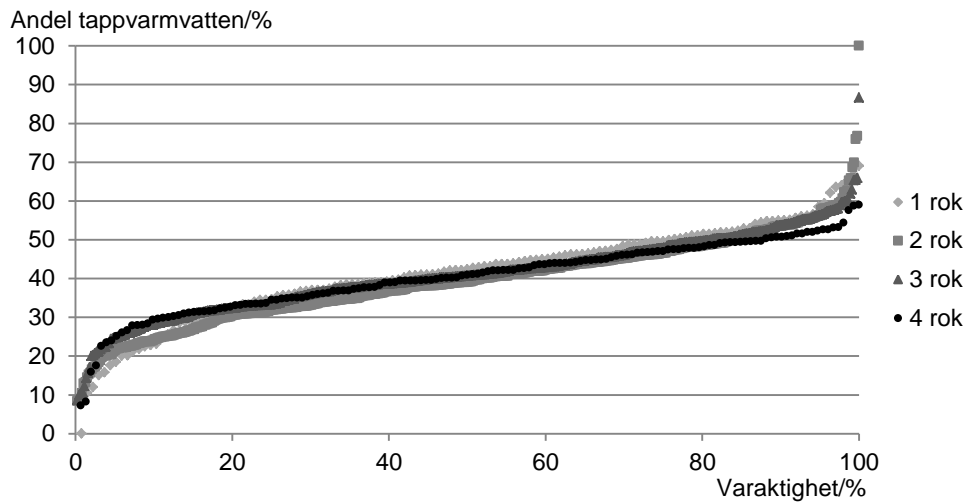
Tabell 7.1 redovisar årsmedelvärden för andelen tappvarmvatten i olika lägenhetsstorlekar medan figurerna 7.1-7.3 redovisar varaktigheter. Fördelningarna är mycket lik mellan de båda studerade åren och även mellan de olika lägenhetsstorlekarna.

Tabell 7.1 Andel varmt tappvarmvatten av total tappvattenanvändning per år och BOA uppdelat på tidsperiod och antal rum, uttryckt som högsta respektive lägsta uppmätta värde, medianvärde, medelvärde och standardavvikelse. Data redovisas dels för hela underlaget och dels för delmängden mellan 5- och 95-percentilerna, det vill säga 90 % av underlaget, för att exkludera lägenheterna med högst och lägst användande

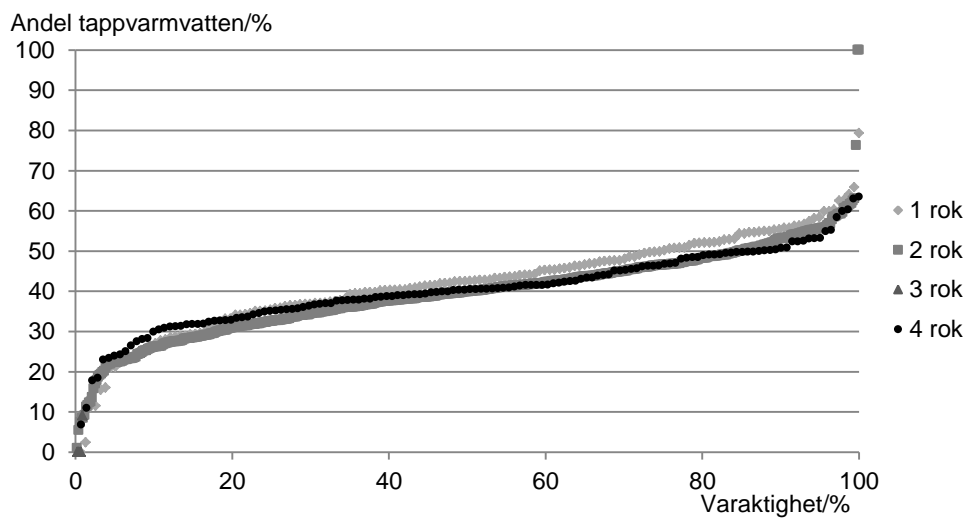
Andel tappvarmvatten av totaltappvatten/%											
Mätperiod	Antal rok	Hela underlaget					Delmängden mellan 5- och 95-percentilen				
		Max	Min	Median	Medel	Std	Max	Min	Median	Medel	Std
År 2008	Alla	100,0	0,0	40,5	40,2	10,8	56,2	22,3	40,5	40,3	8,2
	1	69,1	0,0	42,5	41,4	12,1	58,5	18,5	42,4	41,6	9,4
	2	100,0	8,3	39,1	39,3	11,5	56,3	21,4	39,1	39,2	8,8
	3	86,6	8,6	40,8	40,8	10,2	56,3	24,8	40,7	40,9	7,8
	4	58,9	7,2	40,9	40,2	9,1	52,2	25,1	40,9	40,5	7,0
År 2009	Alla	100,0	0,0	40,7	40,5	11,2	56,9	22,5	40,7	40,6	8,2
	1	79,4	0,0	42,6	41,9	12,0	58,4	21,2	42,5	42,2	9,0
	2	100,0	1,0	39,9	39,6	11,2	55,6	22,4	39,9	39,6	8,2
	3	99,4	0,0	41,2	41,2	11,4	58,2	22,6	41,2	41,2	8,3
	4	63,5	6,8	40,3	40,3	9,1	53,1	24,2	40,4	40,5	6,8
År 2008 och 2009	Alla	100,0	0,0	40,6	40,4	11,0	56,5	22,4	40,6	40,5	8,2
	1	79,4	0,0	42,6	41,7	12,1	58,5	20,1	42,5	42,0	9,1
	2	100,0	1,0	39,6	39,5	11,3	55,8	22,1	39,6	39,4	8,5
	3	99,4	0,0	41,0	41,0	10,8	57,4	23,3	40,9	41,1	8,1
	4	63,5	6,8	40,5	40,3	9,2	53,1	24,2	40,5	40,5	6,9



Figur 7.1 Varaktighet av andel tappvarmvatten för år 2008 respektive 2009.



Figur 7.2 Varaktighet av andel tappvarmvatten för lägenheter med olika antal rum för år 2008.

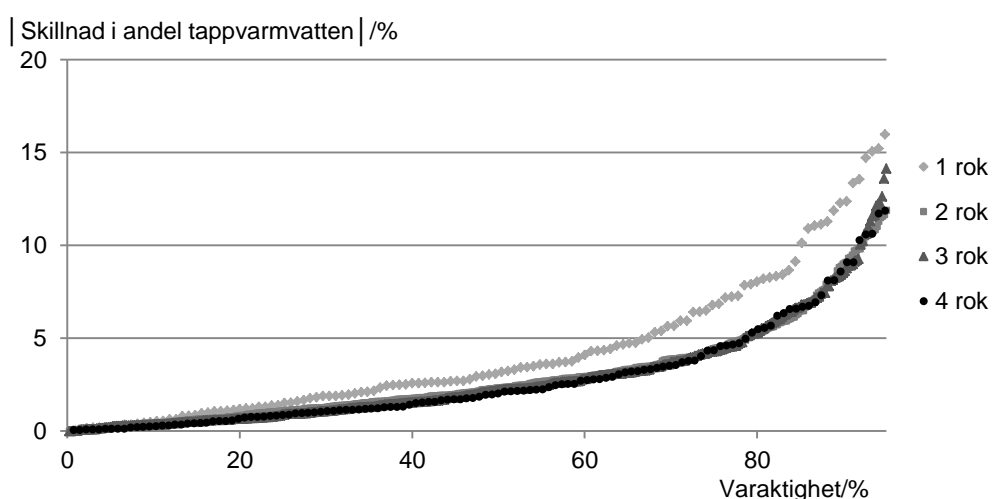


Figur 7.3 Varaktighet av andel tappvarmvatten för lägenheter med olika antal rum för år 2009.

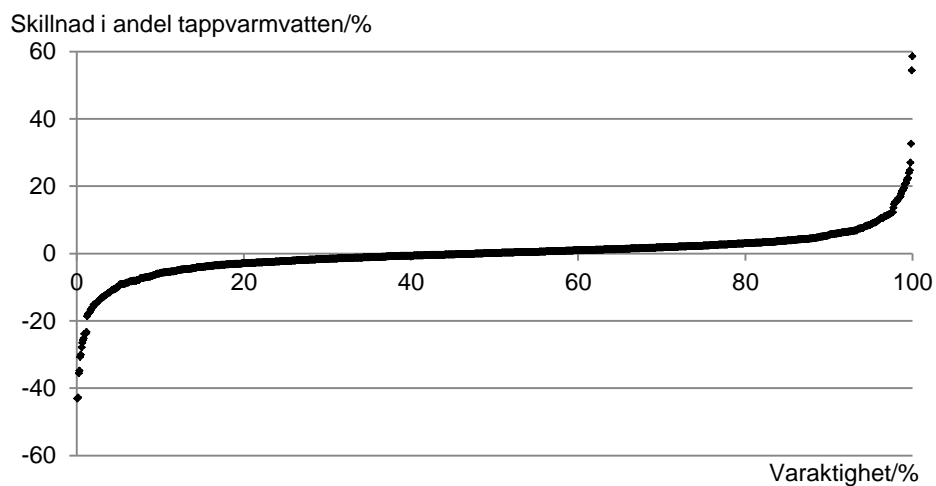
Även om andelen 2008 och 2009 beskrivs som mycket lik i medeltal för det studerade materialet kan andelen i enstaka lägenheter skilja sig åt mellan de båda åren. För varje lägenhet har andelen 2008 subtraherats från andelen 2009. Tabell 7.2 redovisar absolutbeloppet för hur mycket andelen i samma lägenhet har ändrat sig mellan åren för olika lägenhetsstorlekar och Figur 7.4 presenterar motsvarande varaktigheter för olika lägenhetsstorlekar. Enligt Tabell 7.2 och Figur 7.4 är skillnaden större i 1 rum och kök än för övriga lägenhetsstorlekar vilket skulle kunna förklaras av större omflyttning i 1 rum och kök särskilt om de används som studentbostad. Data i tabellen är absoluta värden vilket innebär att det inte är möjligt att se om andelen ökat eller minskat, bara att det är en skillnad vilket kan användas som ett kvalitativt mått. Som konstaterats ovan är medelvärdet för andelen varmvattenanvändning av totalvattenanvändning i stort sett samma för de båda åren vilket tillsammans med värdena i nedanstående tabell innebär att användningen ökat i vissa lägenheter och minskat i andra. Figur 7.5a och b redovisar varaktigheten för skillnaden mellan åren med tecken vilket visar hur användningen ökat eller minskat i lägenheterna.

Tabell 7.2 Max, min, median, medel och standardavvikelse för absolutbeloppen på differenserna för samma lägenhet mellan år 2008 och 2009

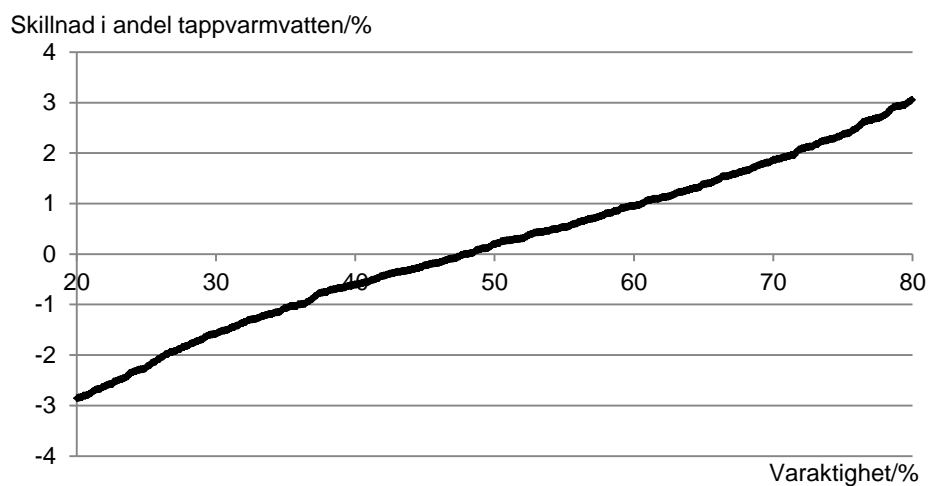
Skillnad i andel tappvarmvatten /%										
Antal rok	Hela underlaget					Delmängden mellan 5- och 95-percentilerna				
	Max	Min	Median	Medel	Std	Max	Min	Median	Medel	Std
Alla	58,6	0,0	2,3	4,0	5,4	13,6	0,2	2,3	3,2	2,8
1	35,6	0,0	3,2	5,2	5,9	16,0	0,2	3,1	4,4	3,8
2	58,6	0,0	2,3	3,9	5,3	11,9	0,2	2,3	3,1	2,6
3	54,5	0,0	2,2	3,9	5,8	14,1	0,2	2,2	3,0	2,7
4	16,7	0,0	2,1	3,4	3,8	11,9	0,1	2,0	2,9	2,7



Figur 7.4 Varaktighet av absolutbelopp på skillnad i andel tappvarmvatten av totaltappvatten mellan år 2008 och 2009 för lägenheter med olika antal rum. X-axeln är skuren vid 95 %.



Figur 7.5a Varaktighet av skillnad i andel tappvarmvatten av totaltappvatten mellan år 2009 och 2008 för alla lägenheter oavsett antal rum.



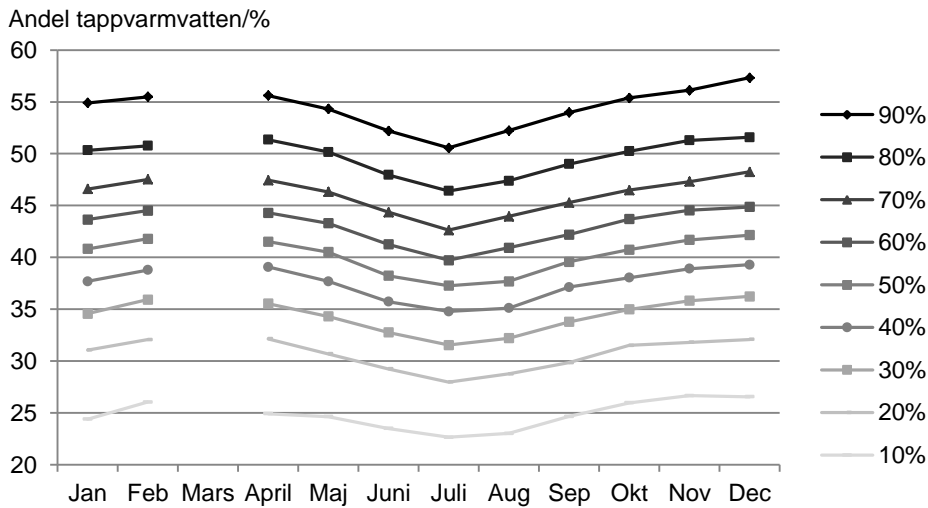
Figur 7.5b Varaktighet av skillnad i andel tappvarmvatten av totaltappvatten mellan år 2009 och 2008 för alla lägenheter oavsett antal rum. X-axeln visar varaktigheten mellan 20- och 80-percentilerna.

7.2 Månad

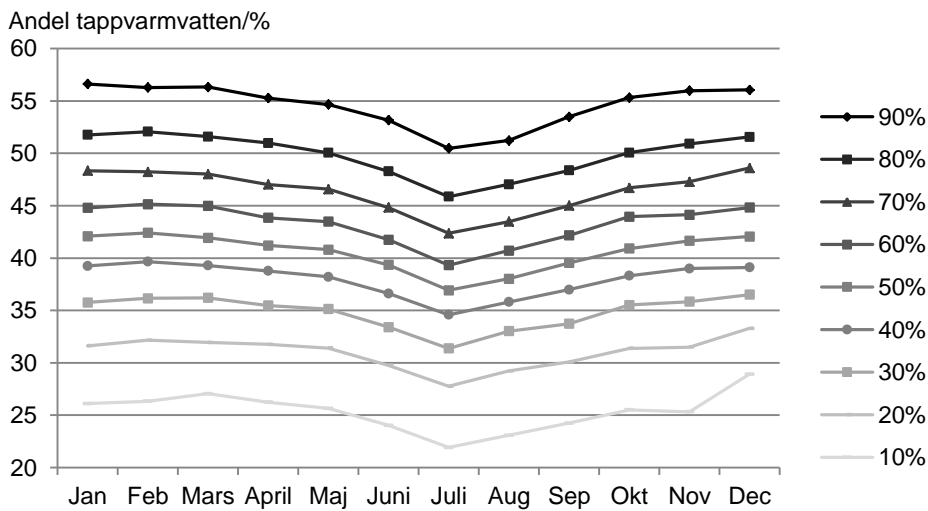
Tabell 7.3 redovisar data på andelen tappvarmvatten av total tappvatten fördelad månadsvis för år 2008 och 2009 medan Figur 7.6 och 7.7 redovisar varaktigheten månadsvis i steg om 10 % exklusive max- och minvärden som redovisas i tabell 7.3. Som tidigare redovisats har ett mätbortfall som är större än 3 % av avlästa timvärden skett i mars 2008 varför inga data redovisas för denna månad.

Tabell 7.3 Andel tappvarmvatten av total tappvatten (%) per månad, uttryckt som högsta respektive lägsta uppmätta värde, medianvärde, medelvärde och standardavvikelse

Andel tappvarmvatten/%								
Mätperiod	Månad	Hela underlaget						
		Max	95 %	5 %	Min	Median	Medel	Std
År 2008	Jan	100,0	59,1	19,5	0,0	40,8	40,3	12,7
	Feb	100,0	59,1	21,1	0,0	41,8	41,2	12,9
	Mars	-	-	-	-	-	-	-
	April	100,0	59,8	19,8	0,0	41,5	41,1	13,1
	Maj	100,0	57,6	20,3	0,0	40,5	40,0	12,9
	Juni	100,0	55,7	18,7	0,0	38,2	38,4	12,6
	Juli	100,0	54,3	17,6	0,0	37,3	37,1	12,8
	Aug	100,0	55,9	18,0	0,0	37,7	38,0	13,3
	Sep	100,0	57,7	19,9	0,0	39,6	39,7	12,8
	Okt	100,0	59,1	21,6	0,0	40,7	40,9	12,8
	Nov	100,0	60,5	21,1	0,0	41,7	41,6	13,3
	Dec	100,0	61,3	22,1	0,0	42,1	42,2	13,5
År 2009	Jan	100,0	60,8	21,4	0,0	42,1	41,8	13,4
	Feb	100,0	60,7	22,0	0,0	42,4	41,8	12,7
	Mars	100,0	59,7	21,7	0,0	41,9	41,6	12,4
	April	100,0	59,0	21,2	0,0	41,2	41,1	12,3
	Maj	100,0	57,9	21,5	0,0	40,8	40,5	12,1
	Juni	100,0	56,2	20,1	0,0	39,3	38,9	12,3
	Juli	100,0	54,4	16,3	0,0	36,9	36,5	12,4
	Aug	100,0	54,9	19,4	0,0	38,0	37,9	12,0
	Sep	100,0	56,6	19,5	0,0	39,5	39,2	12,5
	Okt	100,0	58,4	20,9	0,0	40,9	40,7	12,6
	Nov	100,0	59,2	19,8	0,0	41,6	41,0	13,2
	Dec	85,6	58,4	22,7	3,5	42,1	42,4	12,0



Figur 7.6 Percentiler för månatlig andel tappvarmvatten av totaltappvatten under 2008.



Figur 7.7 Percentiler för månatlig andel tappvarmvatten av totaltappvatten under 2009.

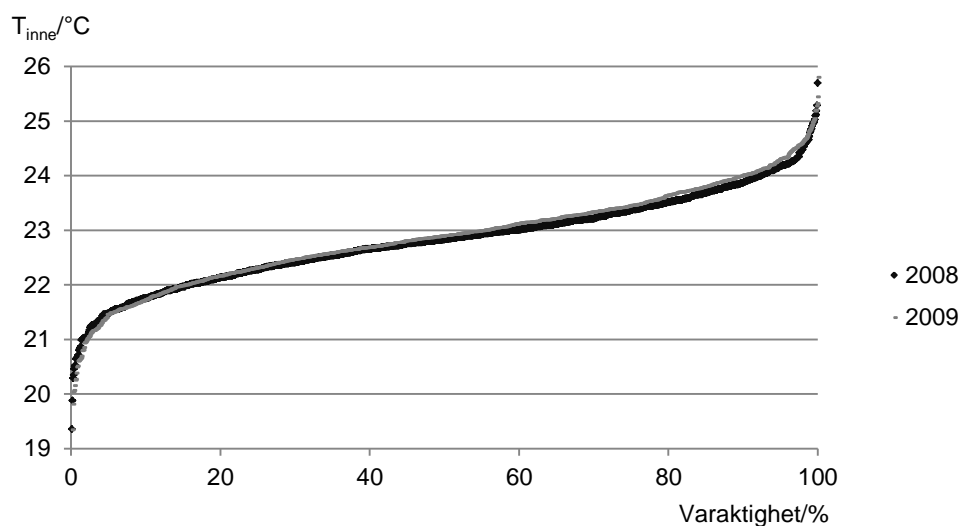
8 Resultat inomhustemperatur

8.1 År

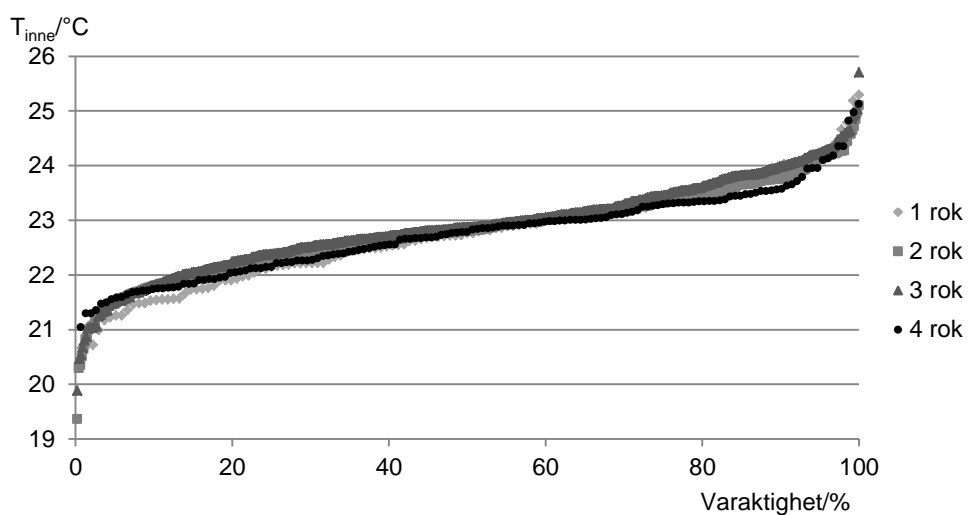
Det är mycket små skillnader i årsmedeltemperatur i lägenheter med olika antal rum vilket är som förväntat. Årsmedeltemperaturen är nära 23°C men det ska observeras att detta är högre än innetemperaturen under uppvärmningssäsongen i och med att innetemperaturen är hög under sommaren. Fördelningarna är mycket lika för de båda studerade åren och för de studerade lägenhetsstorlekarna.

Tabell 8.1 Genomsnittlig inomhustemperatur uppdelat på tidsperiod och antal rum, uttryckt som högsta respektive lägsta uppmätta värde, medianvärde, medelvärde och standardavvikelse. Data redovisas dels för hela underlaget och dels för delmängden mellan 5- och 95-percentilerna, det vill säga 90 % av underlaget, för att exkludera lägenheterna med högst och lägst användande

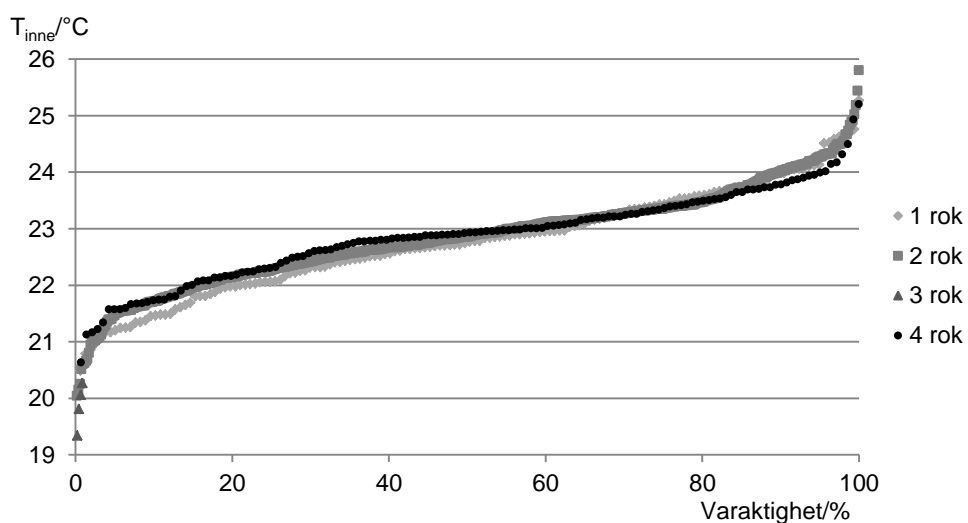
Inomhustemperatur/°C											
Mätperiod	Antal rok	Hela underlaget					Delmängden mellan 5- och 95 percentilerna				
		Max	Min	Median	Medel	Std	Max	Min	Median	Medel	Std
År 2008	Alla	25,7	19,36	22,84	22,83	0,83	24,18	21,48	22,83	22,83	0,65
	1	25,29	20,66	22,76	22,76	0,92	24,10	21,26	22,76	22,74	0,75
	2	25,10	19,36	22,80	22,80	0,80	24,13	21,47	22,80	22,80	0,62
	3	25,70	19,88	22,87	22,89	0,84	24,22	21,51	22,87	22,90	0,65
	4	25,12	21,04	22,81	22,75	0,77	23,95	21,58	22,78	22,72	0,60
År 2009	Alla	25,8	19,34	22,90	22,88	0,88	24,31	21,46	22,90	22,89	0,69
	1	25,27	20,49	22,77	22,77	0,93	24,13	21,20	22,76	22,75	0,76
	2	25,80	20,04	22,86	22,85	0,87	24,27	21,46	22,85	22,85	0,68
	3	25,32	19,34	22,94	22,95	0,90	24,33	21,50	22,94	22,96	0,69
	4	25,20	20,63	22,97	22,93	0,79	23,95	21,57	22,93	22,86	0,60
År 2008 och 2009	Alla	25,8	19,34	22,87	22,86	0,86	24,22	21,48	22,87	22,86	0,67
	1	25,29	20,49	22,76	22,77	0,93	24,12	21,24	22,76	22,75	0,75
	2	25,80	19,36	22,83	22,82	0,84	24,20	21,47	22,83	22,83	0,65
	3	25,70	19,34	22,89	22,92	0,87	24,29	21,50	22,89	22,93	0,68
	4	25,20	20,63	22,88	22,81	0,78	23,99	21,57	22,88	22,79	0,61



Figur 8.1 Varaktighet av inomhustemperatur för år 2008 respektive 2009.



Figur 8.2 Varaktighet för inomhustemperatur för lägenheter med olika antal rum för år 2008.



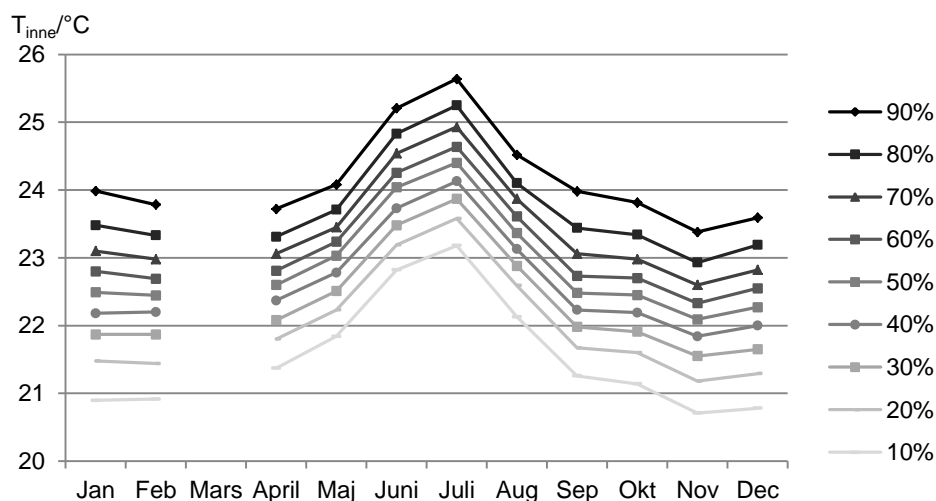
Figur 8.3 Varaktighet för inomhustemperatur för lägenheter med olika antal rum för år 2009.

8.2 Månad

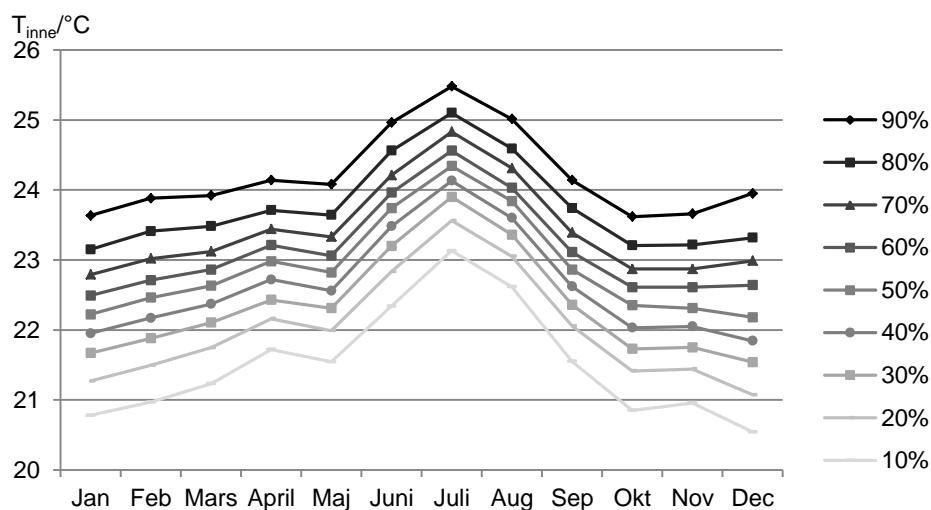
Tabell 8.2 redovisar data på innetemperatur fördelad månadsvis för år 2008 och 2009 medan Figur 8.4 och 8.5 redovisar varaktigheten månadsvis i steg om 10 % exklusive max- och minvärden som redovisas i tabell 8.2. Som tidigare redovisats har ett mätbortfall som är större än 3 % av avlästa timvärden skett i mars 2008 varför inga data redovisas för denna månad.

Tabell 8.2 Genomsnittlig inomhustemperatur per månad uppdelat på tidsperiod, uttryckt som högsta respektive lägsta uppmätta värde, medianvärde, medelvärde och standardavvikelse

Inomhustemperatur/°C						
Mätperiod	Månad	Hela underlaget				
		Max	Min	Median	Medel	Std
År 2008	Jan	25,97	17,75	22,49	22,46	1,20
	Feb	25,66	16,91	22,45	22,38	1,12
	Mars	-	-	-	-	-
	April	25,59	18,42	22,60	22,56	0,94
	Maj	26,15	19,53	23,03	22,99	0,89
	Juni	27,41	20,79	24,04	24,01	0,96
	Juli	28,20	21,80	24,40	24,42	0,97
	Aug	27,71	20,32	23,36	23,35	0,94
	Sep	26,22	18,23	22,48	22,54	1,04
	Okt	27,62	17,75	22,45	22,45	1,08
	Nov	26,43	13,42	22,09	22,06	1,10
	Dec	27,15	18,51	22,27	22,23	1,13
År 2009	Jan	26,94	14,79	22,22	22,21	1,17
	Feb	30,50	18,00	22,46	22,43	1,19
	Mars	28,17	17,45	22,63	22,60	1,07
	April	26,39	18,49	22,98	22,93	0,96
	Maj	26,07	17,76	22,82	22,81	1,00
	Juni	27,56	19,63	23,74	23,71	1,04
	Juli	27,63	20,99	24,34	24,34	0,92
	Aug	27,28	20,59	23,84	23,82	0,93
	Sep	26,09	18,69	22,86	22,86	1,02
	Okt	25,99	18,20	22,35	22,28	1,08
	Nov	26,50	19,18	22,31	22,30	1,08
	Dec	25,24	19,11	22,18	22,21	1,31



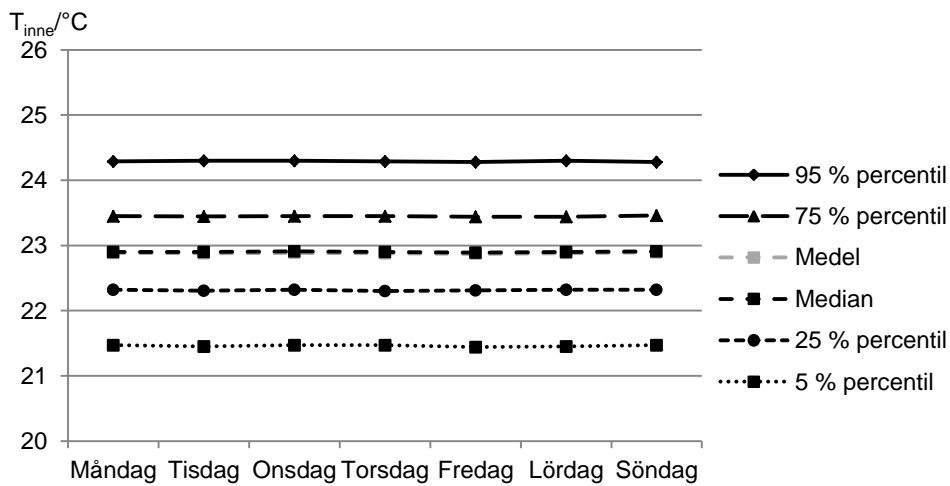
Figur 8.4 Percentiler för månatlig inomhustemperatur under 2008.



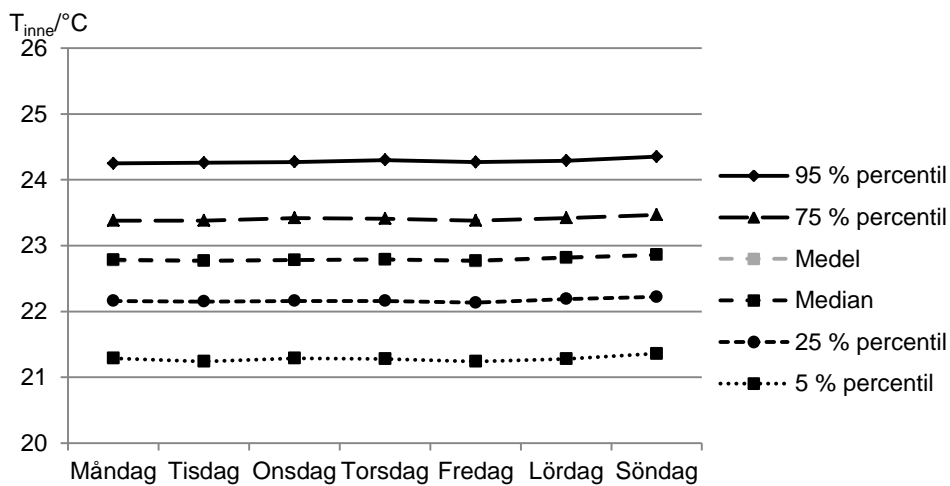
Figur 8.5 Percentiler för månatlig inomhustemperatur under 2009.

8.3 Variation under veckan

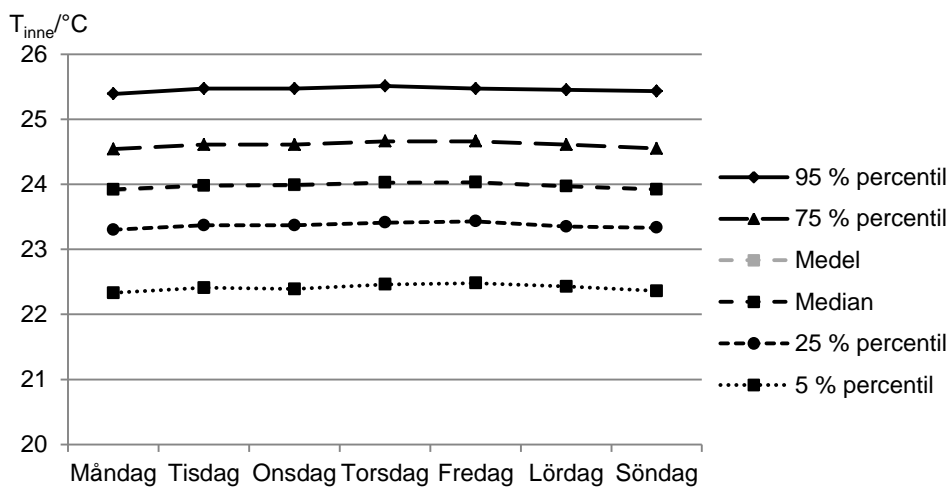
Figurerna visar statistiska mått på hur innetemperaturen varierar mellan de olika dagarna i veckan. Variationen under veckan har studerats för hela året och uppdelat på årstid för att ta hänsyn till att skillnaden i uteklimatet samt typiska semestertider under sommaren kan tänkas påverka.



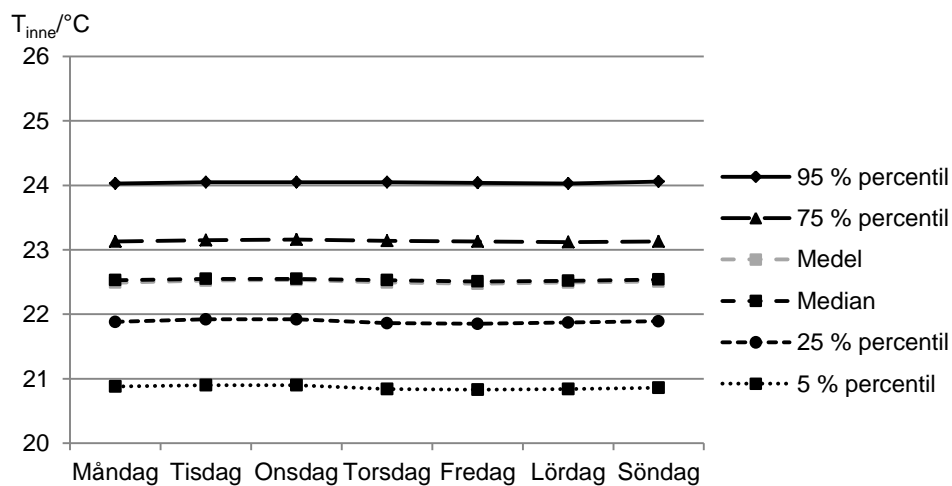
Figur 8.6 Variation i inomhustemperatur under olika veckodagar 2009.



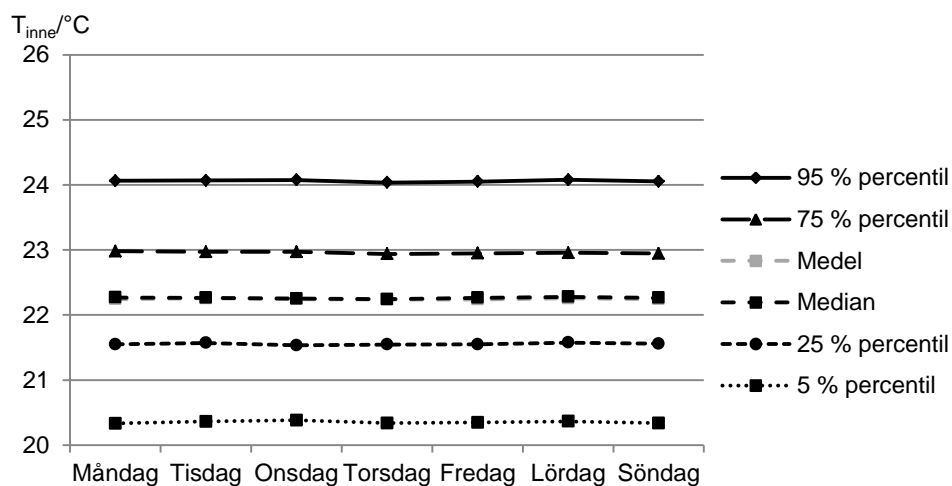
Figur 8.7 Variation i inomhustemperatur under olika veckodagar våren 2009.



Figur 8.8 Variation i inomhustemperatur under olika veckodagar sommaren 2009.



Figur 8.9 Variation i inomhustemperatur under olika veckodagar hösten 2009.

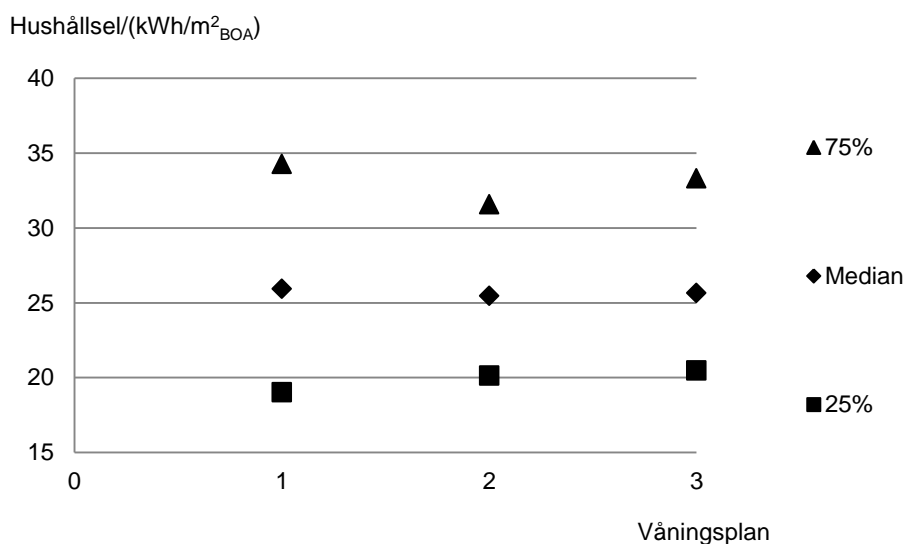


Figur 8.10 Variation i inomhustemperatur under olika veckodagar vintern 2009.

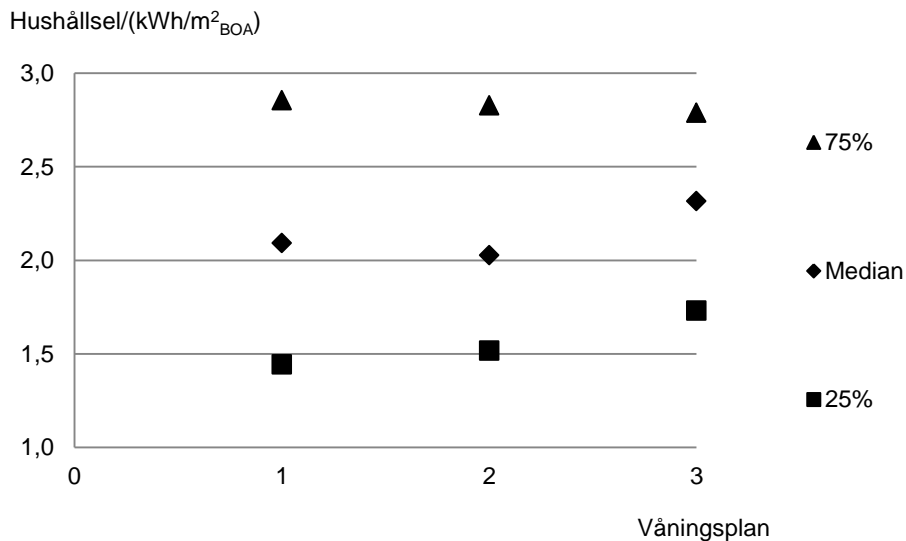
9 Exempel på kopplingar mellan parametrar

9.1 Användning och byggnadsdata

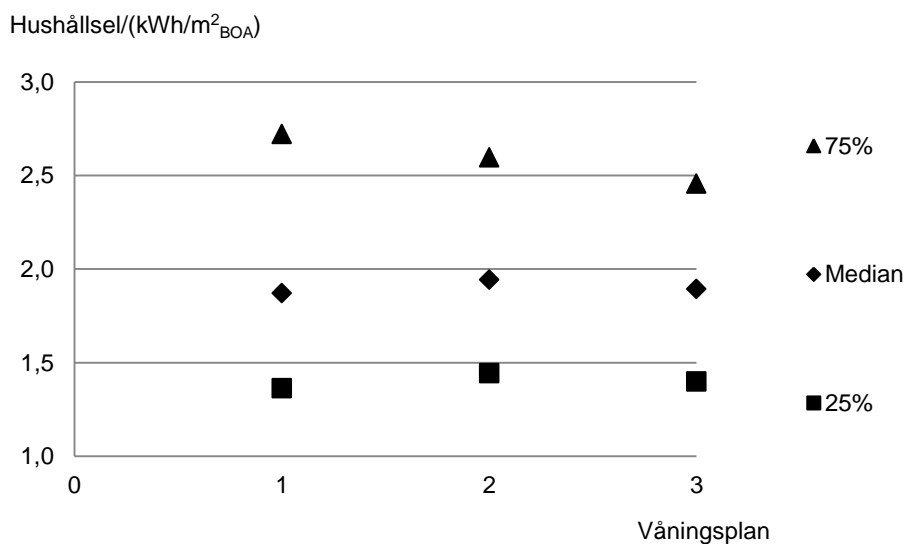
Tester är gjorda för att undersöka hur användning och temperatur beror på våningsplan respektive nybyggnadsår. Samtliga tester är gjorda på mätdata från 2009 i 2 rum och kök för delmängden mellan 5- och 95-percentilerna av aktuell parameter. Tester avseende nybyggnadsår baseras på data sorterad i fyra ålderskategorier med cirka 120 lägenheter i varje kategori. Åldersgrupperingen har valts utifrån att kategorierna ska innehålla ungefär samma antal lägenheter. Tester avseende våningsplan är utförd på data från ovan beskrivna delmängd begränsad till lägenheter belägna på våningsplan ett till och med tre vilket innebär att det i datamaterialet finns mellan 110 och 130 lägenheter på vart och ett av dessa våningsplan. Testerna är gjorda med helårsdata samt med månadsdata för februari och juli vilka representerar en vintermånad och en sommarmånad. Innetemperaturens månadsmedelvärden studeras även som funktion av motsvarande månadsmedelutetemperaturer.



Figur 9.1 Årliga hushållselanvändningens 25-, 50- och 75-percentilvärden i lägenheter med två rum och kök på olika våningsplan.

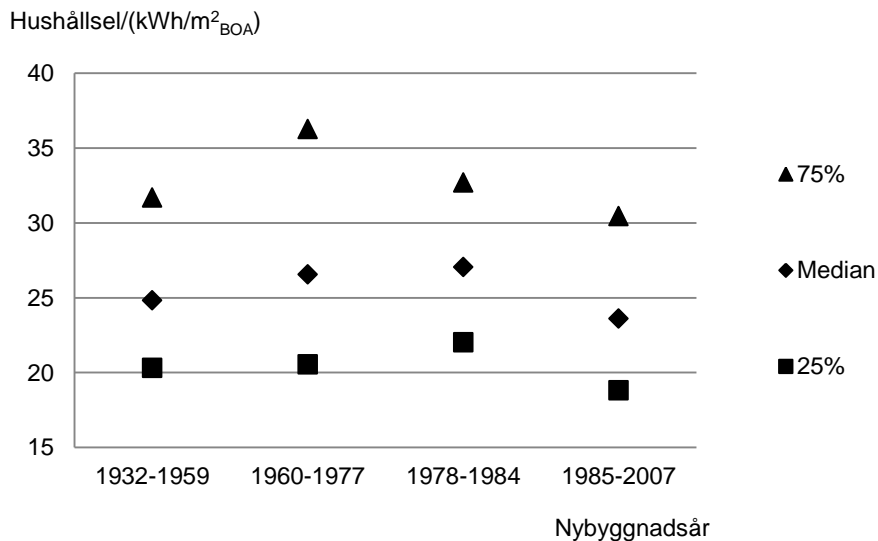


Figur 9.2 Februari månads hushållselanvändnings 25-, 50- och 75-percentilvärden i lägenheter med två rum och kök på olika våningsplan.

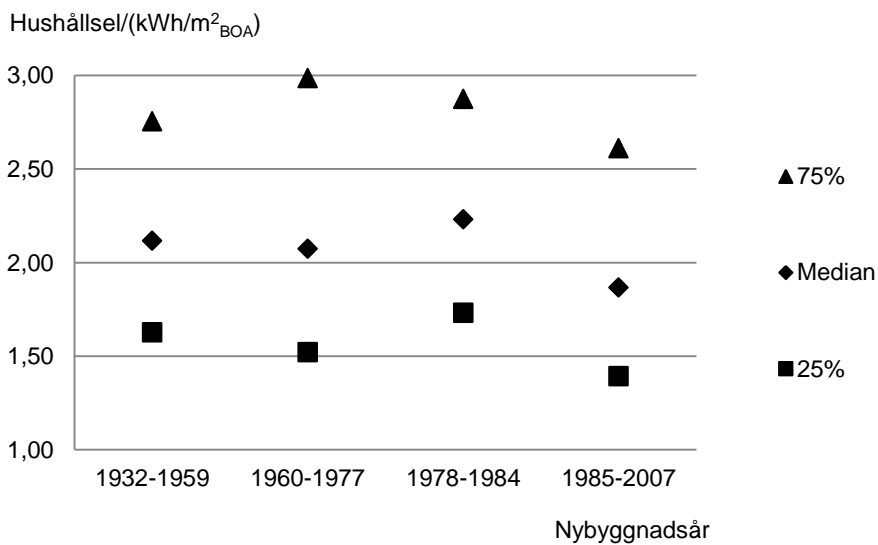


Figur 9.3 Juli månads hushållselanvändnings 25-, 50- och 75-percentilvärden i lägenheter med två rum och kök på olika våningsplan.

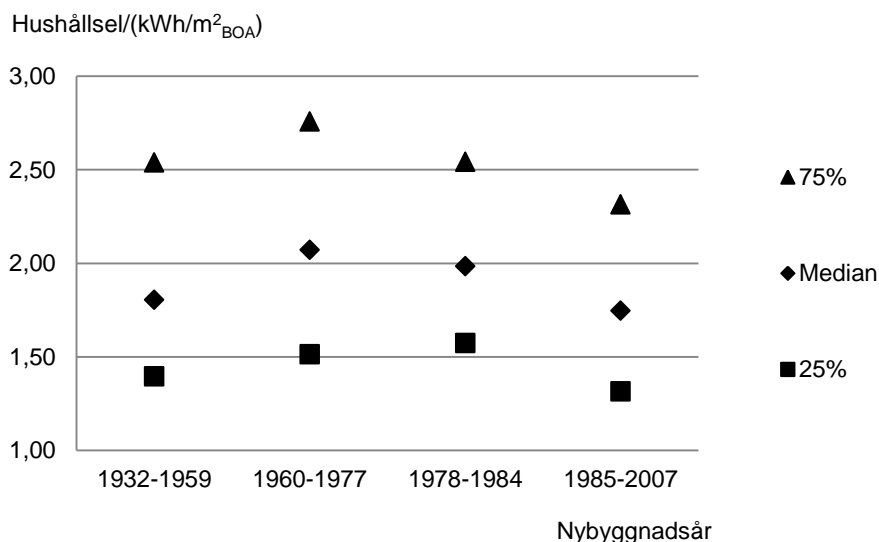
Under februari var hushållselanvändningens median störst på plan tre och avviker mellan 0,3 och 0,4 kWh/m²_{BOA} från plan ett och två. Under juli och för helårsanvändningen var skillnaderna i medianvärde mellan våningsplanen små.



Figur 9.4 Årliga hushållselanvändningens 25-, 50- och 75-percentilvärden i lägenheter med två rum och kök i olika nybyggnadsårsintervall.

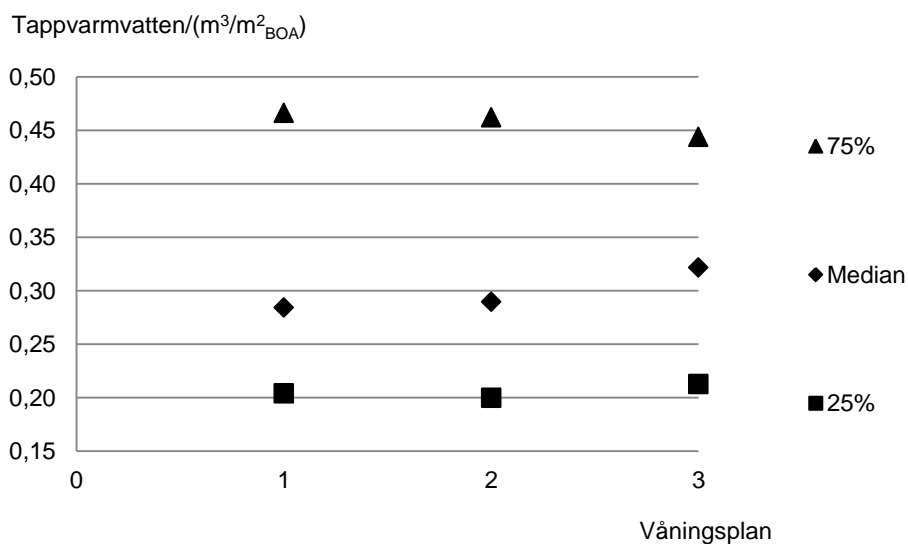


Figur 9.5 Februari månads hushållselanvändningens 25-, 50- och 75-percentilvärden i lägenheter med två rum och kök i olika nybyggnadsårsintervall.

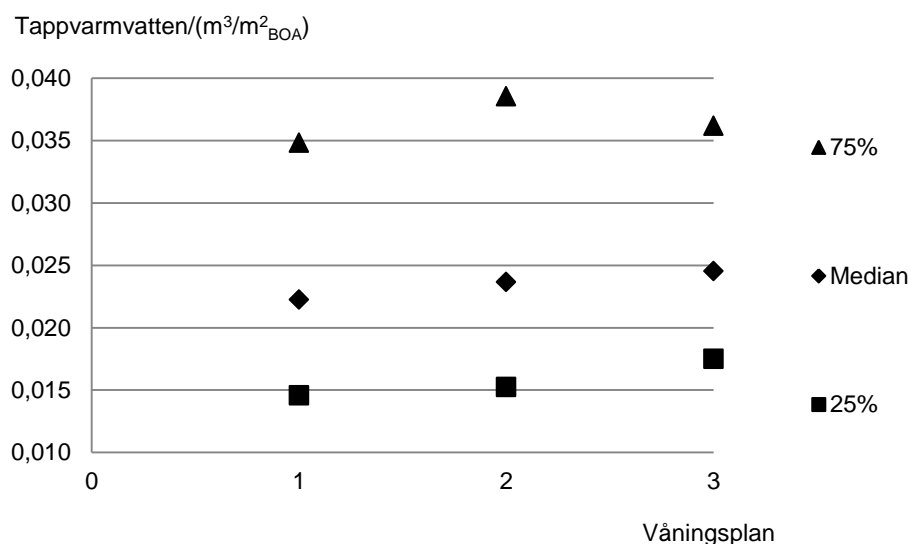


Figur 9.6 Juli månads hushållselanvändnings 25-, 50- och 75-percentilvärden i lägenheter med två rum och kök i olika nybyggnadsårsintervall.

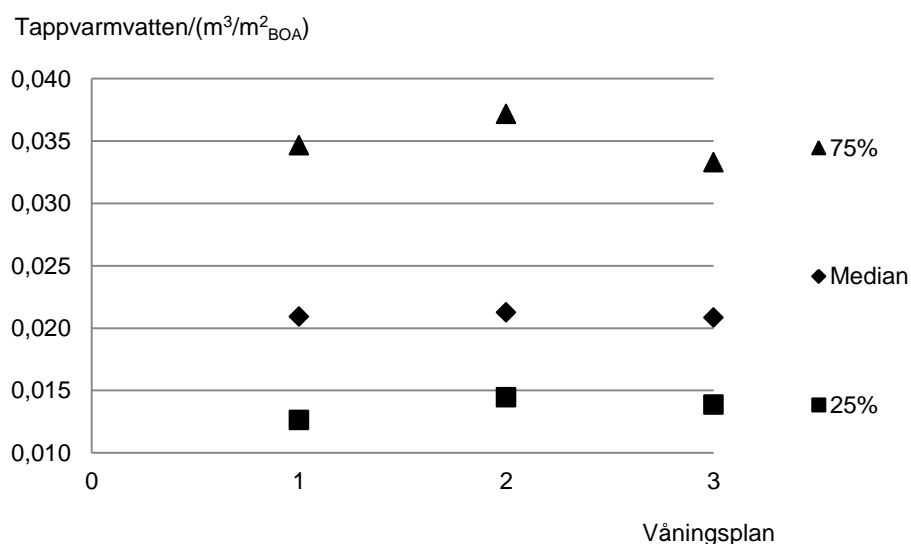
Hushållselanvändningens median är lägst i nybyggnadsintervallet 1985-2007 både för årsdata och månadsdata. Under februari är medianen minskande med minskande ålder på byggnaderna medan den under Juli är ungefär samma för de äldsta och de nyaste byggnaderna och högst i nybyggnadsintervallet 1960-1977.



Figur 9.7 Årliga tappvarmvattenanvändningens 25-, 50- och 75-percentilvärden i lägenheter med två rum och kök på olika våningsplan.

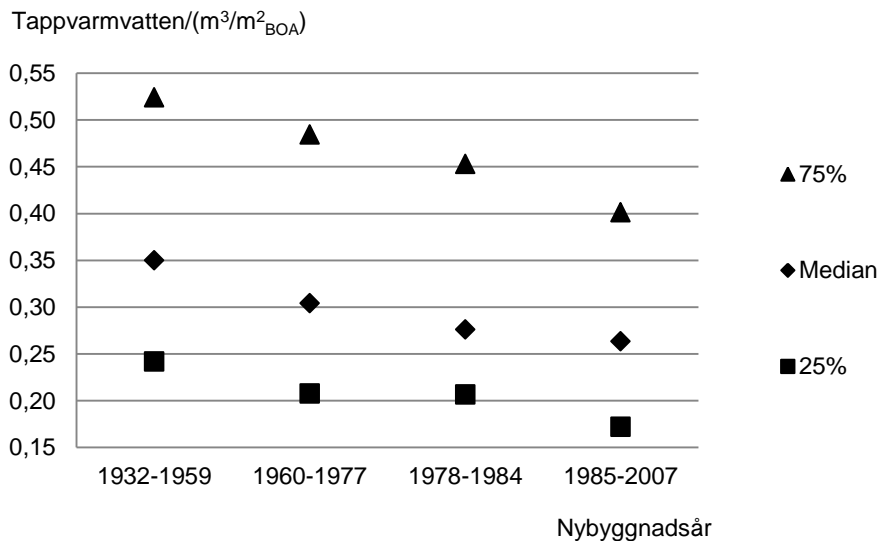


Figur 9.8 Februari månads tappvarmvattenanvändnings 25-, 50- och 75-percentilvärden i lägenheter med två rum och kök på olika våningsplan.

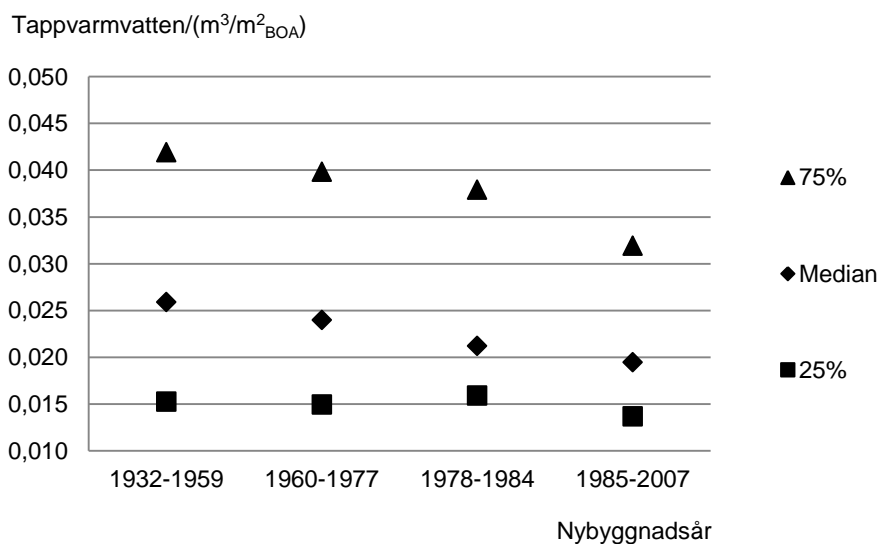


Figur 9.9 Juli månads tappvarmvattenanvändnings 25-, 50- och 75-percentilvärden i lägenheter med två rum och kök på olika våningsplan.

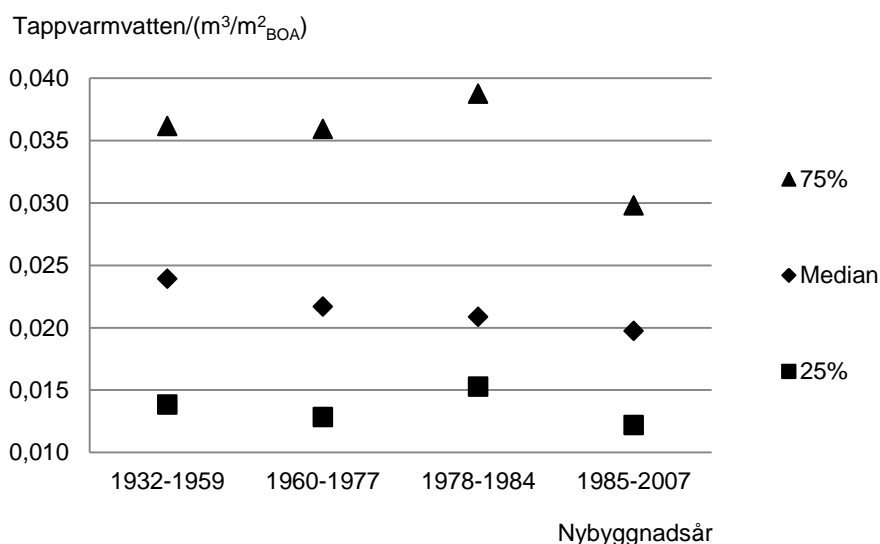
Medianvärdet för årlig tappvarmvattenanvändning är högre för plan tre jämfört med plan ett och två. Under februari syns en svag ökning med våningsplan medan användningen under juni har ungefär samma median för alla studerade våningsplan.



Figur 9.10 Årliga tappvarmvattenanvändningens 25-, 50- och 75-percentilvärden för lägenheter med två rum och kök i olika nybyggnadsårsintervall.

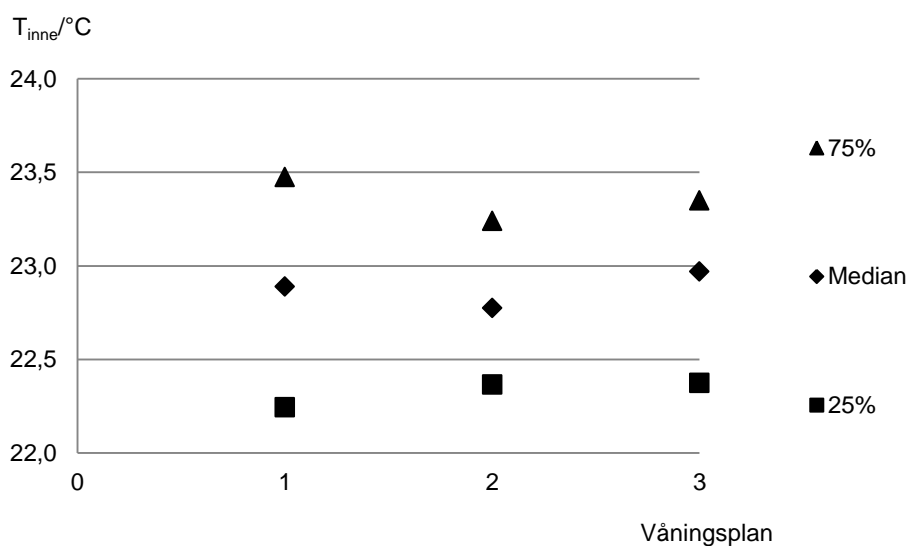


Figur 9.11 Februari månads tappvarmvattenanvändnings 25-, 50- och 75-percentilvärden för lägenheter med två rum och kök i olika nybyggnadsårsintervall.

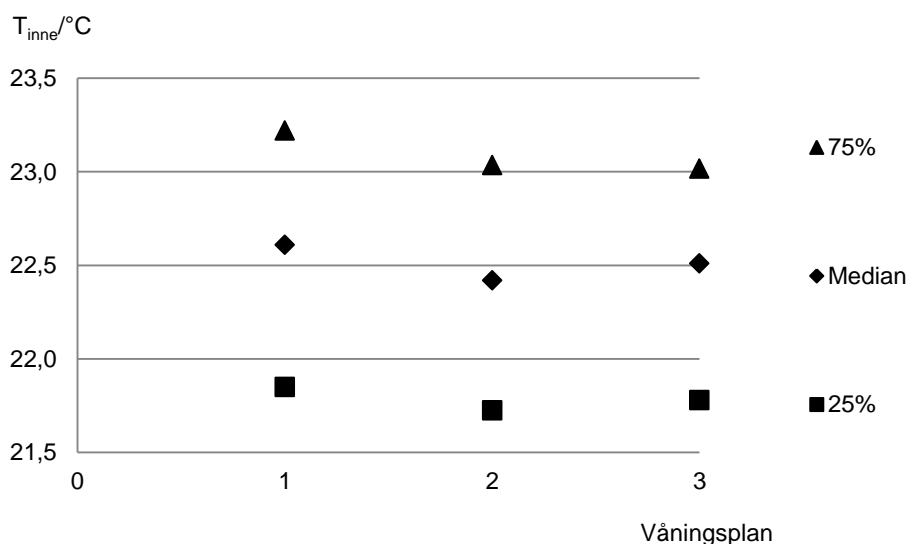


Figur 9.12 Juli månads tappvarmvattenanvändnings 25-, 50- och 75-percentilvärden för lägenheter med två rum och kök i olika nybyggnadsårsintervall.

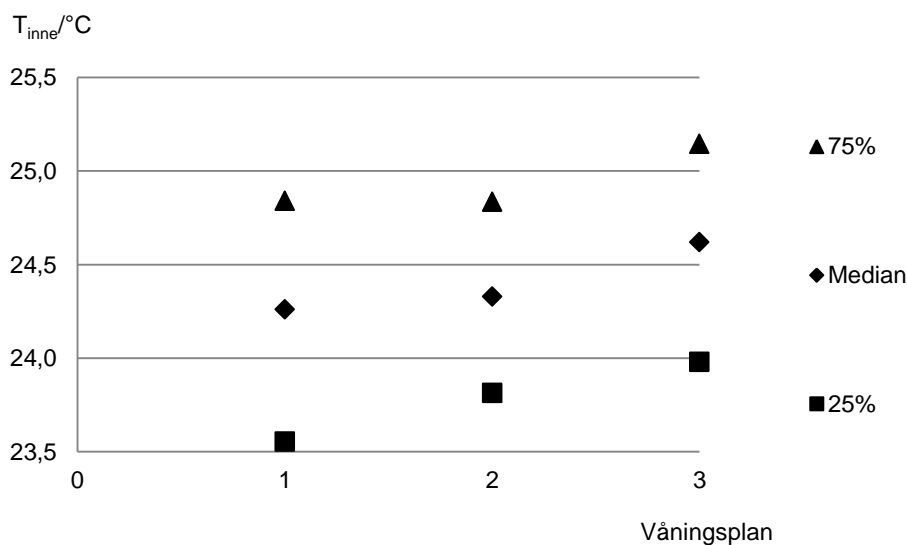
I samtliga fall, årsdata och månadsdata, minskar medianen för tappvarmvattenanvändning med minskande ålder på byggnaderna.



Figur 9.13 Årsmedeltemperatur inomhus, 25-, 50- och 75-percentilvärden för lägenheter med två rum och kök på olika våningsplan.

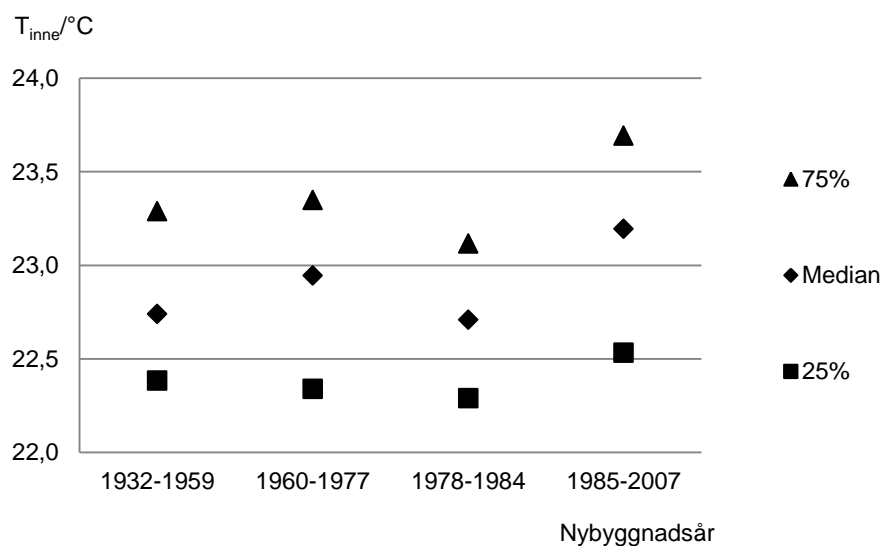


Figur 9.14 Februari månadsmedeltemperatur inomhus, 25-, 50- och 75-percentilvärden för lägenheter med två rum och kök på olika våningsplan.

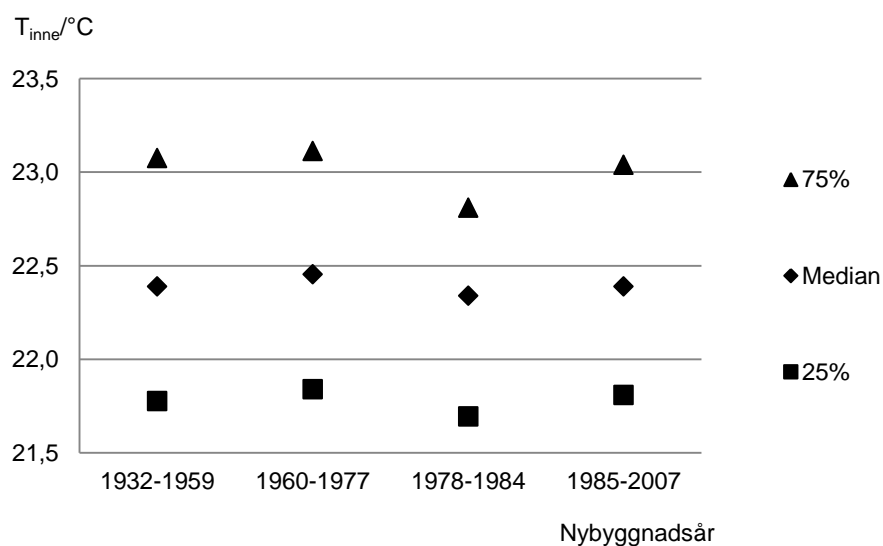


Figur 9.15 Juli månadsmedeltemperatur inomhus, 25-, 50- och 75-percentilvärden för lägenheter med två rum och kök på olika våningsplan.

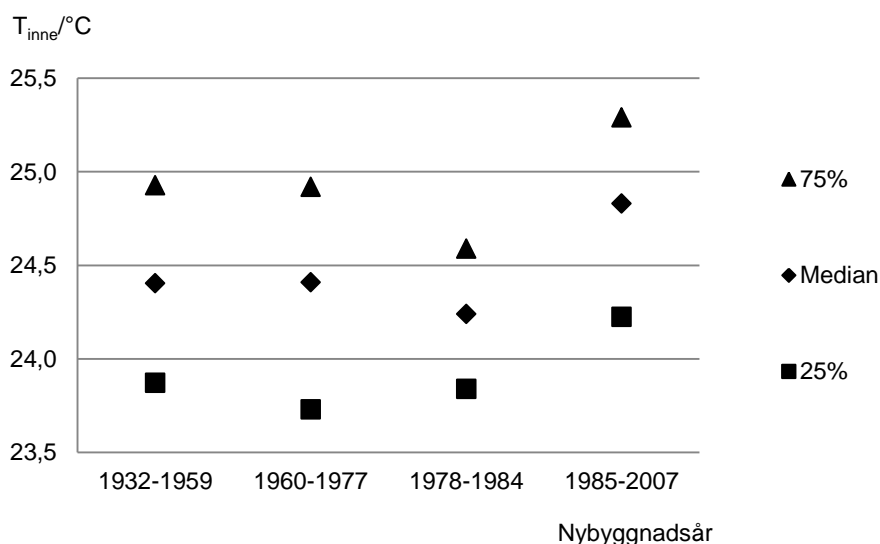
Under juli är medianvärdet stigande med stigande våningsplan. Skillnaden mellan plan ett och två är relativt liten, 0,1 °C medan plan tre har cirka 0,3 °C högre medianvärde än plan två. Den högre temperaturen på plan tre under sommarmånaden kan tänkas bero på mer infallande solstrålning än på plan ett och två som kan skuggas mer av omkringliggande byggnader och växtlighet. Under februari är medianen något högre på plan ett än på plan två och tre medan årsmedeltemperaturens median är lägst på plan två.



Figur 9.16 Årsmedeltemperatur inomhus, 25-, 50- och 75-percentilvärden för två rum och kök i olika nybyggnadsårsintervall.

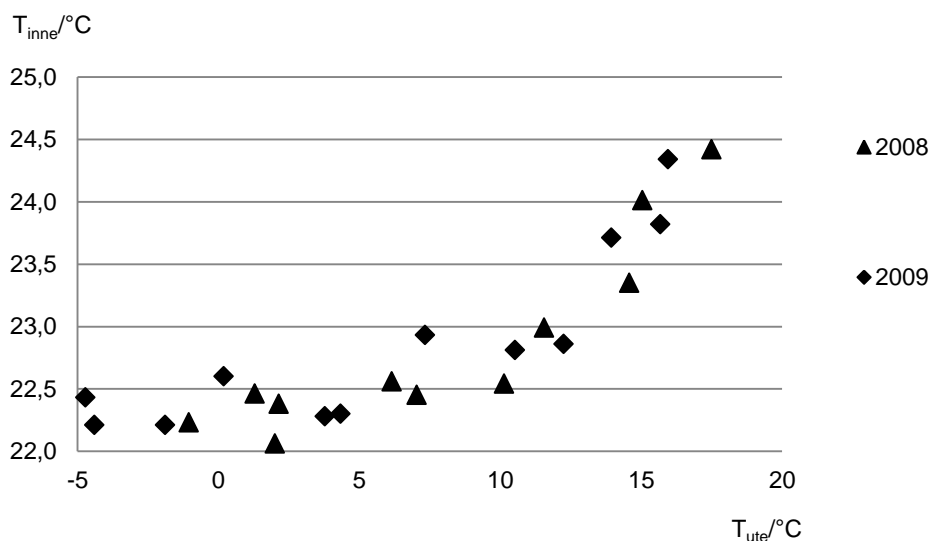


Figur 9.17 Februari månadsmedeltemperatur inomhus, 25-, 50- och 75-percentilvärden för lägenheter med två rum och kök i olika nybyggnadsårsintervall.



Figur 9.18 Juli månadsmedeltemperatur inomhus, 25-, 50- och 75-percentilvärden för lägenheter med två rum och kök i olika nybyggnadsårsintervall.

Under februari är medianen ungefär samma i de olika nybyggnadsårsintervallen. Under sommarmånaden juli är det drygt 0,5 °C högre median i intervallet 1985-2007 jämfört med 1978-1984.

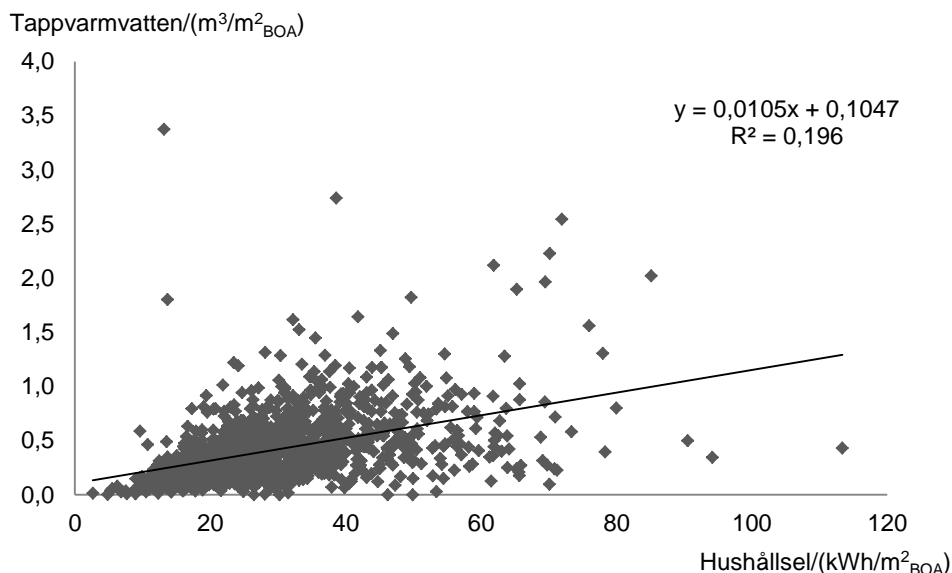


Figur 9.19 Månadsmedeltemperatur inomhus som funktion av månadsmedeltemperatur utomhus för 2008 och 2009 respektive. Data baseras på samtliga lägenheter i studien.

9.2 Brukarscenarier

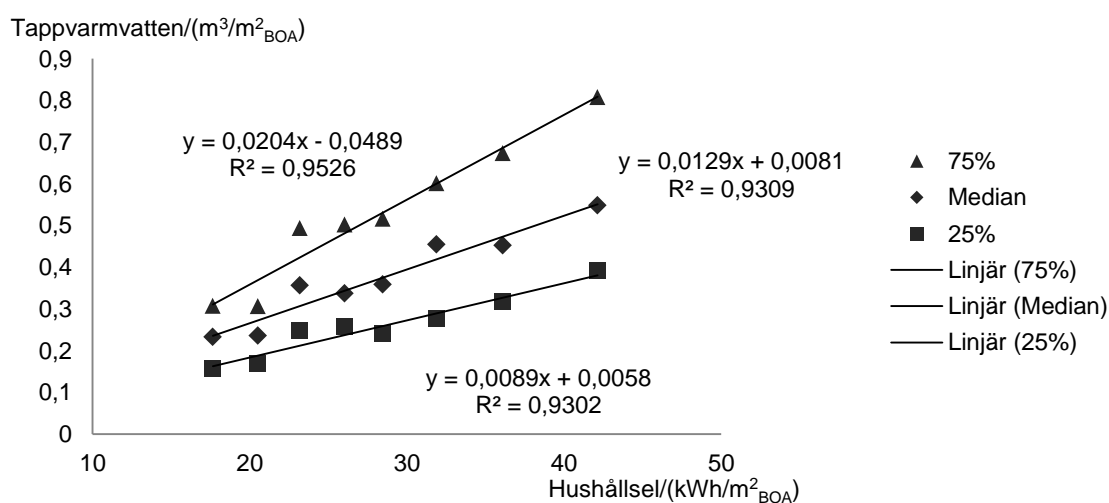
En byggnads energianvändning för uppvärmning (för att upprätthålla inneklimatet och värma tappvarmvatten) påverkas av brukarnas användning av tappvarmvatten och hushållsel. En hög tappvarmvattenanvändning ökar energianvändningen för uppvärmning medan en hög hushållselanvändning kan minska energianvändningen för uppvärmning genom hög internvärme.

Olika kombinationer av höga och låga användningar av hushållsel och tappvarmvatten kan vara mer eller mindre gynnsamt för att uppnå en låg uppvärmningsenergianvändning. Prediktering av uppvärmning borde innehålla olika brukarscenarier avseende hushållselanvändning och tappvarmvattenanvändning. Figur 9.20 visar tappvarmvattenanvändningen som funktion av hushållselanvändningen.



Figur 9.20 Årstappvarmvattenanvändning som funktion av hushållselanvändning 2009.

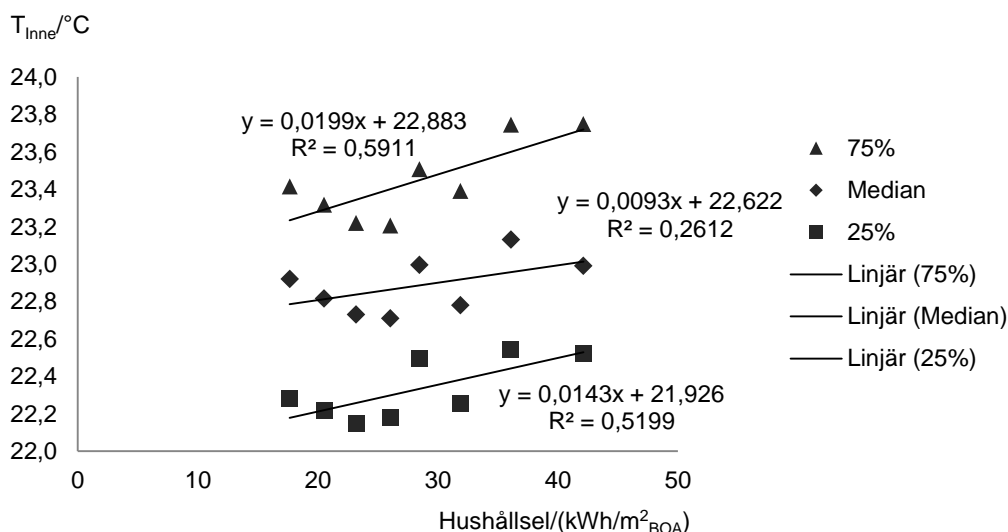
Användningen i lägenheterna som redovisas i figur 9.20 har grupperats baserat på percentiler av hushållselanvändning i steg om 10 % mellan percentilerna 10 och 90 för att i huvudsak beskriva användningen utan påverkan från extremvärden. Inom varje 10 % intervall bestäms median för hushållsel och median för tappvarmvattenanvändning samt första och tredje kvartilvärde för tappvarmvattenanvändning. Data redovisas i Figur 9.21 nedan tillsammans med regressionslinjer.



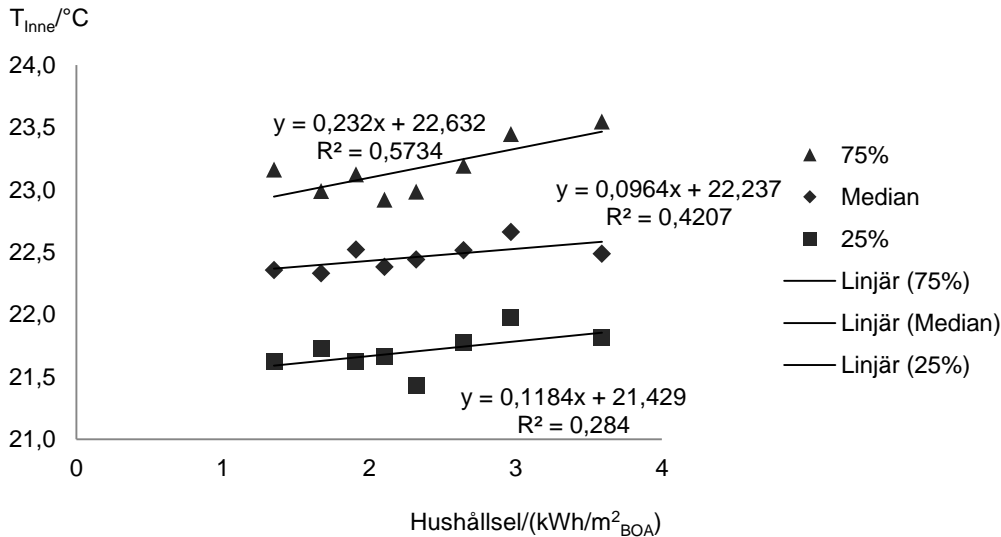
Figur 9.21 Statistiska mått för tappvarmvattenanvändning som funktion av hushållselanvändningen inom 10 percentiler mellan 10 och 90 percentilerna.

Genom att använda informationen i figur 9.21 kan förväntad tappvarmvattenanvändning beskrivas inom ett visst intervall, mellan första och tredje kvartilen, baserat på hushållselanvändning. Detta är ett exempel på hur data kan behandlas för att beskriva brukarscenarier av hushållsel och tappvarmvatten. Om olika kvartiler för varmvatten kombineras med olika värden på hushållsel kan man med bakgrund i mätdata beskriva en kombination av hushållsel och tappvarmvatten som kan utgöra olika brukarscenarier. Denna kombination kan antingen vara fördelaktig eller ofördelaktig med tanke på exempelvis byggnadens uppvärmningsenergi. En brukare med låg hushållselanvändning men hög tappvarmvattenanvändning kommer att bidra med små internvärmekostnader men kräva mycket tappvarmvatten. Detta skulle till exempel kunna beskrivas i form av en kombination av första kvartilen för hushållsel, cirka $20 \text{ kWh/m}^2_{\text{BOA}}$ enligt Figur 4.7, och tredje kvartilen för tappvarmvatten enligt Figur 9.21 ovan, cirka $0,4 \text{ m}^3/\text{m}^2_{\text{BOA}}$. På motsvarande sätt skulle en för uppvärmningsenergin gynnsam kombination av parametrarna kunna beskrivas av tredje kvartilen för hushållsel, cirka $40 \text{ kWh/m}^2_{\text{BOA}}$ enligt Figur 4.7, och första kvartilen för tappvarmvatten enligt Figur 9.21 ovan, cirka $0,35 \text{ m}^3/\text{m}^2_{\text{BOA}}$. Genom att göra beräkningar av byggnaders specifika energianvändning med hushållsel- och tappvarmvattenanvändning varierade enligt detta sätt att kombinera hög och låg användning skulle man få en uppfattning hur variationer i dessa brukarrelaterade poster kan komma att påverka byggnadens energianvändning för uppvärmning.

Hushållseln är en stor internvärmekälla och ett stort internvärmekostnader kan förväntas ge en högre innetemperatur, särskilt om värmedistributionssystemets funktion är begränsad. En uppdelning av uppmätt innetemperatur beroende på hushållselens storlek är gjord med motsvarande metodik som beskrivits för tappvarmvattenanvändning ovan. Detta redovisas i Figur 9.22 och 9.23 för helårsdata 2009 respektive data från februari 2009.



Figur 9.22 Statistiska mått för innetemperaturen som funktion av hushållselanvändningen i lägenheter med två rum och kök inom 10 percentiler mellan 10 och 90 percentilerna för helårsdata 2009.



Figur 9.23 Statistiska mått för innetemperaturen som funktion av hushålls-elanvändningen i lägenheter med två rum och kök inom 10 percentiler mellan 10 och 90 percentilerna för februari 2009.

För årsdata är spridningen av medianinnetemperaturen förhållandevis stor med ökande hushållsel med ett lågt R^2 -värde för trendlinjen. Troligtvis spelar andra faktorer såsom solinstrålning och vädring större roll än internvärmens från hushållselen framförallt under sommaren. Februari är en typisk månad med uppvärmningsbehov och i Figur 9.23 syns en svag trend med ökande innetemperatur vid ökande hushållselanvändning. En lägenhet med månadshushållselanvändning på $3 \text{ kWh}/\text{m}^2_{\text{BOA}}$ har enligt trendlinjen $0,15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ högre innetemperatur än en lägenhet med hushållselanvändning på $1,5 \text{ kWh}/\text{m}^2_{\text{BOA}}$.

10 Diskussion och slutsatser

Användning av hushållsel, totalt tappvatten, varmt tappvatten, varmt tappvattens andel av totalt tappvatten samt innetemperatur uppmätt i drygt 1300 lägenheter har presenterats statistiskt på olika tidsskalor för att kunna fungera som ett referensmaterial avseende de studerade parametrarna i de studerade byggnaderna.

Det är en stor spridning i uppmätta användningar och innetemperatur i de olika lägenheterna för samtliga studerade tidsintervall från år till timme. Höga användningar förekommer i förhållandevis få lägenheter samtidigt som användningen inte kan understiga noll vilket innebär att medel normalt överstiger median. 97-percentilen för årlig hushålselanvändning är kring $60 \text{ kWh/m}^2_{\text{BOA}}$ medan högsta användning är $118 \text{ kWh/m}^2_{\text{BOA}}$. Denna kvot är ännu högre för tappvarmvattenanvändning vars 97-percentil är $1 \text{ m}^3/\text{m}^2_{\text{BOA}}$ medan högsta användning är drygt $3 \text{ m}^3/\text{m}^2_{\text{BOA}}$. För totalvatten är förhållandena motsvarande som för varmvatten. Användningen av hushållsel, totaltappvatten och tappvarmvatten ökar både med ökad lägenhetsarea och antal rum med starkast linjärt samband till lägenhetsrean. Däremot är det endast ett svagt linjärt samband mellan användning och ökad lägenhetsarean för samma antal rum i lägenheten. Det är en stor spridning i användningar i lägenheter med samma antal rum och i lägenheter med samma storleksordning på BOA. Årsmedelanvändningen av tappvatten och tappvarmvatten uttryckt per BOA är störst i lägenheter med fyra rum och kök och i minskande ordning följt av ett, tre och två rum och kök. Tappvarmvattenanvändningen per BOA är 43 % högre i lägenheter med fyra rum och kök jämfört med två rum och kök. Årsmedelanvändningen av hushållsel uttryckt per BOA är störst i ett rum och kök och i minskande ordning följt av fyra, tre och två rum och kök. Hushålselanvändningen per BOA är 26 % högre i ett rum och kök jämfört med två rum och kök. Årsmedel för andelen tappvarmvatten av totalvatten är relativt lika för olika lägenhetsstorlekar med störst skillnad mellan ett och två rum och kök där ett rum och kök har 5 % högre värde än två rum och kök. För att få bättre kvalitet på jämförelser av årlig användning bör hänsyn tas till antalet rum en lägenhet har. Om användningen endast mätts eller ska predikteras på byggnadsnivå borde fördelningen av lägenhetsstorlekar i byggnaden tas hänsyn till. Om exempelvis total årlig hushålselanvändning i en byggnad med olika lägenhetsstorlekar är av intresse kan ett värde baserat på data i denna rapport beräknas genom att använda den aktuella byggnadens olika lägenhetsstorlekar och data i tabell 4.1 för olika lägenhetsstorlekar. Detta framräknade värde kan användas som stöd för att välja data för predikteringar eller som ett referensvärde att jämföra uppmätt data mot.

Innetemperaturen under uppvärmningssäsongen ligger strax över 22°C vilket är en dryg grad högre än Svebys (2009) föreslagna indata för innetemperatur under uppvärmningssäsongen. Den årliga medelhushålselanvändningen, $29,41 \text{ kWh/m}^2_{\text{BOA}}$, är inte direkt jämförbar mot Svebys (2009) årschablon på $30 \text{ kWh/m}^2_{\text{Atemp}}$ då det ska observeras att dessa två värden relaterar till olika areor, BOA och A_{temp} . A_{temp} , bedöms av Boverket vara mellan 15 % och 25 % högre än BOA vilket innebär att en användning fördelat på BOA är i storleksordningen 18 % till 33 % högre än samma användning fördelat på A_{temp} . Det innebär att Svebys årschablon på $30 \text{ kWh/m}^2_{\text{Atemp}}$ skulle motsvara mellan $35 \text{ kWh/m}^2_{\text{BOA}}$ och $40 \text{ kWh/m}^2_{\text{BOA}}$. Sveby anger årschablonen för varmvatten, exklusive förluster och cirkulation, till $25 \text{ kWh/m}^2_{\text{Atemp}}$. Sveby föreslår att en omräkningsfaktor på 55 kWh/m^3 kan användas för att uppskatta energin som behövs för att värma en viss volym kallvatten till tappvarmvatten vilket ger att $25 \text{ kWh/m}^2_{\text{Atemp}}$ motsvarar $0,45 \text{ m}^3/\text{m}^2_{\text{Atemp}}$ vilket skulle motsvara mellan $0,53 \text{ m}^3/\text{m}^2_{\text{BOA}}$ och $0,6 \text{ m}^3/\text{m}^2_{\text{BOA}}$ som är högre än medelvärdet $0,40 \text{ m}^3/\text{m}^2_{\text{BOA}}$ i denna studie. Sveby (2009) anger att

tappvarmvattenanvändningen kan minska med 20 % om den mäts och debiteras individuellt vilket skulle innebära att användningen i de aktuella lägenheterna skulle kunna vara $0,50 \text{ m}^3/\text{m}^2_{\text{BOA}}$ om det inte debiterades individuellt.

Energimyndigheten (2009) studerade uppskattad årlig energianvändning för uppvärmning av tappvarmvatten i 44 bostäder, baserad på en kortare mättid, och jämförde mot antalet personer i hushållet. Beräkningsmodellen som Energimyndigheten använt innebär att energianvändningen är proportionell mot tappvarmvattenvolymen med en konstant faktor som valts så att förluster i systemet och eventuell cirkulation försummas. I bostäder med två personer varierade användningen mellan 1000 kWh och 3000 kWh, och i bostäder med 4 boende varierade användningen mellan 1500 kWh och 5000 kWh. Även om användningen ökar med antalet boende är spridningen för samma antal boende stor vilket tyder på att antalet boende endast delvis förklarar användningen av energi för uppvärmning av tappvarmvatten. Resultatet visar alltså på en stor skillnad i energianvändning för samma antal boende i hushållet.

Medeltalet för de studerade parametrarna är relativt lika mellan de båda studerade åren. Däremot kan det skilja mellan årsmedeltalen för respektive lägenhet. I 20 % av lägenheterna har hushållselanvändningen ökat med mer än $4,5 \text{ kWh}/\text{m}^2_{\text{BOA}}$ och i 20 % minskat med mer än $2,5 \text{ kWh}/\text{m}^2_{\text{BOA}}$ vilket kan jämföras mot medelanvändningen $29,4 \text{ kWh}/\text{m}^2_{\text{BOA}}$. Motsvarande för totaltappvatten är en ökning med mer än $0,16 \text{ m}^3/\text{m}^2_{\text{BOA}}$ i 20 % av lägenheterna och en minskning med mer än $0,9 \text{ m}^3/\text{m}^2_{\text{BOA}}$ i 20 % vilket kan jämföras med årsmedel $0,97 \text{ m}^3/\text{m}^2_{\text{BOA}}$ och för tappvarmvatten en ökning med mer än $0,08 \text{ m}^3/\text{m}^2_{\text{BOA}}$ i 20 % av lägenheterna och en minskning med mer än $0,04 \text{ m}^3/\text{m}^2_{\text{BOA}}$ i 20 % av lägenheterna vilket kan jämföras med årsmedel $0,40 \text{ m}^3/\text{m}^2_{\text{BOA}}$. För samtliga parametrar är skillnaderna mellan åren störst för lägenheter med ett rum och kök.

Hushållselanvändningen varierar under året med högst användning under januari, 17 % högre än årsmedel, och lägst under juni, 16 % lägre än årsmedel. Totaltappvattenanvändningen är relativt konstant under året medan tappvarmvattenanvändningen är 4 % lägre under sommarmånaderna. Andelen varmvatten av totalvatten är 9 % lägre under sommarmånaderna jämfört med övriga året. Troligtvis är inkommande kallvatten varmare under sommaren vilket leder till att mindre andel tappvarmvatten krävs för att uppnå samma temperatur på vattnet i tappstället. Energi för att värma varmvattnet bör ha större variation över året än varmvattenvolymen. På sommaren ger högre kallvattentemperatur att mindre varmvatten behövs för att uppnå en viss vattentemperatur i tappstället samtidigt som högre kallvattentemperatur gör att temperaturskillnaden som vattnet ska värmas blir mindre.

Innetemperaturen är relativt konstant under året förutom under sommarmånaderna juni, juli och augusti då den stiger. Vid månadstemperaturer över 10°C ökar innetemperaturen cirka 1°C när månadsmedeltemperaturen ökar 5°C . Standarden EN15026 beskriver innetemperaturen som funktion av utetemperaturen. EN15026 anger innetemperaturen till 20°C vid utetemperaturer under 10°C , vilket är 2°C lägre än resultaten i denna studie, och för utetemperaturer över 10°C ökande med $2,5^\circ\text{C}$ när utetemperaturen ökar 5°C vilket är en större ökning jämfört med resultaten i denna studie. Bagge (2011) tog fram förslag på beskrivning av innetemperatur som funktioner av utetemperaturen baserat på innetemperaturer i flerbostadshus från Kiruna i norr till Malmö i söder. Dessa funktioner stämmer bra överens med resultaten i denna studie, motsvarande temperaturer under

uppvärmningssäsongen och motsvarande storleksordning på innetemperaturens ökning vid utetemperaturer över 10°C.

Variationen under veckan visar på en något högre användning av hushållsel och vatten under lördagar och söndagar jämfört med vardagar. Användningen är högre under söndagar jämfört med lördagar under samtliga årstider förutom vinter då lördagar har högst användning. Motsvarande skillnad mellan veckodagar syns inte i innetemperaturen.

Variationen under dygnet visar för samtliga studerade parametrar en skillnad mellan helgdagar och vardagar. Generellt ökar användningen senare under morgonen på helgdagar och är högre under dagen. Hushållselen har ungefär samma karakteristik under kvällen oavsett veckodag medan totalvatten och varmvatten är lägre under fredag och lördagkvällar. Under vardagar är totalvatten- och varmvattenanvändningen högst på kvällen medan helgdagar har högst användning under förmiddagen. Användningen av totaltappvatten under natten är cirka en tiondel jämfört med användningen under kvällen med tappvarmvattenanvändningen under natten nära noll. För samtliga årstider är hushållselanvändningen i medeltal cirka $2 \text{ W/m}^2_{\text{BOA}}$ under natten både för veckodagar och helgdagar medan användningen under kvällen är högst under vintern, $6 \text{ W/m}^2_{\text{BOA}}$, och lägst under sommaren, $4 \text{ kWh/m}^2_{\text{BOA}}$. Under vintern, då uppvärmning behövs även i lågenergihus i Sverige, är skillnaden mellan högsta och lägsta medelanvändning under dygnet $4 \text{ W/m}^2_{\text{BOA}}$. I lågenergihus som till stor del ska värmas upp av interna värmelaster är det av intresse att ha information om vid vilka tider som internvärme från hushållsel typiskt finns tillgänglig. Ett sätt att beskriva variationen i hushållsel om $4 \text{ W/m}^2_{\text{BOA}}$ är att beräkna hur stor utetemperaturdifferens som behövs för att ge samma variation. En byggnads förlustfaktor bestäms av en byggnads transmissions- och ventilationsförluster och beskriver vilken värmeeffekt som behövs för varje °C skillnad mellan inne och utetemperatur. I ett lågenergihus med en förlustfaktor på 0,5 ($\text{W}/(\text{m}^2_{\text{BOA}} \cdot \text{K})$) motsvarar skillnaden i intern värmelast från hushållselen under vintern, $4 \text{ W/m}^2_{\text{BOA}}$, en skillnad i utetemperatur under dygnet på 8°C. Det skulle behöva utredas hur faktiska användning av hushållsel med timupplösning påverkar energi för uppvärmning och värmeeffektbehov vid olika tidpunkter.

Byggnadsdata såsom våningsplan och nybyggnadsår har visat sig kunna påverka de uppmätta användningarna. Vilken våning en lägenhet är belägen på kan påverka innetemperaturen under sommaren där månadsmedeltemperaturen under juli är högre på plan tre jämfört med plan ett och två vilket kan bero på mer solinstrålning på plan tre som borde vara mindre skuggat av bebyggelse, växtlighet och träd. Om tredje våning är översta våning kan en soluppvärmd vind eventuellt påverka. Vid jämförelse mot nybyggnadsår är månadstemperaturen inomhus under juli högst i nyare byggnader (1985-2007) och lägst, 0,6°C lägre, i byggnader från 1978-1984 vilket kan bero på olika fönsterarea och isoleringsgrad. Hushållselanvändningen är lägst för byggnader byggda mellan 1985-2007 både under vinter och under sommar. Tappvarmvattenanvändningen minskar med senare nybyggnadsår och årsanvändningen är 25 % lägre i byggnader från 1985-2007 jämfört med byggnader från 1932-1959.

Lägenhets- och byggnadsdata kan till viss del förklara storleken på användningarna men spridningarna tyder på att andra faktorer än byggnadsrelaterade förklarar skillnaderna i användning. Detta stokastiska beteende på data innebär att man måste ha med spridningen vid projektering och analys av mätdata. Genom att studera uppmätt användning på olika tidsintervall och jämföra inte bara årsmedelvärde utan även typisk karakteristik med referenskaraktistik, exempelvis de typiska variationer under veckan och dygnet och under olika årstider som presenteras i denna rapport, kan

bättre kvalitet uppnås jämfört med att endast jämföra mot ett årsmedelvärde. Om mätdata finns från ett kortare tidsintervall måste hänsyn tas till när under året den är uppmätt. Att jämföra en medelanvändning från en kortare period med ett medelreferensvärde från motsvarande tid ger en säkrare jämförelse och att dessutom jämföra med typisk karakteristik från aktuell årstid kan ge en större kvalitet och säkrare bedömning av om användningen är som förväntat.

Efter att ett nybyggt hus tagits i drift kan det vara av intresse att snabbt kunna bedöma om det fungerar som projekterat vad gäller energianvändning. Då brukandet bedöms ha stor påverkan på energianvändningen i lågenergihus är det viktigt att kunna bedöma om brukandet är som förväntat. Att efter ett par månaders drift bedöma om brukandet är som förväntat kan göras med bättre kvalitet om hushållselanvändning och vattenanvändning studeras inte endast som medelvärde under tidsperioden utan även studeras med avseende på karakteristik på olika tidsskalor såsom variation under veckan och dygnet. Motsvarande metodik kan även användas på längre mätperioder såsom år för att på ett säkrare sätt bedöma om användningen är som förväntat och om den överensstämmer med antagna värden. Dessutom skulle flera brukarrelaterade användningar, exempelvis hushållsel och tappvarmvatten, kunna studeras tillsammans och jämföras mot förväntade eller antagna värden på olika tidsskalor. Utifrån detta skulle det kunna göras bedömningar av hur nära det förväntade brukandet de uppmätta värdena är. En skala som bestämmer hur nära uppmätta användningar är förväntade avseende både absoluta värden och karakteristik på olika tidsskalor skulle kunna utvecklas.

Stora delar av byggnadsbeståndet i Sverige och Europa har ett renoveringsbehov och i samband med det förhoppningsvis även en uppgradering av energiprestandan. För att verifiera en uppgraderad energiprestanda behövs detaljerade mätningar före och efter uppgraderingen. En lägre energianvändning efter exempelvis en uppgradering av isoleringsprestandan på klimatskalet kan i själva verket bero på att de boende ökat sin hushållselanvändning, vilket ger mer intern värme, eller minskat sin tappvarmvattenanvändning, vilket minskar uppvärmningsenergin. Metoderna i denna rapport är exempel på hur brukarrelaterade energiposter skulle kunna mätas och beskrivas för att studera skillnader som skett över tid.

I framtiden kommer det förmodligen att mätas allt mer både med tanke på individuell debitering och med tanke på underlag för att verifiera krav och projekterade värden. Med dagens digitala teknik finns möjlighet att hantera stora mängder data vilket möjliggör mätningar med tidsupplösning som gör det möjligt att studera statistik och karakteristik på olika tidsskalor. Ett mätsystem som automatiskt hanterar spridningar och karakteristik på olika tidsskalor skulle kunna vara en hjälp för utvärderingar och driftsinformation.

11 Referenser

Bagge H, Elmroth A, Lindström L (2004), Energianvändning och inneklimat i två energieffektiva småhus i Västra Hamnen i Malmö, Report TVBH-3048, Building physics LTH, Lund University, Lund, Sweden

Bagge H, Hiller C., Sjögren J-U (2006 a), Hushållsel – framtidens uppvärmning, Bygg & teknik, n 8, 2006, Förlags AB Bygg & teknik, Stockholm, Sweden

Bagge H, Hiller C, Sjögren J-U (2006 b), Hushållsel i direktiv, beräkningar och verklighet, bidrag till: Energy Performance of Buildings, Building physics LTH, Lund University, Lund, Sweden

Bagge H (2007), Energy Use in Multi-family Dwellings – Measurements and Methods of Analysis, Building Physics LTH, Lund University, Sweden

Bagge H (2011), Building Performance – Methods for improved prediction and verification of energy use and indoor climate, Building Physics LTH, Lund University, Sweden

Elmroth A (2002), Energianvändning i teori och praktik i flerbostadshus, Bidrag till: Effektivare energi i bostäder - En antologi om framtidens styrmedel, Swedish Energy Agency, Eskilstuna, Sweden

EN 15026 (2007), Hygrothermal performance of building components and building elements – Assessment of moisture transfer by numerical simulation, European committee for standardization

Energimyndigheten (2009), Mätning av kall- och varmvattenanvändning i 44 hushåll, ER 2009:26

Energimyndigheten (2011), Energistatistik för flerbostadshus 2010, ES 2011:09

European Parliament Press Service (2009) All new buildings to be zero energy from 2019, Press Release, 20090422IPR54163.

Johansson, D., Bagge, H (2009) Simulating energy use in multi-family dwellings with measured, non constant heat gains from household electricity, Proceedings of Building Simulation 2009 pp 144-150

Karlsson F, Rohdin P, Persson M-L (2007), Measured and predicted energy demand in a low energy building: important aspects when using Building Energy Simulations, Building Services Engineering Research and Technology, Vol. 28,3, pp. 223-235

Karlstads universitet (2011), Information på <http://www.kau.se/om->

KBAB (2011), Årsredovisning 2010. Kan laddas ner från <http://www.kbab.se>

Lindén A (2006), Hammarby Sjöstad – stolligt med ribban på fem meter, VVS teknik & installation, Oktober 2006, VVS forum, Stockholm, Sweden

Nilsson A (2003), Energy use in newly built residential blocks at the Bo01 area in Malmö, Report TVBH-3045, Building Physics LTH, Lund University, Lund, Sweden

SCB (2012a), Sökning i statistikdatabas. Ämnesområde: Hushållens ekonomi, underkategori Hushållens boende. Tabellutdrag från: "Genomsnittlig bostadsarea per bostad (HEK) efter region, upplåtelseform och lägenhetstyp. Urvalsundersökning, se fotnoter. År 2006-2010" [2011-12-08]

SCB (2012b), Sökning i statistikdatabas. Ämnesområde: Befolkning, underkategori Befolkningsstatistik och Medelålder. Tabellutdrag från: "Befolkningens medelålder efter region och kön. År 1998-2011" [2012-03-22]

SCB (2012c), Sökning i statistikdatabas. Ämnesområde: Befolkning, underkategori Folkmängd. Tabellutdrag från: "Folkmängden den 1 november efter region, ålder och kön. År 2002-2011" [2011-12-08]

SCB (2012d), Sökning i statistikdatabas. Ämnesområde: Befolkning, underkategori Folkmängd. Tabellutdrag från: "Folkmängden efter region, civilstånd, ålder och kön. År 1968-2011" [2012-02-20]

SCB (2012e), Sökning i statistikdatabas. Ämnesområde: Utbildning och forskning, underkategori Befolkningens utbildning och Undersökning. Tabellutdrag från: "Utbildningsnivå efter kommun och kön 2010. " [2011-01-01]

SCB (2012f), Sökning i statistikdatabas. Ämnesområde: Hushållens ekonomi, underkategori Inkomster och inkomstfördelning, Undersökning, Inkomster, Län/Kommun. Tabellutdrag från: "Sammanräknad förvärvsinkomst 2010 – per kommun efter percentiler"[2012-01-25]

Svebyprogrammet (2009). Brukarindata för energiberäkningar I bostäder, Projektrapport 2009-04-14