

# Energianvändning i lågenergihus

Analys av mätningar från 97 lägenheter  
med passivhusteknik

*Fredrik Nilsson*  
*Filip Westberg*

---

Avdelningen för installationsteknik  
Institutionen för bygg- och miljöteknologi  
Lunds tekniska högskola  
Lunds universitet, 2012  
Rapport TVIT--12/5033



# Lunds Universitet

Lunds Universitet, med nio fakulteter samt ett antal forskningscentra och specialhögskolor, är Skandinaviens största enhet för forskning och högre utbildning. Huvuddelen av universitetet ligger i Lund, som har 100 400 invånare. En del forsknings- och utbildningsinstitutioner är dock belägna i Malmö, Helsingborg och Ljungbyhed. Lunds Universitet grundades 1666 och har idag totalt 6 000 anställda och 41 000 studerande som deltar i ett 90-tal utbildningsprogram och ca 1000 fristående kurser erbjudna av 88 institutioner.

## Avdelningen för installationsteknik

Avdelningen för Installationsteknik tillhör institutionen för Bygg- och miljöteknologi på Lunds Tekniska Högskola, som utgör den tekniska fakulteten vid Lunds Universitet. Installationsteknik omfattar installationernas funktion vid påverkan av människor, verksamhet, byggnad och klimat. Forskningen har en systemanalytisk och metodutvecklande inriktning med syfte att utforma energieffektiva och funktionssäkra installationssystem och byggnader som ger bra inneklimat.

Nuvarande forskning innefattar bl a utveckling av metoder för utveckling av beräkningsmetoder för godtyckliga flödessystem, konvertering av direktelvärmda hus till alternativa värmesystem, vädring och ventilation i skolor, system för brandsäkerhet, alternativa sätt att förhindra rök-spridning vid brand, installationernas belastning på yttre miljön, att betrakta byggnad och installationer som ett byggnadstekniskt system, analysera och beräkna inneklimatet i olika typer av byggnader, effekter av brukarnas beteende för energianvändning, reglering av golvvärmsystem, bestämning av luftflöden i byggnader med hjälp av spårgasmetod. Vi utvecklar även användbara projekteringsverktyg för energi och inomhusklimat, system för individuell energimätning i flerbostadshus samt olika analysverktyg för optimering av ventilationsanläggningar hos industrin.

# Energianvändning i lågenergihus

Analys av mätningar från 97 lägenheter  
med passivhusteknik

*Fredrik Nilsson*  
*Filip Westberg*

© *Fredrik Nilsson och Filip Westberg*  
ISRN LUTVDG/TVIT--12/5033--SE(83)

Avdelningen för installationsteknik  
Institutionen för bygg- och miljöteknologi  
Lunds tekniska högskola  
Lunds universitet  
Box 118  
22100 LUND

# Sammanfattning

**Titel:** Energianvändning i Lågenergihus – Analys av mätningar från 97 lägenheter med passivhusteknik

**Författare:** Fredrik Nilsson och Filip Westberg

**Handledare:** Hans Bagge, Byggnadsfysik, LTH

**Examinator:** Dennis Johansson, Installations- och Klimatiseringslära, LTH

**Problemställning:** Husen i kvarteret Blå Jungfrun är byggda enligt passivhusteknik vilket innebär att bostaden till största del skall värmas av internvärme från elektriska apparater och personer. På grund av brukarnas olika vanor kommer detta innebära en viss spridning i hur mycket komplementvärme som kommer att behöva tillföras utöver internvärmerna. Med detta i åtanke har användningen av hushållsel, komplementvärme samt total- och varmvatten analyserats.

**Syfte:** Studiens syfte är att redovisa profilkurvor och statistik baserat på analys av mätdata och klimatdata från fyra flerbostadshus i området Blå Jungfrun i Stockholm. Denna information skapas för att kunna vara ett stöd i framtida projekteringar och verifieringar som involverar byggnader med passivhusteknik.

**Metod:** Metodiken som ligger till grund för detta examensarbete bygger på bearbetande och analys av mätdata och klimatdata tillhandahållen från flerbostadshusen i Blå Jungfrun. Mätdata är registrerad för 97 lägenheter en gång i timmen under hela året 2011.

**Nyckelord:** Lågenergihus, passivhusteknik, profilkurvor, brukardata, energianvändning.



# Abstract

**Title:** Energy usage in low-energy houses – Analysis of measurements from 97 apartments with passive house technology.

**Authors:** Fredrik Nilsson and Filip Westberg

**Supervisor:** Hans Bagge, Building Physics, LTH

**Examiner:** Dennis Johansson, Heat, ventilation and climate, LTH

**Research question:** The apartment blocks in Blå Jungfrun are built with passive house technology which means that the apartments are to be heated by internal heat gains in the form of electrical appliances and persons. Depending on the varying habits of the users there will be a spread in how much added space heat is going to be needed. With this in mind the usage of household electricity, complementary heating as well as domestic total water usage and domestic hot water usage has been analysed.

**Aim:** The aim of this study is to provide profiles and statistics based on analysis of collected data and climate data from four apartment blocks in Blå Jungfrun. This information is created so that it can be used as support in future projects and as a verification tool that involve buildings made with the passive house technology.

**Method:** The method which this study is built on is processing and analyzing the measured data and the climate data acquired from the apartment blocks in Blå Jungfrun. The collected data is registered for 97 apartments once an hour during the year 2011.

**Key words:** Low energy house, passive house technology, profiles, user data, energy usage.





## Förord

Den här studien har utförts i form av ett examensarbete vid avdelningen Installationsteknik och Klimatiseringslära vid Lunds Tekniska Högskola. Arbetet utgör avslutningen av de båda författarnas studier till civilingenjörer inom Väg & Vatten med inriktning mot Husbyggnadsteknik.

Ett stort tack går ut till Hans Bagge och Dennis Johansson för deras engagemang och de samtal som förts under arbetets gång för att forma studien.

Författarna vill även tacka Johanna Nordström och Robert Astrologo på Skanska samt Karin Ståhl och Pia Hedenskog på Svenska Bostäder för deras bidrag av information och för visat intresse.

Vi vill även passa på att tacka alla andra som visat intresse för vårt examensarbete och för det stöd och hjälp som vi fått under arbetets gång.

*Lund i juli 2012*

*Fredrik Nilsson och Filip Westberg*



# Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Mål och syfte	1
1.3	Metod	2
1.4	Förutsättningar och avgränsningar	3
1.5	Bortfallsanalys	4
2	Litteraturstudie .....	5
2.1	Tidigare forskning	5
2.2	BBR	6
2.3	SVEBY	6
2.4	FEBY	7
2.5	Energibalans	8
2.6	Blå Jungfruns uppbyggnad och tekniska system	10
2.6.1	Lägenhetsstorlek	10
2.6.2	Stomme	11
2.6.3	Ventilation och uppvärmning	11
2.6.4	Vatten	11
2.6.5	SBox	11
3	Resultat och analys.....	13
3.1	Hushållselsanvändning	13
3.1.1	Hushållsel - Varaktighetsdiagram	14
3.1.2	Hushållsel - Årsprofil	15
3.1.3	Hushållsel - Veckoprofil	19
3.1.4	Hushållsel - Dygnsprofil	21
3.2	Komplementvärmeanvändning	23
3.2.1	Komplementvärme - Varaktighetsdiagram	23
3.2.2	Komplementvärme - Årsprofil	24
3.2.3	Komplementvärme - Veckoprofil	28
3.2.4	Komplementvärme - Dygnsprofil	30
3.3	Total elanvändning	31
3.3.1	Total el - Varaktighetsdiagram	31
3.3.2	Total el - Årsprofil	32
3.3.3	Total el - Veckoprofil	35
3.3.4	Total el - Dygnsprofil	37
3.4	Varmvattenanvändning	39
3.4.1	Varmvatten - Varaktighetsdiagram	39
3.4.2	Varmvatten - Årsprofil	40
3.4.3	Varmvatten - Veckoprofil	44
3.4.4	Varmvatten - Dygnsprofil	46
3.5	Total vattenanvändning	48
3.5.1	Totalvatten - Varaktighetsdiagram	48
3.5.2	Totalvatten - Årsprofil	49
3.5.3	Totalvatten - Veckoprofil	52
3.5.4	Totalvatten - Dygnsprofil	54
3.6	Varmvatten, funktion av hushållsel	56
3.6.1	År	57
3.6.2	Vinter	57
3.6.3	Vår	58

3.6.4	Sommar	59
3.6.5	Höst	59
3.7	Komplementvärme, funktion av hushållsel	60
3.7.1	År	61
3.7.2	Vinter	61
3.7.3	Vår	62
3.7.4	Sommar	62
3.7.5	Höst	63
3.8	Komplementvärme, funktion av utomhustemperatur	64
3.8.1	Effektsignatur för uppvärmning	66
3.9	Specialjämförelser	67
3.9.1	Earth Hour	67
3.9.2	Midsommarafton	68
3.9.3	Julafton	69
4	Diskussion och slutsatser.....	71
5	Litteraturförteckning .....	75

# 1 Inledning

Blå Jungfrun är ett kvarter beläget i Hökarängen en mil söder om Stockholm city bestående av fyra lamellhus med totalt 97 lägenheter. Dessa flerbostadshus agerade som ett pilotprojekt för Svenska Bostäder AB. Projektet utfördes i ett samarbete mellan Svenska Bostäder och Skanska som valde att göra detta projekt till ett energieffektivt föredöme för allmännyttan med låg energianvändning som ledord. Ett annat krav som fanns var att hyresnivån inte skulle vara högre jämfört med andra nybyggda lägenheter. Efter diskussioner framkom det krav om att bygga de nya lägenheterna med så kallad passivhusteknik. (Skanska, 2012) Energianalysen som utförts i detta arbete bygger på insamlad mätdata från ovan nämnda bostadsbestånd.

## 1.1 Bakgrund

Från samhällets sida finns idag starka påtryckningar om att bygga energieffektivt och klimatsmart. Alla medlemsländer i Europaunionen har förbundit sig att till 2020 minska sin energianvändning med 20% där energianvändningen från hushåll och kommersiella byggnader står för runt 40% av den totala energianvändningen. Att minska energianvändningen inom denna sektor är således en viktig pusselbit i den totala minskningen. (European Union, 2012)

För att kunna minska energianvändningen i framtida byggnader är det av största vikt att så korrekt som möjligt kunna förutsäga hur nya byggnader kommer att fungera ur ett energiperspektiv redan i projekteringsstadiet. Det finns ett flertal datorhjälpmedel för detta ändamål. När det gäller lågenergibyggnader har man dock ofta missat målet när det gäller överensstämmelse mellan projekterad och faktisk energianvändning. (Bagge, 2011)

För att ett passivhus som koncept ska fungera förutsätts internvärme från apparater och människor. Detta bidrar samtidigt till att spridningen av uppvärmningsbehov varierar stort som en konsekvens av brukarnas vanor. Brukarrelaterad energianvändning står för en stor del av den totala energibalansen för lågenergihus och det är därför viktigt att förstå hur brukarrelaterade användningar varierar under olika omständigheter.

För att förbättra möjligheten att korrekt kunna projektera och verifiera lågenergibyggnaders energianvändning behövs därför djupare kunskap om hur energianvändningen i nya lågenergibyggnader faktiskt ser ut.

## 1.2 Mål och syfte

Detta arbete syftar till att analysera insamlad mätdata gällande brukarrelaterade energiposter från kvarteret Blå Jungfrun under perioden januari 2011 – december 2011.

Analysen syftar till att beskriva och analysera komplementvärme- och hushållselsanvändningen samt kall- och varmvattenanvändningen för kvarteret Blå Jungfrun. Målet är att kunna tillhandahålla statistiska uppgifter angående vatten-, el- och komplementvärmeanvändning över ovan nämnda lågenergibyggnader samt specifika profilkurvor där användningen redovisas på olika tidsskalor.

### 1.3 Metod

I forsknings- och uppföljningssyfte har driftsstatistik från kvarteret Blå Jungfrun samlats in från och med första november 2010. Under denna månad skedde inflyttningar kontinuerligt för att vara helt avklarad den 19 november. Insamling av mätdata har skett fortlöpande och sker än idag vilket gör att det finns en ökande mängd mätdata att använda för framtida analys.

Mätare installerades i varje lägenhet för kall- och varmvattenanvändning samt för användning av hushållsel och tillsatsel för komplementvärme. Även inomhustemperaturen har mätts individuellt för varje lägenhet. Alla mätvärden är tagna med en timmes intervall dygnet runt. Utöver detta har fastighetsel samt grunduppvärmning via fjärrvärme sammanställts månadsvis.

Detta examensarbete har i huvudsak handlat om två delmoment vilka är bearbetning och analys av mätvärden. Insamling av mätvärden har utförts av Svenska Bostäder och har tillhandahållits av Skanska Teknik.

Bearbetningen av mätvärdena bygger på att timvärden har använts för framtagande av dygnsprofiler, dygnsmedelvärden för framtagande av veckoprofiler samtidigt som månadsmedelvärden använts för framtagande av årsprofiler och årsmedelvärden använts för respektive lägenhet för att skapa varaktighetsdiagram. För veckoprofiler och dygnsprofiler har en indelning av årstider nyttjats. Dessa är uppdelade på december-februari (vinter), mars-maj (vår), juni-augusti (sommar) och september-november (höst).

Vid analysering av mätdata är det viktigt att ta hänsyn till hur denna har registrerats. Mätarna på kvarteret Blå Jungfrun ackumulerar användningen till en viss nivå då den registreras. För hushållsel- och komplementvärmeanvändning är detta när 1 kWh har använts och för varm- och kallvatten är mängden 10 liter. Detta innebär att om 2 liter vatten används per timme under en femtimmarsperiod så kommer de första fyra timmarna ha registrerat 0 liter medan den femte timmen kommer att ha registrerat 10 liter vattenanvändning. Detta leder till lokala extremvärden då få mätvärden analyseras eller då det studerade tidsintervallet är kort. Dessa lokala extremvärden kommer dock att försvinna vid ett större urval eller vid längre tidsintervall och bedöms då inte störa resultatet.

Angående mätning av hushållsel sker denna ej separat utan beräknas genom att den totala elenergin för både hushållsel och komplementvärme mäts med en mätare

samtidigt som komplementvärmen även mäts med en separat mätare. Hushållselsanvändningen har därför beräknats genom subtraktion av komplementvärmeanvändningen från den totala elanvändningen. Som en konsekvens av att räkna fram hushållselsanvändningen på detta sätt har det under vissa timmar registrerats en negativ hushållselsanvändning vilket fysiskt inte är möjligt. En möjlig anledning till detta är att de båda elmätarna ej varit synkroniserade vilket lett till att impulser har registrerats med fördröjning mätarna emellan.

Problemet med negativa mätvärden och att det studerade tidsintervallet varit för kort har realiserats vid framtagandet av dygnsprofiler. För att få en mer representativ profil för dygnet har dygnsprofilerna byggts upp genom tolv timvärden istället för tjugofyra. Dessa tolv timvärden bygger således på medelvärdet för den redovisade timmen samt den föregående.

## 1.4 Förutsättningar och avgränsningar

Som förutsättning för detta arbete har driftstatistik för helåret 2011 valts som ingångsdata. De mätvärden som analysen bygger på är följande:

- Komplementvärmeanvändning (el) [kWh]  
Timvärden för varje lägenhet, upplösning 1 kWh
- Total elanvändning [kWh]  
Timvärden för varje lägenhet, upplösning 1 kWh
- Kallvattenanvändning [l]  
Timvärden för varje lägenhet, upplösning 10 l
- Varmvattenanvändning [l]  
Timvärden för varje lägenhet, upplösning 10 l

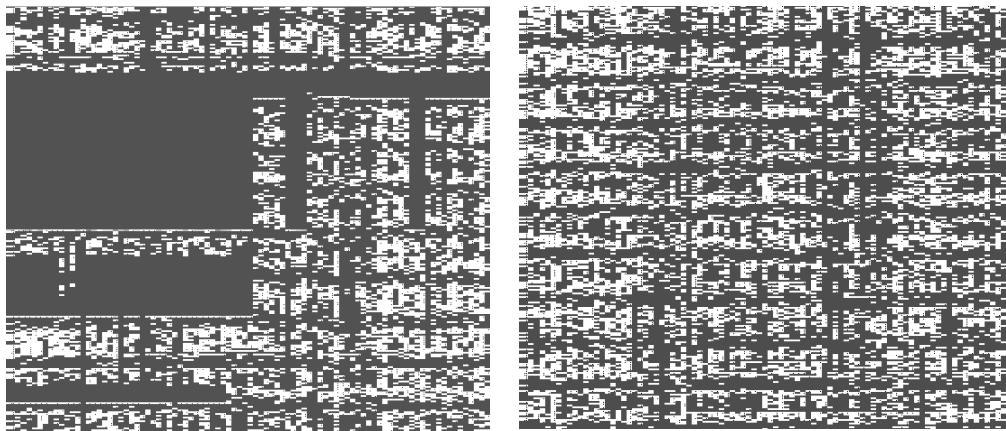
Mätdata avseende utomhustemperaturen är införskaffade från SMHI och är inte mätta på Hökarängen där de studerade byggnaderna ligger utan är baserade på mätvärden i Stockholm stad. Dessa mätvärden är representerade med mätdata var tredje timme, redovisat i °C.

En avgränsning som är gjord i detta arbete är att brukarnas närvaro inte har mätts eller analyserats, eftersom det inte är möjligt att i förväg veta hur många som kommer att bo i en lägenhet vid en viss tidpunkt. På grund av detta har det bortsetts ifrån antalet brukare och istället analyseras användning av hushållsel, komplementvärme samt kall- och varmvatten baserat på kvadratmeter boarea, BOA. Detta är det som en projektering kan ta hänsyn till och inbegriper variationen i närvaro. Inte heller fönstervädringens, solinstrålningens eller vindens inverkan på de brukarrelaterade energiposterna har studerats.

## 1.5 Bortfallsanalys

På grund av problem med mätutrustning eller datainsamling kommer vissa dagar och i vissa fall även hela lägenheter att väljas bort från mätdatan beroende på vad som skall studeras för att få mer korrekt data att basera resultatet på. Dessa bortfall kommer att redovisas i samband med respektive rubrik tillsammans med förklaring till varför dessa datum eller lägenheter ansågs oanvändbara.

För att på ett enkelt sätt få en visuell bild över mätdatan och därigenom kunna göra urval baserat på vad som bör väljas bort, har en funktion i Microsoft Excel kallad villkorsstyrd formatering använts. Med detta verktyg kan siffror representeras med hjälp av färger och en tydlig bild över var det kan finnas problem i utgångsdatan kan produceras.



**Figur 1 - Mätdata före och efter bortfallsredigering**

Den vänstra bilden i Figur 1 visar ursprungsdata som ej är redigerad. På x-axeln finns samtliga lägenheter representerade och på y-axeln tiden. Efterhand som tiden går registreras mätvärden som vita punkter nedåt. Uppehåll i mätdatan syns som mörka fält. Genom att göra ett urval och bortse från särskilda lägenheter och datum ur ursprungsdatan fås den högra bilden i Figur 1. Denna är då rensad från felaktigheter.



## 2 Litteraturstudie

Här presenteras tidigare forskning i ämnet och en beskrivning av de lagar och regler gällande energianvändning som ligger till grund för kvarteret Blå Jungfrun samt en kort genomgång gällande de analyserade husens tekniska uppbyggnad och system.

### 2.1 Tidigare forskning

Ett examensarbete utfört av Johan Carlsson vid Uppsala universitet tar upp problematiken med att energisimuleringar vid projektering ofta underskattar den slutliga byggnadens energianvändning. Hans beräkningar baserat på fem olika objekt visar att husen har haft en faktisk energianvändning överskridande 10-29% de projekterade värdena. Främsta orsakerna som tas upp är bristande uppskattning av tappvarmvattenanvändning, ventilationsflöde, läckage samt hushållsel. (Carlsson, 2012)

Hans Bagge har studerat användandet av hushållsel i sju flerbostadshus med totalt 145 lägenheter byggda i Malmö år 2001. Dessa hus projekterades för att ha en specifik energianvändning inklusive hushållsel understigande 105 kWh/m<sup>2</sup> på årsbasis. Resultatet presenterades som användarprofiler med procentuell användning av medelvärdet för de aktuella studerade tidsintervallen. Bagge kom fram till att det fanns en tydlig variation i hushållselsanvändningen både på årsbasis och över dygnet och att det även skiljde en hel del husen emellan, beroende på vad som var inkopplat på hushållselen i de olika bostadshusen. (Bagge, 2008)

Ridell och Manson har undersökt energiprofiler för hushållselsanvändning på Nya Zeeland där de framgångsrikt tagit fram en modell för att beskriva användarprofiler med hjälp av Fourierserier, summor av olika sinuskurvor. (Ridell & Manson, 1995)

Energianvändning och brukardata för just lågenergihus har studerats för hus byggda av LB-hus. Här mättes hushållsel, uppvärmning, varm- och kallvattenanvändning samt temperaturer inomhus och i ventilationsluften varje timme. Analysen har dock skett på helåret. Effektsignaturer har tagits fram för uppvärmningseffekten kontra utetemperaturen och resultatet av dessa visar liknande tendenser som analysen i detta arbete. Slutsatsen var att husen hade en energianvändning 30% lägre än motsvarande hus byggt utan lågenergiteknik. (Elmroth et al., 2005)

Hushållsels- och varmvattenanvändning har blivit mätt i 72 lägenheter i södra Sverige av Hans Bagge och Dennis Johansson. Här mättes posterna med sex sekunders intervall under en femdagarsperiod under vintern. Mätvärdena integrerades sedan för att simulera längre tidsintervall. Undersökningen visar vikten av att ha högupplöst mätdata att bygga sina användarprofiler på, speciellt då kortare tidsintervall som dygn studeras. (Bagge & Johansson, 2011)

De flesta mätningar som gjorts för vattenanvändning har varit centrala mätningar där möjligheten till lägenheters och brukares individuella profiler gått förlorade. I en rapport framtagen vid SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut har dock tio svenska hushåll mätts under fem månader vid varje tappställe vilket gett ökad information om individuellt brukande. Mätning har skett var tionde minut under tvåmånadersperioder och under sjudagarsperioder har mätningar skett med en minuts intervall för att fånga maxflöden. Resultatet visade stor spridning i brukaranvändningen, både mellan bostadstyper men även mellan dagar. Det framkom även behov av ytterligare mätningar och analyser för att kunna dra mer statistiskt signifikanta slutsatser. (Wahlström et al., 2008)

## 2.2 BBR

Enligt BBR 19, som gäller från den 1 januari 2012 skall bostäder utformas så att byggnadens specifika energianvändning samt genomsnittlig värmegenomgångskoefficient för de byggnadsdelar som omsluter byggnaden inte överstiger speciella gränsvärden. Om byggnaden har elvärme finns dessutom krav på maximal installerad eleffekt för uppvärmning. (Boverket, 2012)

Dessa värden är olika beroende på var i landet byggnaden ligger samt hur uppvärmning sker, med el eller med annat uppvärmningssätt. Dessutom kan högre elenergi och högre eleffekt tillåtas om särskilda förhållanden föreligger.

Byggnadens specifika energianvändning räknas som byggnadens energianvändning i kWh/m<sup>2</sup> och år där kvadratmeter räknas i A<sub>temp</sub>. Hushållsenergi inräknas inte men däremot energi för värme, varmvatten och ventilation. Elvärme räknas som uppvärmningssätt där installerade effekten med elektrisk energi överstiger 10W/m<sup>2</sup>.

För kvarteret Blå Jungfrun, som ligger i klimatzon III, gäller att byggnadens specifika energianvändning ej får överstiga 90 kWh/m<sup>2</sup> A<sub>temp</sub> och år samt att genomsnittlig värmegenomgångskoefficient ej får överstiga 0,40 W/m<sup>2</sup> K. Det ska tilläggas att kvarteret Blå Jungfrun projekterades då BBR 16 gällde, vilket gör gällande att kraven då inte var lika hårt satta. För att få räknas som passivhus ska dock ytterligare krav uppfyllas vilket framgår av kapitel 2.3, FEBY.

## 2.3 SVEBY

SVEBY, Standardisera och Verifiera Energiprestanda för BYggnader, har tagit fram anvisningar för brukarrelaterade poster vid beräkning av energianvändning i bostäder. Dessa gäller för ny- eller tillbyggnad av bostäder, både småhus och flerbostadshus, och är baserade på BBR 16. Syftet med anvisningarna är att kunna använda dessa som standardiserade indata för energiberäkningar baserade på brukaren. Indata för standardiserat brukande behövs för att kunna beskriva olika verksamhetstyper och deras inverkan på energianvändningen, kunna göra energiberäkningar samt för att vara underlag vid dimensionering. (SVEBY, 2009)

Brukarindatan består av bland annat innetemperatur, personvärme, tappvarmvattenanvändning, hushållsel, internvärme med mera och går i sin helhet att finna på SVEBY:s hemsida. Anvisningarna är dock inte anpassade för hus byggda med passivhusteknik utan är baserade på hus byggda enligt den vanliga standarden som BBR kräver. (SVEBY, 2009)

## 2.4 FEBY

FEBY, Forum för Energieffektivt Byggande, har på Energimyndighetens uppdrag tagit fram kravspecifikationer för passivhus i Sverige. Utgångspunkten för dessa krav har varit tyska passivhus samt de passivhusprojekt som genomförts tidigare i Sverige. Kraven har sedan anpassats för svenska förhållanden. (FEBY, 2009)

FEBYs krav på passivhus gäller utöver BBRs minimikrav för byggnader som alltid måste uppfyllas. Precis som för Boverkets byggregler är Sverige indelat i tre klimatzoner och har samma indelning. I detta fall ligger huset i klimatzon III och har därför ett effektkrav  $P_{\max}$  på  $10 \text{ W/m}^2 A_{\text{temp}+\text{garage}}$  för värme vid dimensionerande utetemperatur.

I kravspecifikationen för passivhus finns även en hel del råd och hjälp vid projektering. FEBY har tagit fram beräkningsmodeller och tabellvärden som kan användas vid projektering och specifikt finns tabeller som redovisar vilken faktor årsmedelvärdet skall multipliceras med för att få ut det projekterade behovet för varje månad.

### Månadsvis fördelning av tappvarmvattenflöden

Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
1,13	1,16	1,13	1,09	0,89	0,84	0,71	0,74	0,94	1,09	1,13	1,15

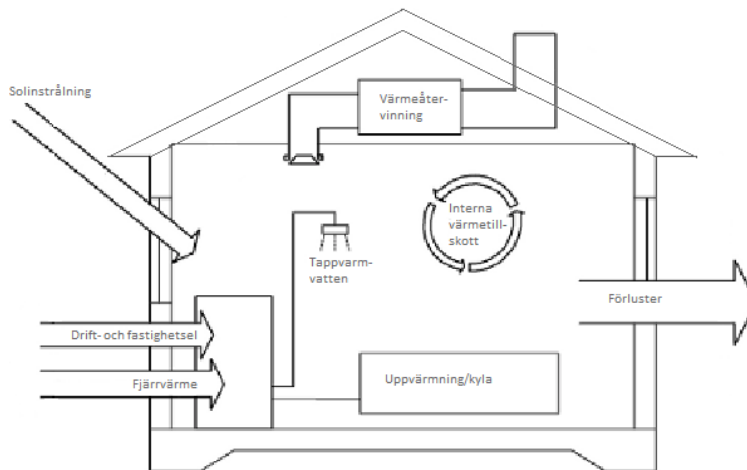
### Månadsvis fördelning av hushållsel

Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
1,25	1,22	1,15	1	0,88	0,78	0,73	0,75	0,83	1	1,16	1,25

Krav ställs även på byggnadens konstruktion samt faktorer för inomhusmiljö såsom ljud och termisk komfort men då dessa ej tas upp i denna studie redovisas dessa ej här.

## 2.5 Energibalans

Detta kapitel beskriver allmänt hur energibalansen för ett lågenergihus ser ut. I äldre hus står uppvärmningen för den största delen av den totala energianvändningen och därav redovisas oftast bara energi för just uppvärmning och tappvarmvatten i energistatistik. Ett lågenergihus har däremot ett mycket lägre behov av uppvärmningsenergi och därav blir det viktigare att även redovisa de andra posterna i energibalansen korrekt. (Abel & Elmroth, 2008)



Figur 2 - Energibalans

Ett bostadshus energibalans bestäms enligt följande formel.

$$\underline{Q_{\text{värme}}} + W = Q_t + Q_i + Q_v + \underline{Q_{\text{tvv}}} + Q_{\text{dr}} + W_f + \underline{W_h} - Q_{\text{vå}} - Q_{\text{tillskott}} - Q_{\text{sol}}$$

De understrukna och fetmarkerade posterna är de som detta examensarbete analyserar helt eller delvis. I övrigt är posterna följande:

- $Q_{\text{värme}}$  = värmebehov vid normal och avsedd användning av huset
- $W$  = elbehov vid normal och avsedd användning av huset
- $Q_t$  = värmeförluster pga. transmission genom byggnadens omslutande ytor
- $Q_i$  = värmeförluster pga. luftläckning genom otätheter i klimatskärmen och/eller förorsakade av vädring
- $Q_v$  = värmebehov för ventilation, räknad som uppvärmning av uteluft till innetemperatur
- $Q_{\text{tvv}}$  = värmebehov för uppvärmning av tappvarmvatten
- $Q_{\text{dr}}$  = distributions- och reglerförluster inne i huset
- $W_f$  = elanvändning för att driva motorer till pumpar och fläktar, drivel till frånluftsvärmepumpar och övrig så kallad fastighetsel
- $W_h$  = hushållselanvändning

- $Q_{v\grave{a}}$  = värme som kan återvinnas och tillgodogöras huset genom installerade ventilationsvärmväxlare, frånluftsvärmepump, avloppsvärmväxlare eller dylikt
- $Q_{tillskott}$  = värmertilskott som kan tillgodogöras för att ersätta värmertilförsel i huset från så kallade internlasters såsom värme från personer, från hushållselanvändning, från tappvarmvatten och eventuellt övriga tillskott inom huset
- $Q_{sol}$  = värmertilskott genom solinstrålning genom fönster som huset kan tillgodogöra

Transmissionsförluster är av stort intresse att minska i lågenergihus. Med detta avses den värmetransport som sker genom byggnadens klimatskal då temperaturen utomhus är kallare än den är i byggnaden. Denna förlust kan begränsas genom god värmeisolering i ytterväggar, tak, golv, dörrar och fönster. Det är även av stor vikt att utföra konstruktionsanslutningar med stor noggrannhet för att göra husen så täta som möjligt.

Luftläckage är av intresse för en energibalans då det vid stort luftläckage påverkar uppvärmningen negativt genom att onödigt mycket uteluft måste värmas upp baserat på den mängd luft som läcker in eller ut genom byggnaden. Detta gäller även fönstervädring under uppvärmningssäsongen då luft snabbt måste ventileras in eller ut genom att öppna ett fönster. När detta behov uppstår kan det i viss mån sägas att ventilationen eller uppvärmningen är dåligt anpassad och bör injusteras.

Ventilationen står för huvuduppvärmningen i en lågenergibyggnad. Tilluften värms upp och rätt luftflöde dimensioneras för respektive rums behov. Frånluftens värme återvinns genom ett FTX-system som värmer upp tilluften. Vid behov finns ofta möjlighet att bruka spetsvärme under de dagar på året då huvuduppvärmningen inte är tillräcklig.

Varmvatten brukas året runt och i varierande grad. Vintertid krävs mer energi för att värma kallvattnet som då är något kallare än under sommaren.

Hushållsel är av stor vikt i en energibalans för lågenergihus men också en av de svåraste att uppskatta. Hur mycket el en lägenhet använder beror till stor del på brukarens vanor. Även om den el som används för apparater och belysning kan minskas genom att välja den effektivaste utrustningen som finns tillgänglig så motverkas det genom ett ökat användande av apparater som datorer och annan hemelektronik. Det talas också om en så kallad dold användning som är apparater som står i stand-by läge. För var och en blir denna elanvändning inte stor men ju fler apparater och ju längre de står standby, desto större blir kostnaden.

En biprodukt till användning av eldrivna apparater är den värme som alstras och som måste tas om hand om. Detta värmertilskott tillsammans med solinstrålning och

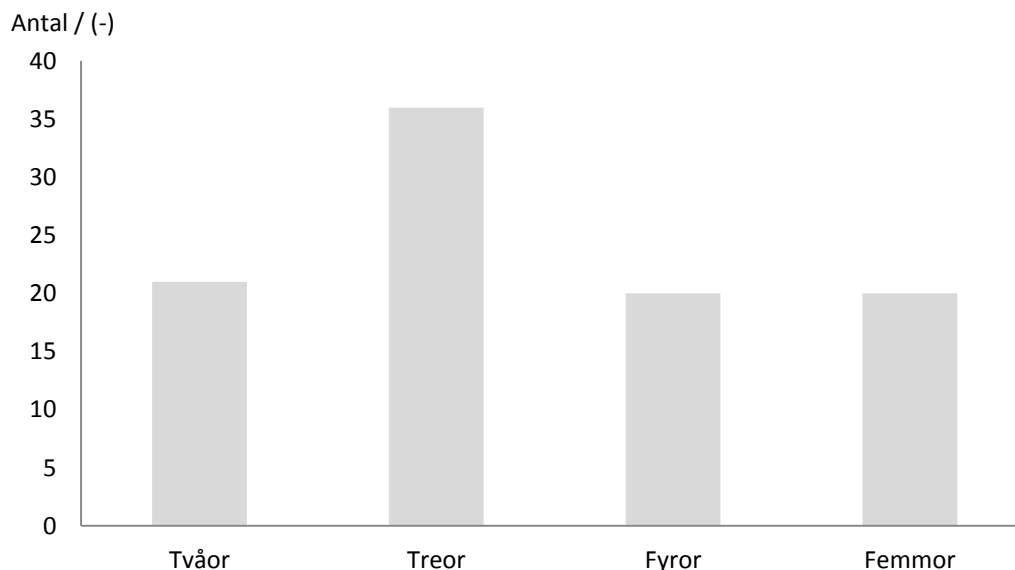
det som personer och dess aktiviteter i huset bidrar med, kan nyttjas för att positivt minska uppvärmningsbehovet. Det kan dock även vara en nackdel sommartid då det kan skapa övertemperaturer inomhus. Trots fördelarna är det alltid fördelaktigt att välja apparater med så låg effekt som möjligt för att få så litet internt värmetilskott som möjligt så att en jämnare nivå hålls som lättare kan dimensioneras efter. El har högre energikvalitet än värme och tillämpas därför bäst till sitt huvudsyfte, här driften av apparatur. Även solinstrålning bör tas i åtanke vid utformning av byggnaden för att undvika övertemperaturer. (Abel & Elmroth, 2008)

## 2.6 Blå Jungfruns uppbyggnad och tekniska system

De studerade husen är byggda enligt svensk passivhusstandard, framtagna av FEBY. Grundtanken med passivhus som koncept är att uppvärmningen av byggnaden ska ske helt och hållet med hjälp av den internvärme som alstras från människor, djur, elektriska apparater och solinstrålning. På detta sätt värms husen upp passivt och ingen extra tillförsel av energi för uppvärmning behövs. För att uppnå detta byggs det välisolerat med undvikande av köldbryggor samt förhållandevis lufttätt. Tätheten bidrar till mindre luftläckage vilket ökar energiprestandan samt minskar risken för fuktskador i konstruktionen. Dessutom krävs ett ventilationssystem med effektiv värmeväxlare för att förlora så lite energi som möjligt via ventilationsluften. (FEBY, 2007)

### 2.6.1 Lägenhetsstorlek

Kvarteret Blå Jungfrun består av 97 lägenheter fördelade på fyra lamellhus på fem till sex våningar. Dessa lägenheter är uppdelade på 21 tvåor på en yta av 53-55m<sup>2</sup>, 37 treor på en yta av 73-86m<sup>2</sup>, 19 fyror på en yta av 87-105m<sup>2</sup> samt 20 femmor på 108-111m<sup>2</sup> vardera. (Svenska Bostäder, 2009)



Figur 3 - Uppdelning av antalet lägenheter efter antal rum

## 2.6.2 Stomme

Stommen för husen i kvarteret Blå Jungfrun är byggda enligt ett patenterat system som heter VerbundShalungs-Technik, VST. Detta system innebär att man använder sig av kvarsittande formelement för både ytter- och innerväggar. Dessa prefabricerade skalformar lyfts på plats på byggarbetsplatsen för att sedan gjutas igen emellan. Detta innebär att man får en snabb byggprocess med hög prefabriceringsgrad och hög byggkvalitet. Känsliga konstruktioner med exempelvis trä och plastfolie undviks därigenom helt. Isoleringen av konstruktionen sker därefter utanpå vilket ger ett kontinuerligt isolerskikt med minimalt med köldbryggor. Den gjutna VST-stommen bidrar även till att konstruktionen blir väldigt lufttät. (VST Nordic AB, 2012)

## 2.6.3 Ventilation och uppvärmning

Ventilationen i byggnaderna är av FTX-typ. Det betyder att varje lägenhet har både från- och tilluft med värmeåtervinning. Värmeåtervinning sker med hjälp av en roterande värmeväxlare vilken tar värme från frånluften och tillför tilluften. Under delar av året räcker det att enbart använda sig av denna värmeåtervinning för att få rätt inneklimat. Därmed finns det inga vanliga radiatorer för uppvärmning. På den kallaste delen av året kan däremot extra värme behöva tillföras och detta sker då med fjärrvärmeuppvärmd tilluft. Denna uppvärmning är gemensam för hela byggnaden och ingår således i grundhyran. Luft från köksfläktar leds direkt ut utan värmeväxling, detta för att inte riskera att sprida matos via ventilationssystemet. (Svenska Bostäder, 2009)

Beroende på hur många som bor i en lägenhet, hur ofta folk är hemma samt hur mycket elektriska apparater som används blir värmetillskottet olika. Detta gör att innetemperaturen kan skilja en hel del lägenheter emellan trots samma tilluftstemperatur. För att kompensera detta har varje lägenhet ett eget individuellt uppvärmningssystem i form av små elradiatorer monterade framför tilluftsdonen för att värma tilluften ytterligare. Dessa komplementvärmare styrs och debiteras individuellt. På detta sätt kan brukaren själv påverka inneklimatet.

För att motverka övertemperaturer på sommaren är balkongerna så pass långt utskjutande att de skyddar underliggande våning från direkt solinstrålning. Översta våningen har ett skydd i form av ett utdraget hustak.

## 2.6.4 Vatten

Tappvarmvatten värms med hjälp av fjärrvärme. Användningen av både kallvatten samt tappvarmvatten debiteras individuellt för varje lägenhet. (Svenska Bostäder, 2009)

## 2.6.5 SBox

I varje lägenhet har en så kallad SBox installerats. Det är en pekskärm som sitter monterad vid entrén och talar om för hyresgästen exakt hur mycket vatten och el

som använts. Man kan dessutom jämföra sin egen användning av de olika posterna med tidigare värden, allt för att det ska vara enkelt för brukaren att följa sina vanor samt att sporra brukaren till att vara så energismart som möjligt. Förutom rena energiposter får hyresgästerna även annan bra information som exempelvis väderleksrapporter samt realtidsinformation om när nästa tunnelbana går. Dessutom kan man boka tid i tvättstugan via SBoxen. (Svenska Bostäder, 2009)



### 3 Resultat och analys

Här presenteras parametrarna hushållsel, komplementvärme samt varmvatten tillsammans med total el- och vattenanvändning under separata kapitel med efterföljande diskussion av resultaten. Därefter visas speciella samband mellan varmvatten och hushållsel samt mellan komplementvärme och hushållsel. För varje mätt parameter redovisas årsprofil, veckoprofil samt dygnsprofil. Utöver dessa tre diagram redovisas även ett varaktighetsdiagram.

Därefter görs en speciell redovisning för komplementvärmeanvändning beroende på utetemperatur. Avslutningsvis redovisas speciella dagars hushållselsanvändning, jämfört med en medeldag under samma period. Bland dessa jämförelser finns Earth Hour, midsommarafton samt julafton med.

Insamlingen av mätdata har ej tagit hänsyn till skiftet mellan sommar- och vintertid. Därför är all mätdata baserad på vintertid.

#### 3.1 Hushållselsanvändning

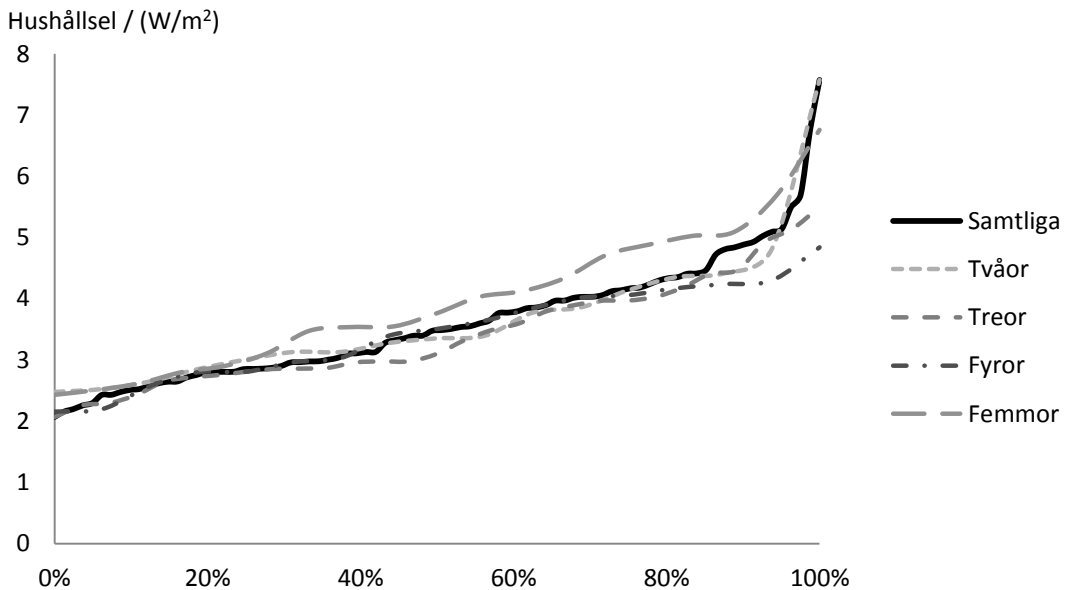
På grund av mätare som ej registrerat mätdata under vissa perioder har 15 lägenheter uteslutits ur statistiken när det gäller årsprofilen. Fyra tvåor, åtta treor, två fyror samt en femma. Datummässigt har den 23 september samt 31 augusti uteslutits på grund av felaktigt registrerad data.

För veckoprofilen har även datumen 15-20 augusti samt 6-7 och 18-19 november uteslutits på grund av ackumulerande mätvärden.

För dygnsprofilen har dessutom den 21 juni, 13, 15, 21 och 25 juli, 2, 4, 8, 22 och 28 augusti, 3, 9, 11 och 18 september, 13 och 28 oktober samt 1, 5 och 25 december uteslutits då dessa dygn hade ackumulerade värden under vissa timmar på dygnet.

### 3.1.1 Hushållsel - Varaktighetsdiagram

Diagrammet nedan visar hushållselanvändningens årsmedelvärde för de olika lägenhetstyperna.

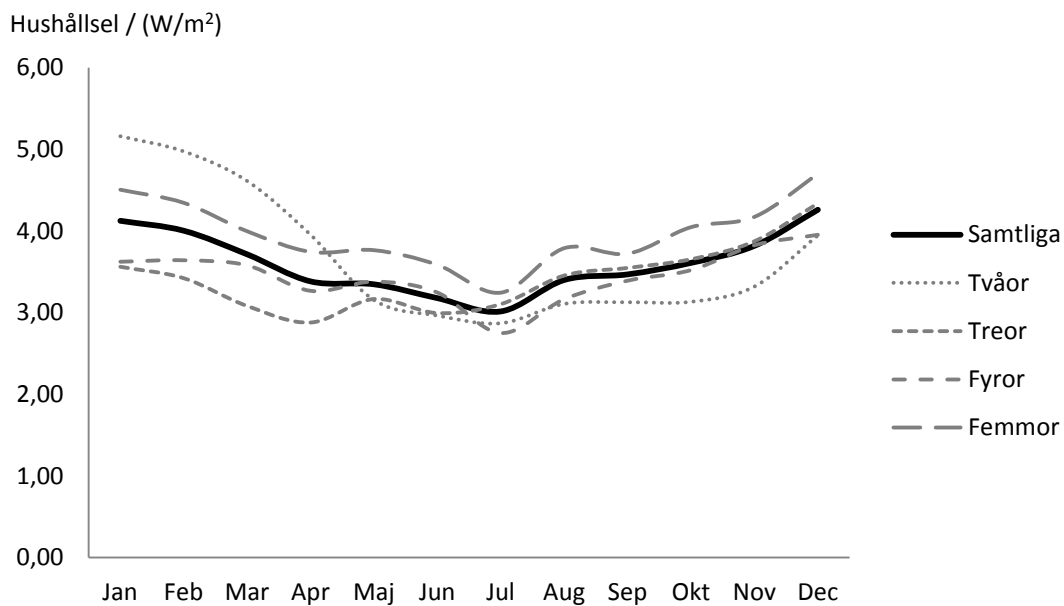


Figur 4 - Varaktighetsdiagram för Hushållselanvändning

Varaktighetsdiagrammet för hushållselanvändningen visar att spridningen är väldigt jämnt fördelad över de olika lägenheterna. Användningen ligger i princip jämnt fördelat mellan 2 W/m<sup>2</sup> och 5 W/m<sup>2</sup> för 96% av brukarna medan de sista 4% använder mellan 5 – 7,5 W/m<sup>2</sup>.

### 3.1.2 Hushållsel - Årsprofil

Årsprofilen presenteras för de olika lägenhetstyperna tvåor, treor, fyror och femmor samt för samtliga lägenhetstyper tillsammans.



Figur 5 - Årsprofil för Hushållselanvändning

Nedan följer statistik för årsprofilen.

**Tabell 1 - Statistik för hushållselanvändning (W/m<sup>2</sup>), månadsmedel för samtliga lägenheter**

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Jan	2,02	4,20	17,89	6,24	4,64	3,89	3,20	2,30	1,67
Feb	2,28	4,07	20,32	6,09	4,44	3,65	2,95	2,35	1,91
Mar	2,19	3,78	20,65	5,72	4,18	3,42	2,75	2,25	1,96
Apr	1,57	3,44	14,12	5,26	4,01	3,10	2,56	1,98	1,37
Maj	1,02	3,32	5,97	5,12	3,85	3,27	2,58	2,09	0,63
Jun	1,08	3,15	7,03	5,13	3,96	3,01	2,40	1,72	0,49
Jul	1,14	2,98	7,64	4,84	3,71	2,81	2,15	1,33	0,82
Aug	1,12	3,36	7,79	5,22	3,78	3,24	2,57	1,91	1,68
Sep	1,13	3,44	7,40	5,44	3,91	3,35	2,63	2,09	1,06
Okt	1,09	3,58	6,85	5,24	4,17	3,44	2,89	2,16	1,19
Nov	1,18	3,77	7,03	5,93	4,55	3,62	3,02	2,18	1,00
Dec	1,45	4,20	7,86	7,03	5,09	3,99	3,16	2,23	1,12

**Tabell 2 - Statistik för hushållselanvändning (W/m<sup>2</sup>), månadsmedel för tvåor**

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Jan	3,77	5,16	17,89	12,14	4,94	4,26	3,27	2,63	2,61
Feb	4,43	4,97	20,32	12,89	4,27	4,13	2,78	2,49	2,35
Mar	4,33	4,61	20,65	10,36	3,98	3,40	2,90	2,53	2,27
Apr	2,75	3,95	14,12	6,72	4,01	3,05	2,70	2,27	1,97
Maj	0,78	3,15	4,49	4,36	3,73	2,98	2,59	2,16	2,00
Jun	0,93	2,96	5,32	4,28	3,30	2,95	2,38	1,75	1,49
Jul	0,99	2,87	4,89	4,77	3,45	2,69	2,32	1,75	1,07
Aug	1,01	3,11	5,63	4,75	3,59	3,00	2,28	2,02	1,91
Sep	1,02	3,13	5,40	4,87	3,64	2,90	2,58	1,95	1,06
Okt	0,96	3,13	5,10	5,07	3,44	3,15	2,71	2,01	1,19
Nov	0,86	3,32	5,38	4,66	3,88	3,13	2,98	2,28	1,78
Dec	1,05	3,94	6,63	5,91	4,14	3,62	3,25	2,92	2,51

**Tabell 3 - Statistik för hushållselanvändning ( $W/m^2$ ), månadsmedel för treor**

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Jan	1,39	3,56	5,49	5,23	4,27	3,70	2,98	1,92	-1,72
Feb	1,50	3,42	6,73	5,22	4,48	3,42	2,60	2,05	-1,82
Mar	1,33	3,08	5,92	4,80	3,66	2,95	2,40	2,04	-1,83
Apr	1,26	2,88	5,64	4,50	3,44	2,83	2,21	1,61	-1,18
Maj	1,15	3,17	5,97	5,38	3,62	2,93	2,49	1,99	0,63
Jun	1,05	2,99	5,10	4,81	3,59	2,83	2,40	1,74	0,49
Jul	1,15	3,10	6,10	4,96	3,98	2,65	2,27	1,76	1,27
Aug	1,25	3,45	6,49	5,97	4,00	3,20	2,61	2,07	1,78
Sep	1,21	3,55	6,69	5,89	4,12	3,31	2,78	2,20	2,04
Okt	1,14	3,65	6,73	5,71	4,17	3,44	2,94	2,39	1,43
Nov	1,43	3,87	7,32	6,76	4,34	3,44	2,89	2,20	1,91
Dec	1,70	4,34	9,09	7,59	4,90	3,79	3,11	2,58	1,35

**Tabell 4 - Statistik för hushållselanvändning ( $W/m^2$ ), månadsmedel för fyror**

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Jan	0,99	3,62	5,91	4,90	4,09	3,60	3,20	2,15	2,14
Feb	0,85	3,64	5,37	5,16	4,05	3,65	3,24	2,35	2,05
Mar	0,96	3,58	5,36	5,26	3,93	3,48	3,21	2,19	1,99
Apr	0,88	3,27	5,26	4,74	3,71	3,24	2,82	2,01	1,88
Maj	0,75	3,38	4,84	4,42	3,88	3,36	2,87	2,09	2,09
Jun	0,78	3,25	4,38	4,17	3,75	3,33	2,85	1,90	1,72
Jul	1,05	2,75	4,18	4,10	3,84	2,88	1,91	1,29	1,14
Aug	0,84	3,16	4,49	4,33	3,65	3,24	2,57	1,84	1,68
Sep	0,88	3,39	4,85	4,60	3,88	3,67	2,94	2,04	1,44
Okt	0,95	3,52	5,09	4,74	4,30	3,48	2,81	2,13	2,02
Nov	1,02	3,82	5,35	5,09	4,68	3,50	3,26	2,34	2,18
Dec	1,39	3,95	6,57	6,40	5,09	3,65	2,82	2,23	2,21

Tabell 5 - Statistik för hushållselanvändning ( $\text{W/m}^2$ ), månadsmedel för femmor

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Jan	1,33	4,51	6,95	6,89	5,26	4,42	3,70	2,85	2,23
Feb	1,33	4,34	7,32	6,21	5,32	4,02	3,55	2,57	2,08
Mar	1,13	4,00	6,18	5,76	4,73	3,72	3,08	2,67	2,51
Apr	1,15	3,74	5,74	5,68	4,57	3,52	2,85	2,46	2,08
Maj	1,24	3,76	5,93	5,45	4,96	3,60	2,78	2,08	1,63
Jun	1,45	3,58	7,03	5,40	4,29	3,61	2,40	1,86	1,14
Jul	1,51	3,24	7,64	5,48	3,70	3,05	2,44	1,71	0,82
Aug	1,35	3,79	7,79	5,70	4,18	3,57	3,18	2,10	1,73
Sep	1,38	3,72	7,40	5,63	4,12	3,67	2,88	2,04	1,65
Okt	1,24	4,05	6,85	6,12	4,86	3,86	3,37	2,38	1,93
Nov	1,32	4,17	6,58	6,29	4,73	3,77	3,65	2,34	1,00
Dec	1,74	4,70	7,86	7,14	5,81	4,72	3,94	1,84	1,12

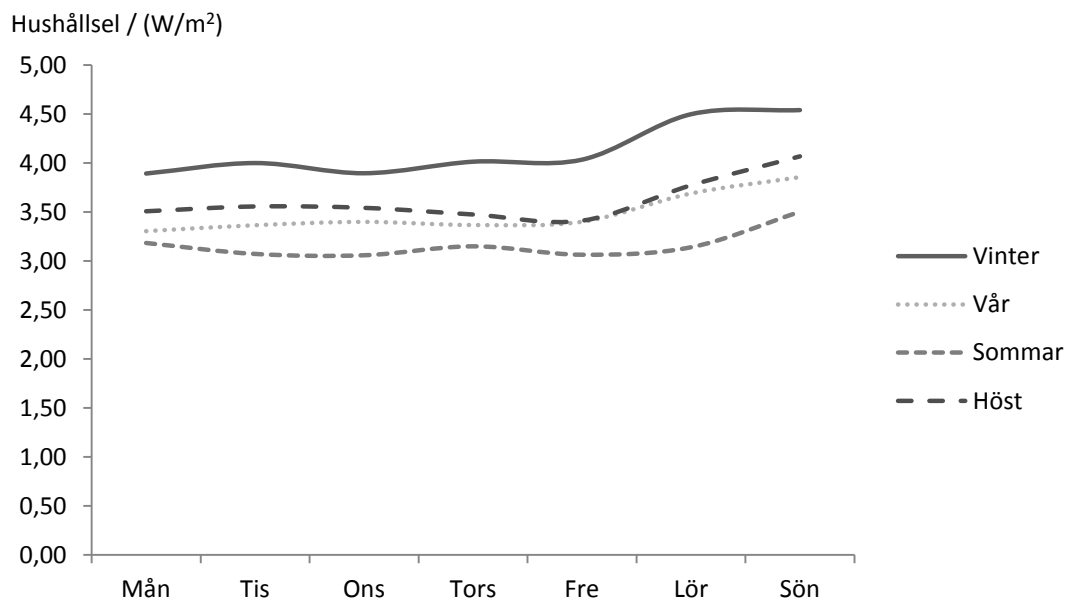
Årsprofilen visar att det finns en relativt jämn användning över året gällande hushållsel. Enligt FEBY får hushållselens proportionerliga användning förutsättas variera mellan 73 och 125 procent av medelanvändningen över året. Detta för att kunna tillgodoräkna sig mer spillvärme under uppvärmningssäsongen än om man endast räknat med ett medelvärde över året (FEBY, 2009). Som synes i tabell 1 används det under den månad som har högst användning,  $4,26 \text{ W/m}^2$  i december och med den månad som har lägst användning,  $3,01 \text{ W/m}^2$  i juli. Detta är en variation motsvarande 83 till 118 procent av medelanvändningen över året vilken låg på  $3,61 \text{ W/m}^2$ .

Angående skillnaden mellan lägenhetstyper har tvåorna det högsta medelvärdet av alla lägenhetstyper fram till och med maj och är därefter lägst resten av året. Detta beror troligtvis på att dessa lägenheter tillsammans har lägst area att fördela sin användning på. Ett fåtal lägenheter hade osedvanligt hög användning under denna period och sällade sig sedan till en användning som vara mycket mer lik de andra tvåorna. Det låga antalet lägenheter som har mätts gör att avvikelser lättare slår igenom i det statistiska materialet för tvåorna, något som syns tydligt i standardavvikelsen under de första månaderna.

Årsprofilmässigt är det dock inga större skillnader lägenhetstyperna emellan. Det går tydligt att se att användningen är lägre sommartid och högre vintertid.

### 3.1.3 Hushållsel - Veckoprofil

Veckoprofilen presenteras för de fyra olika årstiderna vinter, vår, sommar och höst.



Figur 6 - Veckoprofil för Hushållselanvändning

Nedan följer statistik för veckoprofilen.

Tabell 6 - Statistik för hushållselanvändning (W/m<sup>2</sup>), dygnsmedel för vintervecka, dec-feb

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Mån	1,69	3,89	13,93	6,44	4,44	3,49	2,96	2,26	1,32
Tis	1,76	4,00	15,09	6,43	4,53	3,59	3,02	2,32	2,03
Ons	1,65	3,90	14,20	5,87	4,41	3,63	2,96	2,35	1,43
Tors	1,67	4,01	13,40	6,33	4,42	3,63	3,02	2,39	1,79
Fre	1,76	4,03	14,03	6,72	4,49	3,72	3,01	2,27	2,17
Lör	1,64	4,50	11,63	7,60	5,39	4,10	3,44	2,59	1,70
Sön	1,70	4,54	13,93	6,97	5,28	4,42	3,43	2,57	2,11

**Tabell 7 - Statistik för hushållselanvändning (W/m<sup>2</sup>), dygnsmedel för vårvecka, mar-maj**

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Mån	1,30	3,30	11,01	5,25	3,71	3,04	2,58	2,05	0,79
Tis	1,42	3,37	11,69	5,49	3,81	3,03	2,57	2,09	0,70
Ons	1,56	3,40	13,46	5,31	3,94	3,14	2,43	1,81	0,72
Tors	1,61	3,37	13,81	5,65	3,75	3,07	2,46	1,92	0,41
Fre	1,57	3,40	13,99	5,38	3,76	3,34	2,43	1,83	1,21
Lör	1,35	3,69	10,37	5,88	4,37	3,48	2,82	1,92	1,06
Sön	1,38	3,86	11,36	5,77	4,52	3,71	2,92	2,19	1,51

**Tabell 8 - Statistik för hushållselanvändning (W/m<sup>2</sup>), dygnsmedel för sommarvecka, jun-aug**

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Mån	1,06	3,18	7,92	4,90	3,68	3,08	2,44	1,90	1,53
Tis	1,13	3,07	7,26	5,25	3,63	2,89	2,34	1,71	1,18
Ons	1,12	3,06	7,07	4,83	3,59	2,75	2,29	1,67	1,28
Tors	1,05	3,15	7,13	5,22	3,61	2,97	2,49	1,79	1,35
Fre	1,06	3,06	7,32	4,72	3,61	2,88	2,29	1,76	1,45
Lör	1,14	3,14	7,95	5,03	3,84	3,01	2,34	1,64	1,44
Sön	1,11	3,50	7,49	5,40	4,18	3,43	2,70	1,96	1,57

**Tabell 9 - Statistik för hushållselanvändning (W/m<sup>2</sup>), dygnsmedel för höstvecka, sep-nov**

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Mån	1,11	3,51	7,26	5,33	4,08	3,26	2,86	1,91	0,98
Tis	1,22	3,56	7,81	5,86	4,22	3,39	2,71	2,08	1,09
Ons	1,14	3,54	6,83	5,50	4,28	3,37	2,76	2,13	1,03
Tors	1,18	3,47	7,14	5,42	4,20	3,23	2,58	2,04	0,97
Fre	1,13	3,41	6,99	5,63	3,99	3,24	2,65	1,79	1,52
Lör	1,24	3,77	7,80	6,17	4,58	3,58	3,02	2,07	1,29
Sön	1,26	4,07	7,44	6,49	4,81	3,80	3,23	2,29	1,24

Veckoprofilerna bekräftar årsprofilens variation i hushållselanvändning över året där det fastställdes att användningen är högst vintertid och lägst sommartid.

Användningen av hushållsel under veckan visar ett tydligt mönster. Oberoende av årstid finns en konstant användning av el under vardagarna med en topp under helgen. Denna topp är mer uttalad under den kallare delen av året vilket troligtvis beror på att man vistas mer inomhus under helgerna då det är kallt ute. Så fort värmen kommer vill man hellre vara utomhus när man är ledig. En annan anledning är att behovet av belysning minskar sommartid på grund av att solen är framme fler timmar om dygnet än vintertid.

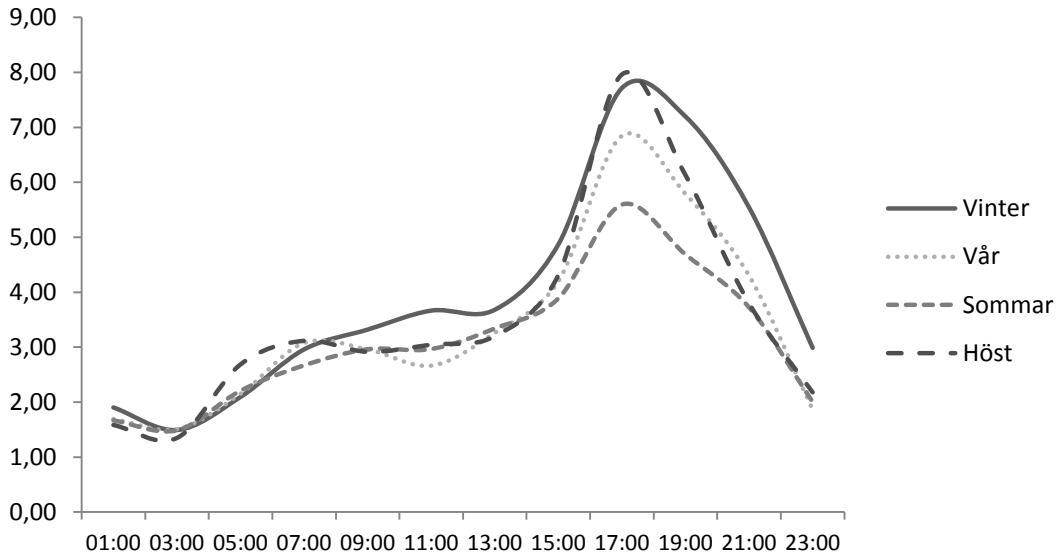


Vinterprofilen är dessutom den profil som uppvisar störst spridning över hushållselanvändningen. Standardavvikelsen visar på att det finns en större variation i hushållselanvändningen under vintern jämfört med sommaren.

### 3.1.4 Hushållsel - Dygnsprofil

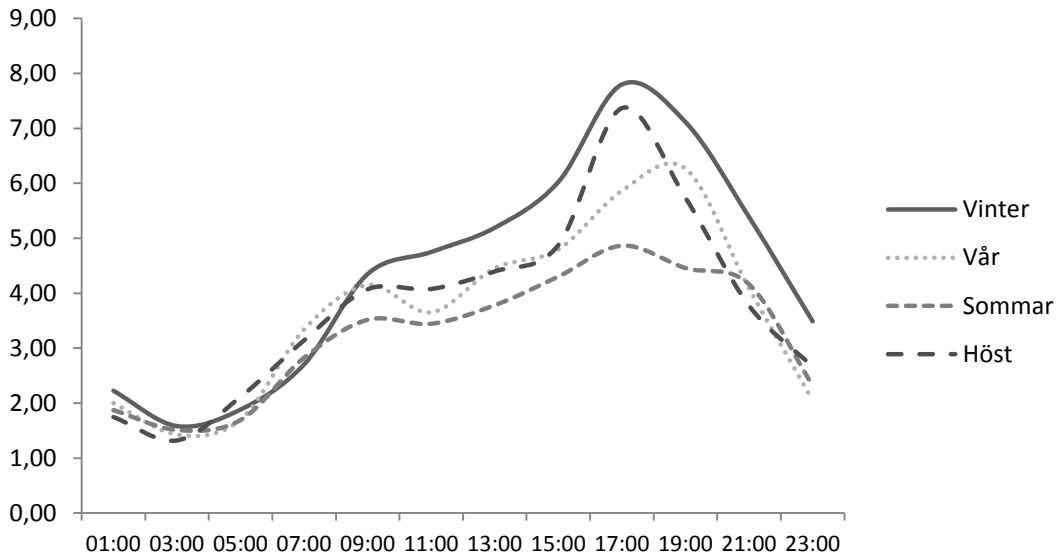
Dygnsprofilerna presenterar variationen över ett vardagsdygn respektive ett helgdygn.

Hushållsel / (W/m<sup>2</sup>)



Figur 7 – Vardag, mån-tor

Hushållsel / (W/m<sup>2</sup>)



Figur 8 – Helgdag, fre-sön

Dygnsprofilen skiljer sig en aning mellan vardag och helgdag men en hel del likheter kan skönjas. Båda profilerna visar att hushållselanvändningen är som lägst under natten med en ökning på morgonkvisten. Under dagen är sedan användningen relativt konstant för att sedan ytterligare öka på sen eftermiddag. Den tydligaste toppen ligger kring klockan 17:00.

Skillnaden mellan vardagsprofil och helgprofil är att användningen mitt på dagen är högre under helgen jämfört med vardagen samt att kvällstoppen är tydligare och större under vardagen jämfört med helgen. Dock finns kvällstoppen även under helgen.

## 3.2 Komplementvärmeanvändning

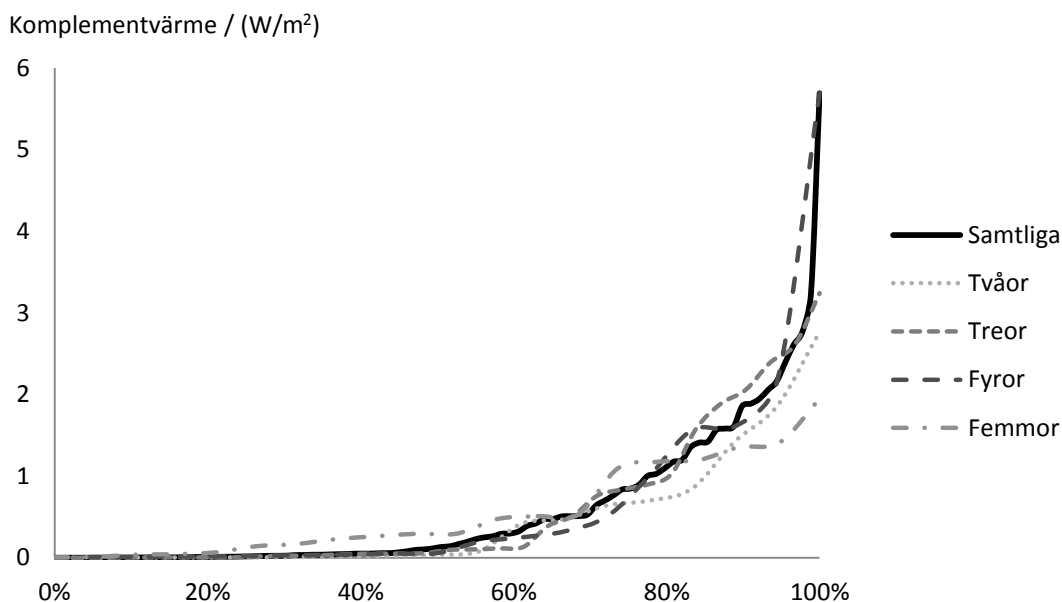
På grund av mätare som ej registrerat mätdata under vissa perioder har sju lägenheter uteslutits ur statistiken när det gäller årsprofilen. Två tvåor och fem treor. Datummässigt har den 31 augusti uteslutits på grund av avsaknad av data.

För veckoprofilen har även datumen 15-18 augusti samt 6-7 och 18-19 november uteslutits på grund av ackumulerande mätvärden.

För dygnsprofilen har dessutom den 8, 22 och 28 augusti, 3, 9 och 18 september, 13 och 28 oktober samt 5 och 25 december uteslutits då dessa dygn hade ackumulerade värden under vissa timmar på dygnet.

### 3.2.1 Komplementvärme - Varaktighetsdiagram

Diagrammet nedan visar komplementvärmeanvändningens årsmedelvärde för de olika lägenhetstyperna.



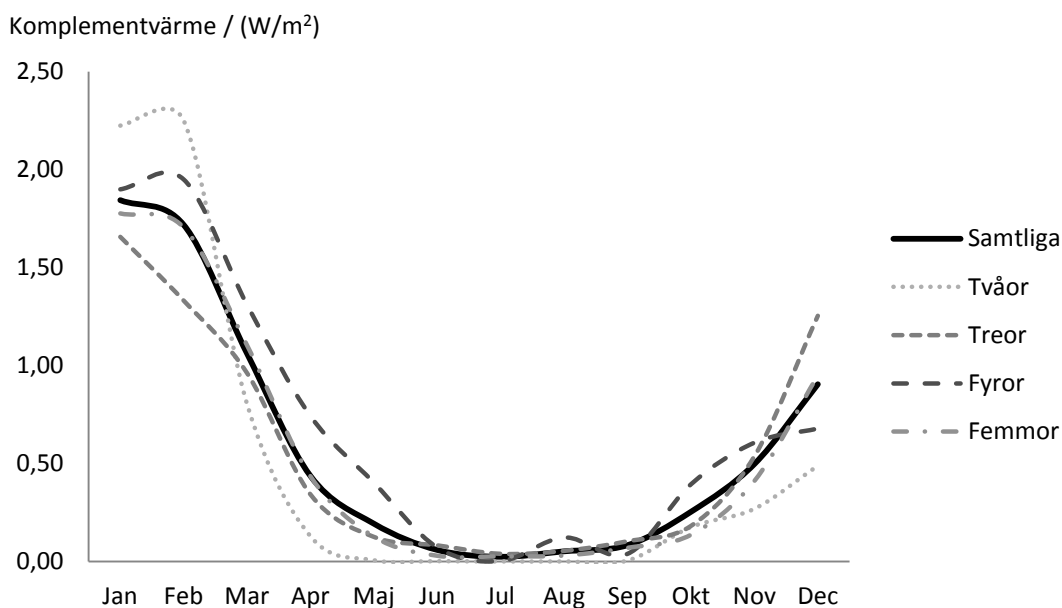
Figur 9 - Varaktighetsdiagram för Komplementvärmeanvändning

Som kan tydas ur diagrammet står en liten del av brukarna för en väldigt stor del av komplementvärmeanvändningen under året. Detta kan även utläsas ur den kommande statistiken i tabellform.

En analys har gjorts över vilken typ av lägenheter som ligger över 75-percentilen i varaktighetsdiagrammet gällande komplementvärmeanvändning. Det visar sig att dessa 25 procentenheter, är representerade av 48% gavellägenheter och 44% mittlägenheter samt 6% ovanvåningslägenheter. Detta tyder på att huset är väldigt välisolerat och att ytterväggsarean inte direkt påverkar brukandet av komplementvärme.

### 3.2.2 Komplementvärme - Årsprofil

Årsprofilen presenteras för de olika lägenhetstyperna tvåor, treor, fyror och femmor samt för samtliga lägenhetstyper tillsammans.



Figur 10 - Årsprofil för Komplementvärmeanvändning

Nedan följer statistik för årsprofilen.

Tabell 10 - Statistik för komplementvärmeanvändning (W/m<sup>2</sup>), månadsmedel för samtliga lägenheter

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Jan	2,63	1,84	9,82	8,56	3,05	0,55	0,03	0,00	0,00
Feb	2,47	1,72	9,80	7,08	2,76	0,27	0,02	0,00	0,00
Mar	1,90	1,06	10,87	4,98	1,20	0,07	0,00	0,00	0,00
Apr	1,19	0,44	9,08	2,52	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
Maj	0,74	0,19	5,23	0,97	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Jun	0,24	0,06	1,89	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jul	0,11	0,02	0,93	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aug	0,19	0,05	1,21	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sep	0,37	0,08	2,69	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Okt	0,93	0,25	7,21	1,55	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Nov	1,30	0,50	9,39	3,07	0,23	0,01	0,00	0,00	0,00
Dec	1,62	0,90	7,97	4,30	1,13	0,04	0,00	0,00	0,00

**Tabell 11 - Statistik för komplementvärmeanvändning (W/m<sup>2</sup>), månadsmedel för tvåor**

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Jan	3,32	2,05	9,82	8,88	2,35	0,10	0,00	0,00	0,00
Feb	3,11	2,11	9,15	8,77	3,02	0,08	0,00	0,00	0,00
Mar	1,66	0,78	6,77	3,49	0,78	0,02	0,00	0,00	0,00
Apr	0,31	0,12	1,16	0,82	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
Maj	0,02	0,01	0,10	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jun	0,01	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jul	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aug	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sep	0,02	0,01	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Okt	0,57	0,16	2,51	0,51	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Nov	0,70	0,26	2,95	1,11	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Dec	0,89	0,47	3,16	1,95	0,47	0,00	0,00	0,00	0,00

**Tabell 12 - Statistik för komplementvärmeanvändning (W/m<sup>2</sup>), månadsmedel för treor**

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Jan	2,57	1,67	8,80	7,40	3,13	0,22	0,02	0,00	0,00
Feb	2,22	1,30	8,97	5,24	1,98	0,04	0,00	0,00	0,00
Mar	1,78	1,02	6,30	5,09	1,42	0,02	0,00	0,00	0,00
Apr	0,96	0,42	3,61	3,07	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00
Maj	0,69	0,21	2,97	1,38	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Jun	0,36	0,10	1,89	0,55	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Jul	0,18	0,05	0,93	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aug	0,24	0,05	1,33	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sep	0,57	0,16	2,67	0,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Okt	0,75	0,29	3,16	1,96	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Nov	1,21	0,61	3,81	3,57	0,47	0,00	0,00	0,00	0,00
Dec	2,06	1,25	7,97	5,05	2,10	0,02	0,00	0,00	0,00

Tabell 13 - Statistik för komplementvärmeanvändning ( $W/m^2$ ), månadsmedel för fyror

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Jan	2,89	1,99	8,75	7,89	2,91	0,30	0,09	0,00	0,00
Feb	2,96	2,04	9,80	7,10	3,22	0,33	0,08	0,00	0,00
Mar	2,71	1,38	10,87	4,93	0,97	0,07	0,02	0,00	0,00
Apr	2,16	0,78	9,08	3,98	0,24	0,01	0,00	0,00	0,00
Maj	1,30	0,42	5,23	2,79	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00
Jun	0,21	0,07	0,69	0,67	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Jul	0,01	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aug	0,32	0,13	1,12	0,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sep	0,17	0,04	0,72	0,08	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Okt	1,65	0,41	7,21	1,08	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00
Nov	2,15	0,64	9,39	2,24	0,07	0,01	0,00	0,00	0,00
Dec	1,40	0,71	5,59	2,78	0,63	0,04	0,00	0,00	0,00

Tabell 14 - Statistik för komplementvärmeanvändning ( $W/m^2$ ), månadsmedel för femmor

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Jan	1,75	1,78	5,58	5,29	2,96	1,17	0,53	0,01	0,01
Feb	1,61	1,70	5,11	4,39	2,44	1,31	0,37	0,01	0,00
Mar	1,42	1,10	5,05	3,42	1,98	0,44	0,08	0,00	0,00
Apr	0,60	0,43	1,86	1,54	0,83	0,08	0,00	0,00	0,00
Maj	0,30	0,13	1,07	0,85	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Jun	0,11	0,03	0,49	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jul	0,07	0,03	0,27	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aug	0,12	0,03	0,55	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sep	0,28	0,07	1,28	0,12	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Okt	0,39	0,14	1,69	0,67	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00
Nov	0,76	0,41	2,85	1,93	0,35	0,04	0,00	0,00	0,00
Dec	1,54	0,95	6,38	2,88	1,46	0,22	0,02	0,00	0,00

Årsprofilen visar tydligt komplementvärmeanvändningens variation över året för de olika lägenhetstyperna. Lägenhetstyperna emellan har dock inte så stor skillnad i användning. Det som kan utläsas är att fyror är den lägenhetstyp som har högst användning av komplementvärme per kvadratmeter. Tvåorna är den lägenhetstyp med lägst komplementvärmeanvändning per kvadratmeter om man bortser ifrån toppen i början av året.

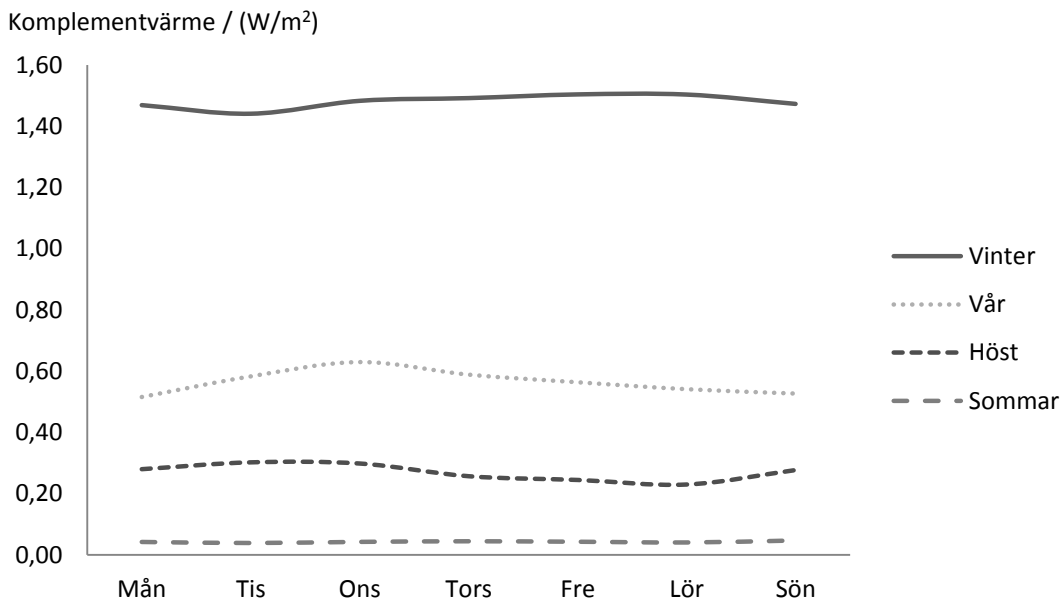
Intressant är att användningen var betydligt högre under början av året än slutet av året. Detta kan bero på skillnader i utomhusklimatet eller det faktum att huset är relativt nybyggt och att det kan finnas mer byggfukt kvar i betongen som kräver en högre energianvändning för att torka ut huset under första vintern än andra vintern.

Då komplementvärmen inte är huvudsaklig uppvärmningskälla, utan tänkt som ett komplement, ska den inte användas av alla. Om det är så att den används i stor utsträckning, betyder det att den huvudsakliga uppvärmningskällan under kalla dagar, nämligen fjärrvärmeuppvärmning av tilluften, är för låg.

Det är värt att kommentera att medelvärdet inte alltid är det mest användbara statistiska måttet att använda för dimensionering. Även om medelvärdet är högt visar medianvärdet tillsammans med de olika percentilerna att de flesta lägenheter faktiskt inte har någon komplementvärmeanvändning alls. Det är alltså få lägenheter med väldigt hög användning som gör att medelvärdet ligger högt.

### 3.2.3 Komplementvärme - Veckoprofil

Veckoprofilen presenteras för de fyra olika årstiderna vinter, vår, sommar och höst.



Figur 11 - Veckoprofil för Komplementvärmeanvändning

Nedan följer statistik för veckoprofilen.

Tabell 15 - Statistik för komplementvärmeanvändning (W/m<sup>2</sup>), dygnsmedel för vintervecka, dec-feb

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Mån	1,99	1,47	7,99	5,28	2,28	0,40	0,03	0,00	0,00
Tis	1,99	1,44	7,94	5,30	2,36	0,33	0,00	0,00	0,00
Ons	2,06	1,48	8,48	5,57	2,46	0,32	0,00	0,00	0,00
Tors	2,05	1,49	8,49	5,43	2,32	0,42	0,01	0,00	0,00
Fre	2,09	1,50	9,73	5,46	2,42	0,46	0,00	0,00	0,00
Lör	1,99	1,50	8,89	5,55	2,43	0,61	0,05	0,00	0,00
Sön	2,00	1,47	8,12	5,31	1,99	0,60	0,04	0,00	0,00



**Tabell 16 - Statistik för komplementvärmeanvändning ( $W/m^2$ ), dygnsmedel för vårvecka, mar-maj**

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Mån	1,12	0,52	7,95	2,58	0,58	0,03	0,00	0,00	0,00
Tis	1,20	0,58	8,38	2,72	0,65	0,05	0,00	0,00	0,00
Ons	1,31	0,63	9,12	3,06	0,68	0,06	0,00	0,00	0,00
Tors	1,25	0,59	8,94	2,82	0,57	0,03	0,00	0,00	0,00
Fre	1,19	0,56	8,29	2,72	0,60	0,03	0,00	0,00	0,00
Lör	1,15	0,54	8,01	3,04	0,55	0,03	0,00	0,00	0,00
Sön	1,13	0,53	8,01	2,74	0,50	0,04	0,00	0,00	0,00

**Tabell 17 - Statistik för komplementvärmeanvändning ( $W/m^2$ ), dygnsmedel för sommarvecka, jun-aug**

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Mån	0,17	0,04	1,35	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tis	0,16	0,04	1,35	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ons	0,17	0,04	1,31	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tors	0,17	0,04	1,31	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fre	0,17	0,04	1,25	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lör	0,17	0,04	1,37	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sön	0,18	0,05	1,46	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

**Tabell 18 - Statistik för komplementvärmeanvändning ( $W/m^2$ ), dygnsmedel för höstvecka, sep-nov**

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Mån	0,89	0,30	6,51	1,86	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00
Tis	0,93	0,32	6,78	1,88	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Ons	0,90	0,32	6,58	1,68	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00
Tors	0,77	0,26	5,45	1,45	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Fre	0,76	0,27	5,27	1,53	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00
Lör	0,78	0,26	5,70	1,61	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00
Sön	0,84	0,29	6,28	1,73	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00

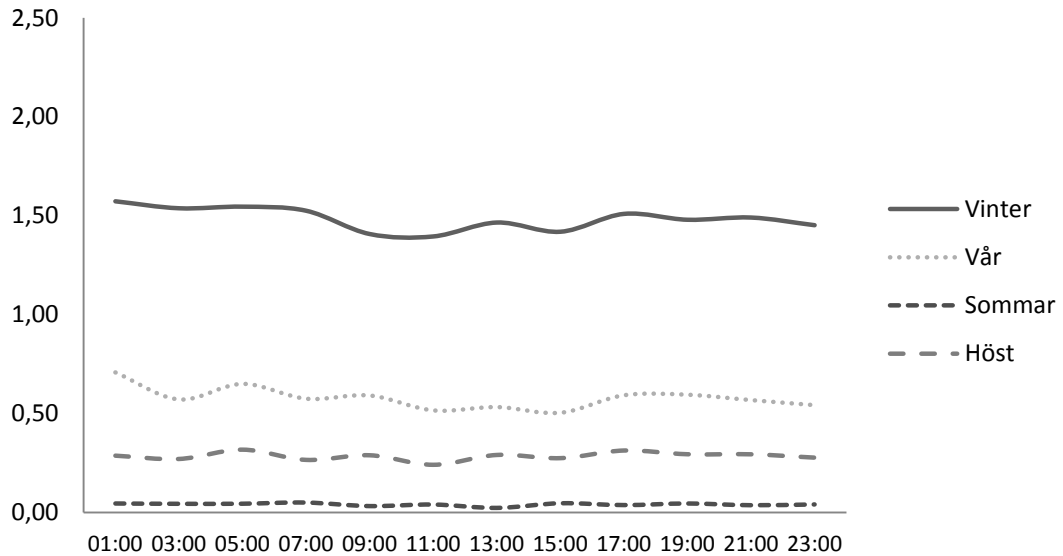
Veckoprofilen visar inte upp samma tendens som för hushållselanvändningen, att användningen skulle vara större på helgen. Det finns inte heller några tendenser att komplementvärmes användning är mindre under helgen då man oftast är mer hemma.

Det man dock kan se är att det finns en tydlig skillnad i användande av komplementvärme mellan vår och höst. Troligtvis beroende på solinstrålningens variation mellan de olika årstiderna samt skillnader i utetemperatur. Just utetemperaturens inverkan på användandet av komplementvärme kommer att undersökas vidare i kommande kapitel.

### 3.2.4 Komplementvärme - Dygnsprofil

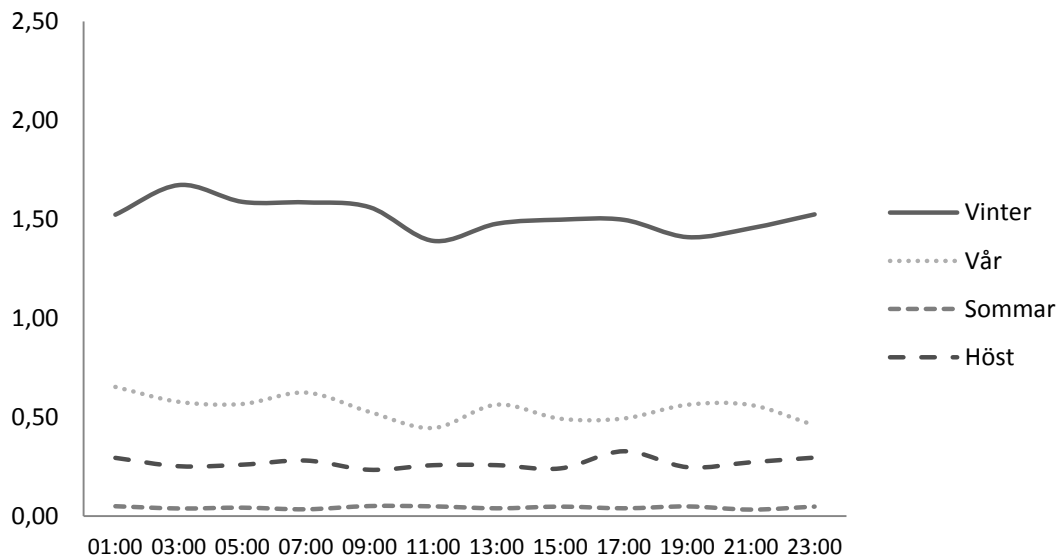
Dygnsprofilerna presenterar variationen över ett vardagsdygn respektive ett helgdygn.

Komplementvärme / (W/m<sup>2</sup>)



Figur 12 – Vardag, mån-tor

Komplementvärme / (W/m<sup>2</sup>)



Figur 13 – Helgdag, fre-sön

För dygnsprofilen gällande komplementvärmeanvändningen är spridningen i användningen störst under vintern och minst under sommaren. För skillnader mellan vardagsprofilen respektive helgprofilen kan inga direkta slutsatser dras.

### 3.3 Total elanvändning

Totalel innebär en sammanslagning av både hushållselen och el för komplementvärmen. Denna är intressant att analysera då detta är den totala mängd el som tillförs lägenheterna och som således även bidrar till uppvärmning av desamma. Profilkurvorna blir således en summering av de båda tidigare studerade parametrarnas kurvor.

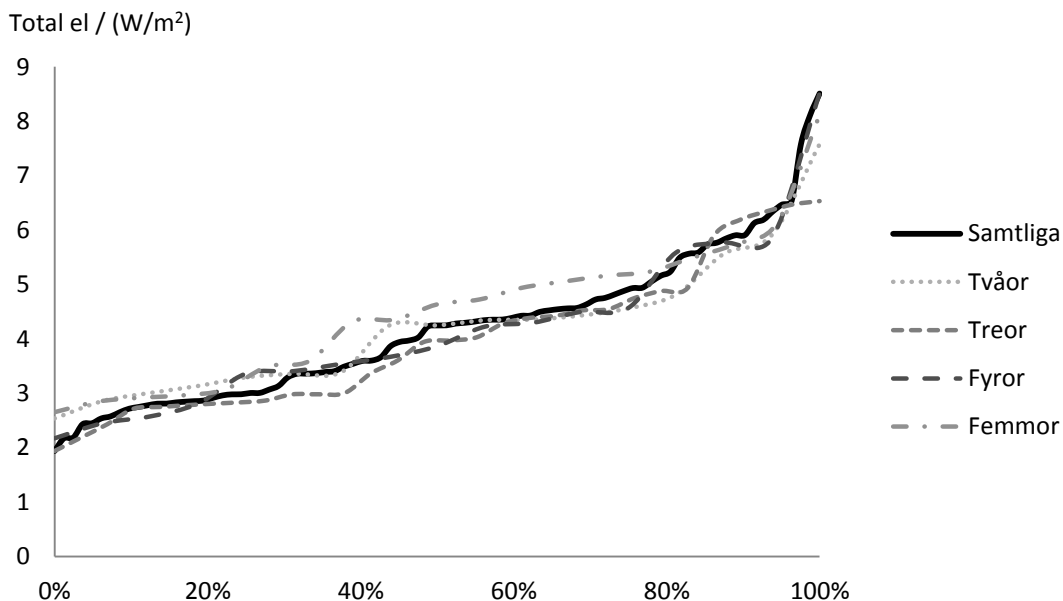
På grund av mätare som ej registrerat mätdata under vissa perioder har 15 lägenheter uteslutits ur statistiken när det gäller årsprofilen. Fyra tvåor, åtta treor, två fyror samt en femma. Datummässigt har även den 23 september samt 31 augusti uteslutits på grund av felaktigt registrerad data.

För veckoprofilen har dessutom datumen 15-20 augusti samt 6-7 och 18-19 november uteslutits på grund av ackumulerande mätvärden.

För dygnsprofilen har även 21 juni, 13, 15, 21 och 25 juli, 2, 4, 8, 22 och 28 augusti, 3, 9, 11 och 18 september, 13 och 28 oktober samt 1, 5 och 25 december uteslutits då dessa dygn hade ackumulerade värden under vissa timmar på dygnet.

#### 3.3.1 Total el - Varaktighetsdiagram

Diagrammet nedan visar den totala elanvändningens årsmedelvärde för de olika lägenhetstyperna.



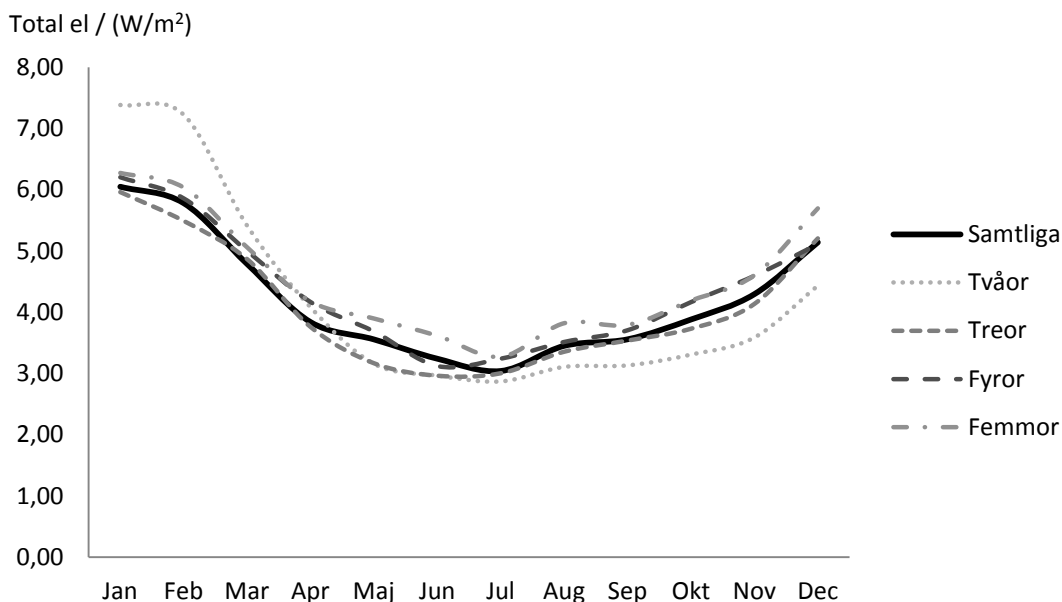
Figur 14 - Varaktighetsdiagram för Hushållselanvändning

Varaktighetsdiagrammet för den totala elanvändningen visar att spridningen är väldigt jämnt fördelad över de olika lägenheterna. Användningen ligger i princip

jämnt fördelat mellan  $2 \text{ W/m}^2$  och  $6 \text{ W/m}^2$  för 97% av brukarna medan de sista 3% använder mellan  $6 - 9 \text{ W/m}^2$ .

### 3.3.2 Total el - Årsprofil

Årsprofilen presenteras för de olika lägenhetstyperna tvåor, treor, fyror och femmor samt för samtliga lägenhetstyper tillsammans.



Figur 15 - Årsprofil för total elanvändning

Nedan följer statistik för årsprofilen.

Tabell 19 - Statistik för total elanvändning ( $\text{W/m}^2$ ), månadsmedel för samtliga lägenheter

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Jan	3,24	6,05	17,89	11,89	7,73	4,88	3,74	2,65	1,47
Feb	3,22	5,78	20,35	11,05	7,33	4,99	3,52	2,52	1,80
Mar	2,78	4,79	20,65	8,59	5,47	4,06	2,98	2,36	1,31
Apr	1,91	3,84	14,12	6,49	4,33	3,43	2,77	2,06	1,88
Maj	1,35	3,56	8,65	6,01	4,08	3,36	2,59	2,10	0,63
Jun	1,14	3,24	7,03	5,21	4,01	3,17	2,41	1,73	0,49
Jul	1,20	3,04	7,64	4,89	3,76	2,85	2,17	1,33	0,82
Aug	1,14	3,45	7,79	5,46	3,96	3,30	2,68	2,02	1,68
Sep	1,25	3,56	7,89	5,58	4,07	3,39	2,65	2,15	1,06
Okt	1,50	3,88	10,03	6,04	4,60	3,62	2,94	2,19	1,19
Nov	1,86	4,30	12,70	7,26	5,04	3,87	3,10	2,33	1,25
Dec	2,33	5,14	12,29	9,34	6,34	4,77	3,31	2,29	1,13

**Tabell 20 - Statistik för total elanvändning (W/m<sup>2</sup>), månadsmedel för tvåor**

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Jan	4,41	7,39	17,89	14,19	10,80	4,94	4,08	3,18	3,12
Feb	4,83	7,23	20,35	14,47	10,04	5,03	3,27	2,73	2,53
Mar	4,38	5,41	20,65	11,95	5,40	4,16	2,97	2,78	2,64
Apr	2,69	4,08	14,12	6,76	4,01	3,48	2,98	2,49	2,40
Maj	0,79	3,16	4,59	4,38	3,73	2,98	2,59	2,16	2,00
Jun	0,94	2,96	5,35	4,28	3,30	2,95	2,38	1,75	1,49
Jul	0,99	2,87	4,89	4,77	3,45	2,69	2,32	1,75	1,07
Aug	1,01	3,11	5,63	4,75	3,59	3,00	2,28	2,02	1,91
Sep	1,03	3,13	5,46	4,88	3,64	2,90	2,58	1,95	1,06
Okt	1,13	3,31	5,66	5,21	3,54	3,20	2,71	2,01	1,19
Nov	1,21	3,59	6,69	5,64	4,04	3,28	3,01	2,28	1,81
Dec	1,37	4,43	6,97	6,70	5,33	3,99	3,28	2,94	2,59

**Tabell 21 - Statistik för total elanvändning (W/m<sup>2</sup>), månadsmedel för treor**

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Jan	3,06	5,40	13,28	11,27	6,69	4,27	3,54	2,06	1,47
Feb	2,55	4,85	10,88	9,44	5,65	3,79	3,00	2,32	1,80
Mar	1,99	4,20	8,61	8,13	5,12	3,66	2,75	2,22	1,31
Apr	1,15	3,34	5,95	5,60	4,32	3,04	2,50	1,97	1,91
Maj	1,53	3,40	8,65	5,73	3,75	3,07	2,50	1,99	0,63
Jun	1,18	3,10	5,92	5,03	3,96	2,84	2,40	1,74	0,49
Jul	1,19	3,16	6,55	4,96	3,98	2,74	2,27	1,76	1,27
Aug	1,24	3,51	6,52	5,99	4,00	3,20	2,69	2,07	1,78
Sep	1,42	3,73	7,89	6,31	4,30	3,35	2,78	2,24	2,04
Okt	1,59	3,97	9,17	6,42	4,64	3,68	2,94	2,39	1,43
Nov	1,98	4,42	10,49	7,70	5,40	3,94	3,03	2,39	1,91
Dec	2,77	5,51	12,29	10,78	7,61	4,80	3,27	2,96	1,35

Tabell 22 - Statistik för total elanvändning ( $W/m^2$ ), månadsmedel för fyror

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Jan	3,00	5,23	11,91	11,28	5,18	4,36	3,48	2,18	2,14
Feb	3,16	5,36	13,22	11,16	5,33	4,24	3,63	2,41	2,05
Mar	2,88	4,69	14,07	9,14	5,00	3,86	3,29	2,26	1,99
Apr	2,38	3,89	12,07	7,07	4,16	3,39	2,75	2,01	1,88
Maj	1,38	3,75	8,10	5,68	4,00	3,58	3,13	2,10	2,10
Jun	0,81	3,30	4,38	4,19	3,83	3,51	2,77	1,89	1,72
Jul	1,05	2,82	4,18	4,10	3,85	2,91	2,02	1,28	1,14
Aug	0,78	3,28	4,49	4,34	3,70	3,32	2,90	1,94	1,68
Sep	0,73	3,56	4,86	4,63	3,90	3,75	3,16	2,21	2,19
Okt	1,86	4,03	10,03	6,35	4,41	3,96	3,03	2,15	2,02
Nov	2,45	4,52	12,70	7,44	5,10	4,27	3,23	2,33	2,18
Dec	2,06	4,62	9,04	8,35	5,56	4,25	3,08	2,27	2,25

Tabell 23 - Statistik för total elanvändning ( $W/m^2$ ), månadsmedel för femmor

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Jan	1,74	6,42	10,76	8,76	7,24	6,32	5,44	3,84	3,81
Feb	1,74	6,05	10,24	8,26	7,29	6,04	5,13	3,73	3,52
Mar	1,80	5,12	9,07	7,98	6,24	4,74	3,52	3,20	2,75
Apr	1,44	4,24	7,53	6,67	5,00	4,25	2,98	2,51	2,13
Maj	1,39	3,96	6,26	6,14	5,00	3,60	2,98	2,25	1,63
Jun	1,45	3,69	7,03	5,52	4,39	3,96	2,51	1,82	1,14
Jul	1,51	3,35	7,64	5,63	3,70	3,18	2,58	1,66	0,82
Aug	1,38	3,83	7,79	5,82	4,20	3,72	3,13	2,08	1,73
Sep	1,34	3,91	7,40	5,74	4,73	3,73	3,12	2,24	2,15
Okt	1,31	4,22	6,85	6,17	5,19	4,02	3,43	2,36	1,96
Nov	1,63	4,60	7,71	6,78	5,96	4,60	3,67	2,30	1,25
Dec	2,54	5,66	11,47	9,67	6,96	5,27	4,21	1,93	1,13

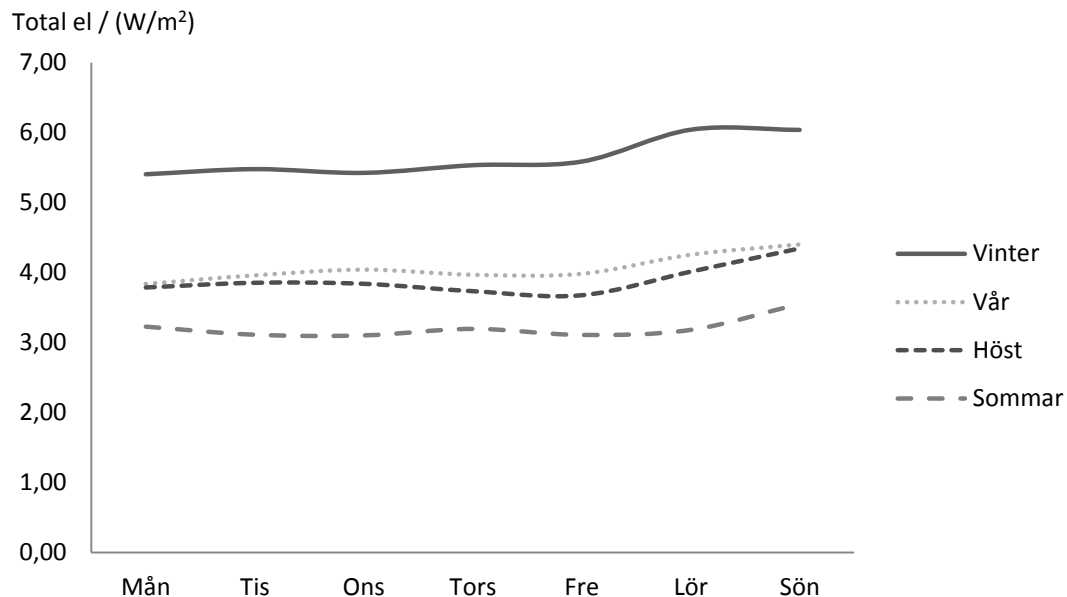
Årsprofilen visar att det finns en relativt stor variation över året gällande den totala elanvändningen.

Angående skillnaden mellan lägenhetstyper har tvåorna den största avvikelser mot medelvärdet för de andra lägenhetstyperna. Detta beror till viss del troligtvis på att dessa tvåor har lägst area att fördela sin användning på. Detta leder till att avvikelser lättare slår igenom i det statistiska materialet för tvåorna vilket även syns i standardavvikelsen under de första månaderna. I detta fall är det ett fåtal lägenheter som använder betydligt mer än resten under årets första månader. Eftersom att underlaget inte är så stort ger detta ett ganska stort utslag.

Årsprofilmässigt är det i övrigt dock inga större skillnader lägenhetstyperna emellan, samtliga följer en ganska likartad kurva.

### 3.3.3 Total el - Veckoprofil

Veckoprofilen presenteras för de fyra olika årstiderna vinter, vår, sommar och höst.



Figur 16 - Veckoprofil för total elanvändning

Nedan följer statistik för veckoprofilen.

Tabell 24 - Statistik för total elanvändning ( $W/m^2$ ), dygnsmedel för vintervecka, dec-feb

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Mån	2,44	5,41	13,93	9,90	6,84	4,66	3,47	2,79	2,20
Tis	2,49	5,48	15,09	9,96	6,93	4,80	3,56	2,82	2,12
Ons	2,50	5,43	14,20	10,32	6,43	4,73	3,45	2,75	2,13
Tors	2,49	5,54	13,40	10,25	6,63	4,95	3,53	2,64	2,31
Fre	2,52	5,59	14,03	10,34	6,76	5,28	3,69	2,88	2,17
Lör	2,51	6,04	11,69	10,36	8,15	5,27	4,08	3,12	1,73
Sön	2,54	6,04	13,93	10,46	7,77	5,24	4,29	3,17	2,16

**Tabell 25 - Statistik för total elanvändning (W/m<sup>2</sup>), dygnsmedel för vårvecka, mar-maj**

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Mån	1,65	3,84	11,01	6,41	4,35	3,49	2,81	2,24	1,40
Tis	1,75	3,96	11,69	6,51	4,59	3,53	2,71	2,29	1,58
Ons	1,89	4,04	13,46	6,59	4,65	3,49	2,86	2,26	1,79
Tors	1,92	3,97	13,81	6,55	4,68	3,57	2,72	2,18	1,66
Fre	1,88	3,98	13,99	6,72	4,70	3,70	2,75	2,11	1,70
Lör	1,68	4,26	11,13	7,15	4,93	3,94	3,09	2,50	1,81
Sön	1,70	4,40	11,36	6,99	5,30	4,02	3,16	2,46	1,86

**Tabell 26 - Statistik för total elanvändning (W/m<sup>2</sup>), dygnsmedel för sommarvecka, jun-aug**

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Mån	1,07	3,23	7,92	4,90	3,78	3,12	2,49	1,90	1,53
Tis	1,14	3,11	7,26	5,28	3,75	2,93	2,35	1,71	1,18
Ons	1,14	3,10	7,48	4,94	3,60	2,90	2,38	1,67	1,28
Tors	1,07	3,20	7,13	5,25	3,63	3,06	2,49	1,79	1,35
Fre	1,08	3,11	7,32	4,72	3,61	2,89	2,34	1,76	1,45
Lör	1,14	3,18	7,95	5,06	3,85	3,04	2,36	1,64	1,44
Sön	1,14	3,55	7,49	5,45	4,23	3,45	2,79	1,96	1,57

**Tabell 27 - Statistik för total elanvändning (W/m<sup>2</sup>), dygnsmedel för höstvecka, sep-nov**

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Mån	1,51	3,95	9,52	6,94	4,74	3,68	3,08	2,09	0,98
Tis	1,63	3,89	10,78	6,63	4,57	3,47	2,77	2,08	1,05
Ons	1,57	3,87	10,13	6,71	4,56	3,47	2,80	2,13	1,05
Tors	1,46	3,73	8,29	6,31	4,45	3,37	2,58	2,04	0,97
Fre	1,47	3,69	9,68	6,17	4,33	3,47	2,59	1,85	1,46
Lör	1,52	4,13	8,94	6,73	4,92	3,94	3,12	2,25	1,28
Sön	1,48	4,22	9,28	6,79	4,97	4,11	3,22	2,23	1,24

Veckoprofilerna bekräftar årsprofilens variation i total elanvändning över året.

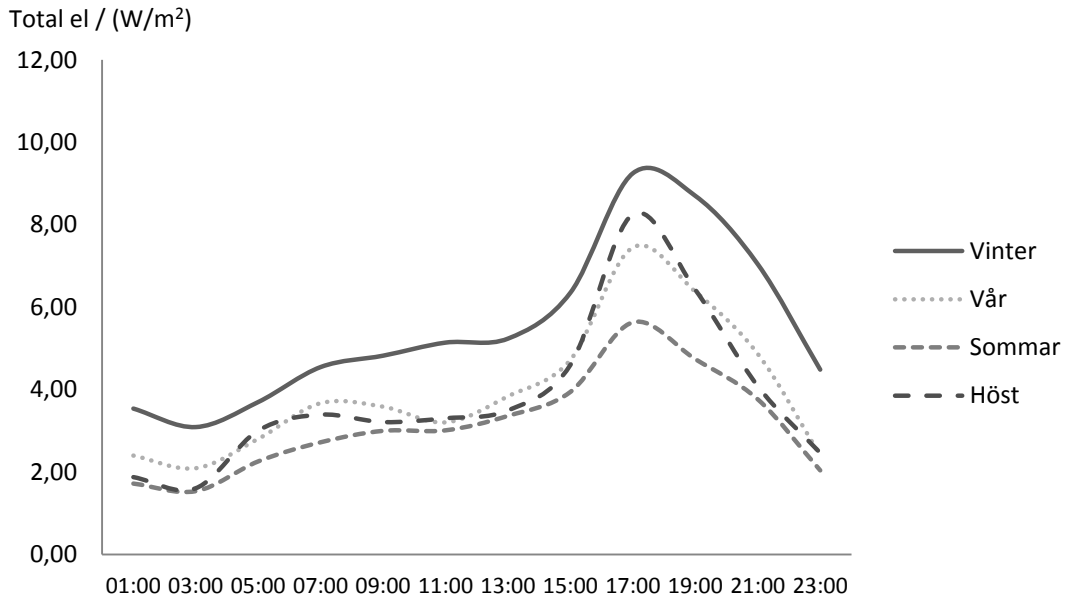
Användningen av el under veckan visar ett tydligt mönster. Oberoende av årstid finns en konstant användning av el under vardagarna med en topp under helgen. Det är hushållselens ökning som syns här. Denna topp är mer uttalad under den kallare delen av året precis som för hushållselanvändningen.

Vinterprofilen är dessutom den profil som uppvisar störst spridning över elanvändningen. Standardavvikelsen visar på att det finns en större variation över elanvändningen under vintern jämfört med sommaren.

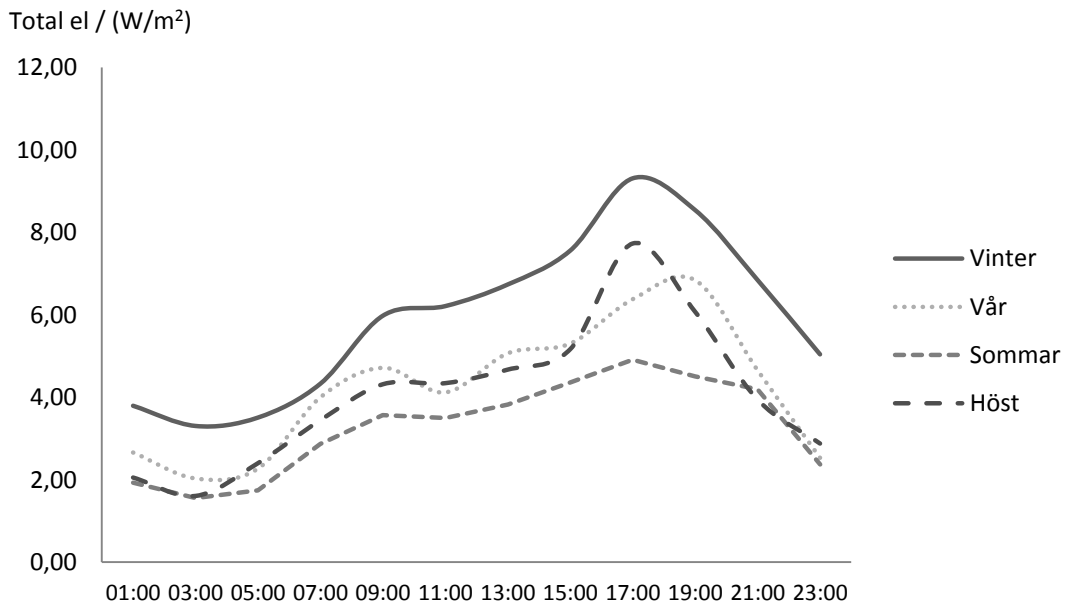


### 3.3.4 Total el - Dygnsprofil

Dygnsprofilerna presenterar variationen över ett vardagsdygn respektive ett helgdygn.



Figur 17 – Vardag, mån-tor



Figur 18 – Helgdag, fre-sön

I och med att dygnsprofilen för komplementvärme var relativt plan blir profilen för total elanvändning som profilen för hushållselsanvändning fast med större värde.

Precis som för hushållsprofilen visar profilerna att den totala elanvändningen är som lägst under natten med en ökning på morgonkvisten. Under dagen är sedan användningen relativt konstant för att sedan ytterligare öka på sen eftermiddag. Den tydligaste toppen ligger kring klockan 18:00.

Skillnaden mellan vardagsprofil och helgprofil är att användningen under dagen är högre under helgen jämfört med vardagen samt att kvällstoppen är tydligare och större under vardagen jämfört med helgen. Dock finns kvällstoppen även under helgen.

## 3.4 Varmvattenanvändning

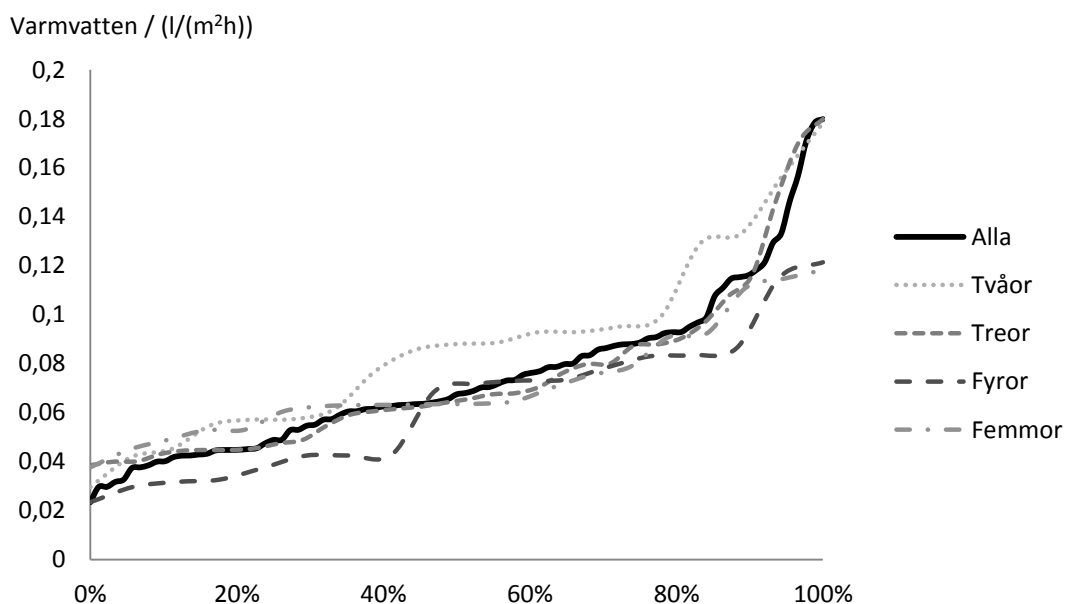
På grund av mätare som ej registrerat mätdata under vissa perioder har åtta lägenheter uteslutits ur statistiken när det gäller årsprofilen. Fem treor, två tvåor och en fyra. Datummässigt har även den 31 augusti uteslutits pga. felaktigt registrerad data.

För veckoprofilen har dessutom datumen 15-20 augusti samt 6-7 och 18-19 november uteslutits på grund av ackumulerande mätvärden.

För dygnsprofilen har även 21 juni, 13, 15, 21 och 25 juli, 2, 4, 8, 22 och 28 augusti, 3, 9, 11 och 18 september, 13 och 28 oktober samt 1, 5 och 25 december uteslutits då dessa dygn hade ackumulerade värden under vissa timmar på dygnet.

### 3.4.1 Varmvatten - Varaktighetsdiagram

Diagrammet nedan visar varmvattenanvändningens årsmedelvärde för de olika lägenhetstyperna.



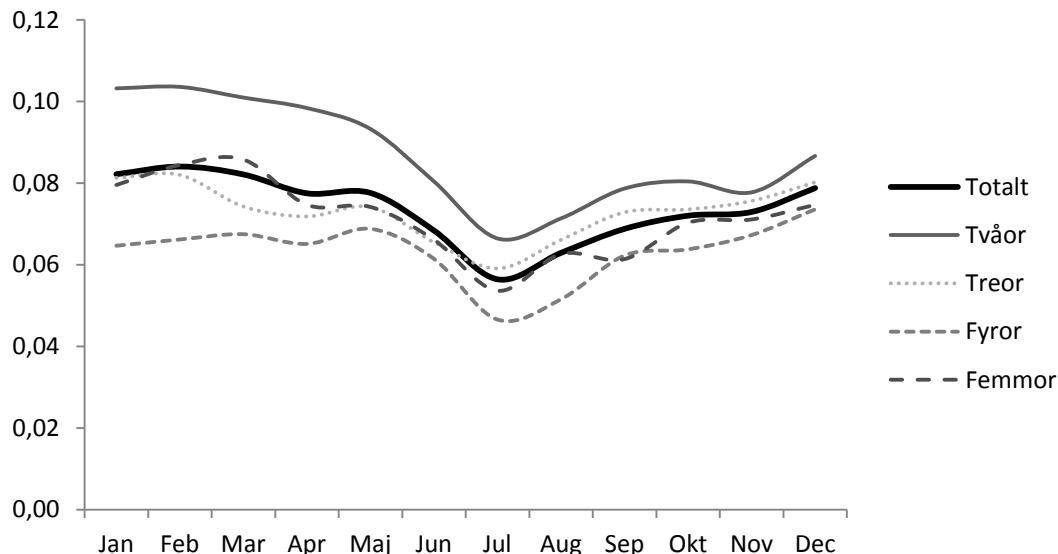
Figur 19 - Varaktighetsdiagram för Varmvattenanvändning

Som kan tydas ur diagrammet ökar varmvattenanvändningen relativt linjärt fram till de sista 15 procentenheterna, där användningen ökar snabbt från cirka 0,1 till 0,18 l/m<sup>2</sup>,h.

### 3.4.2 Varmvatten - Årsprofil

Årsprofilen presenteras för de olika lägenhetstyperna tvåor, treor, fyror och femmor samt för samtliga lägenhetstyper tillsammans.

Varmvatten / (l/(m<sup>2</sup>h))



Figur 20 - Årsprofil för Varmvattenanvändning

Nedan följer statistik för årsprofilen.

Tabell 28 - Statistik för varmvattenanvändning (l/(m<sup>2</sup>h)), månadsmedel för samtliga lägenheter

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Jan	0,04	0,08	0,20	0,16	0,10	0,08	0,05	0,03	0,02
Feb	0,04	0,08	0,22	0,17	0,11	0,07	0,05	0,03	0,02
Mar	0,04	0,08	0,19	0,16	0,10	0,08	0,05	0,04	0,03
Apr	0,04	0,08	0,21	0,17	0,09	0,07	0,05	0,03	0,02
Maj	0,04	0,08	0,20	0,17	0,09	0,07	0,05	0,04	0,00
Jun	0,04	0,07	0,18	0,15	0,08	0,06	0,04	0,03	0,00
Jul	0,04	0,06	0,19	0,14	0,07	0,05	0,03	0,01	0,00
Aug	0,03	0,06	0,17	0,14	0,08	0,06	0,04	0,02	0,01
Sep	0,04	0,07	0,21	0,14	0,08	0,06	0,04	0,03	0,00
Okt	0,04	0,07	0,23	0,15	0,09	0,07	0,04	0,03	0,00
Nov	0,04	0,07	0,24	0,13	0,09	0,07	0,05	0,03	0,00
Dec	0,04	0,08	0,25	0,16	0,10	0,07	0,05	0,03	0,02

**Tabell 29 - Statistik för varmvattenanvändning ( $l/(m^2h)$ ), månadsmedel för tvåor**

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Jan	0,05	0,10	0,20	0,19	0,12	0,10	0,08	0,04	0,03
Feb	0,05	0,10	0,21	0,21	0,12	0,10	0,06	0,04	0,03
Mar	0,04	0,10	0,19	0,18	0,12	0,10	0,08	0,04	0,03
Apr	0,05	0,10	0,21	0,21	0,11	0,09	0,06	0,04	0,03
Maj	0,04	0,09	0,19	0,19	0,10	0,08	0,06	0,04	0,04
Jun	0,05	0,08	0,18	0,16	0,08	0,07	0,06	0,02	0,02
Jul	0,04	0,07	0,19	0,15	0,08	0,05	0,05	0,01	0,00
Aug	0,03	0,07	0,14	0,14	0,08	0,07	0,05	0,03	0,02
Sep	0,04	0,08	0,16	0,16	0,09	0,08	0,05	0,02	0,00
Okt	0,05	0,08	0,23	0,17	0,09	0,07	0,05	0,02	0,01
Nov	0,05	0,08	0,24	0,13	0,09	0,07	0,06	0,02	0,00
Dec	0,05	0,09	0,25	0,17	0,10	0,08	0,06	0,03	0,03

**Tabell 30 - Statistik för varmvattenanvändning ( $l/(m^2h)$ ), månadsmedel för treor**

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Jan	0,04	0,08	0,20	0,16	0,09	0,07	0,05	0,04	0,02
Feb	0,05	0,08	0,22	0,18	0,09	0,07	0,05	0,04	0,03
Mar	0,04	0,07	0,19	0,15	0,08	0,06	0,05	0,04	0,04
Apr	0,04	0,07	0,19	0,15	0,08	0,07	0,04	0,03	0,03
Maj	0,04	0,07	0,19	0,15	0,09	0,06	0,05	0,04	0,03
Jun	0,04	0,07	0,18	0,14	0,08	0,05	0,04	0,03	0,03
Jul	0,04	0,06	0,16	0,14	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02
Aug	0,04	0,07	0,15	0,14	0,08	0,05	0,04	0,02	0,02
Sep	0,04	0,07	0,21	0,15	0,09	0,06	0,04	0,04	0,01
Okt	0,05	0,07	0,22	0,15	0,09	0,06	0,04	0,03	0,00
Nov	0,04	0,08	0,18	0,15	0,09	0,07	0,04	0,03	0,01
Dec	0,04	0,08	0,19	0,14	0,11	0,07	0,05	0,03	0,02

Tabell 31 - Statistik för varmvattenanvändning (l/(m<sup>2</sup>h)), månadsmedel för fyror

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Jan	0,03	0,06	0,12	0,11	0,09	0,05	0,04	0,03	0,03
Feb	0,03	0,07	0,13	0,11	0,08	0,07	0,04	0,04	0,03
Mar	0,03	0,07	0,13	0,12	0,08	0,07	0,04	0,03	0,03
Apr	0,03	0,07	0,13	0,12	0,09	0,07	0,04	0,03	0,02
Maj	0,03	0,07	0,13	0,12	0,09	0,07	0,04	0,03	0,02
Jun	0,03	0,06	0,12	0,11	0,08	0,07	0,04	0,02	0,01
Jul	0,03	0,05	0,12	0,10	0,07	0,04	0,02	0,01	0,01
Aug	0,03	0,05	0,11	0,08	0,07	0,05	0,03	0,02	0,01
Sep	0,03	0,06	0,12	0,11	0,08	0,06	0,04	0,03	0,02
Okt	0,03	0,06	0,13	0,11	0,09	0,06	0,04	0,02	0,02
Nov	0,03	0,07	0,12	0,11	0,09	0,07	0,04	0,03	0,02
Dec	0,04	0,07	0,16	0,14	0,10	0,07	0,04	0,02	0,02

Tabell 32 - Statistik för varmvattenanvändning (l/(m<sup>2</sup>h)), månadsmedel för femmor

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Jan	0,03	0,08	0,15	0,13	0,08	0,08	0,06	0,05	0,04
Feb	0,03	0,08	0,13	0,12	0,10	0,08	0,07	0,05	0,03
Mar	0,03	0,09	0,14	0,13	0,11	0,08	0,07	0,05	0,04
Apr	0,03	0,07	0,13	0,12	0,09	0,07	0,06	0,04	0,04
Maj	0,02	0,07	0,12	0,12	0,09	0,07	0,06	0,05	0,04
Jun	0,03	0,07	0,11	0,11	0,07	0,06	0,05	0,03	0,03
Jul	0,03	0,05	0,12	0,11	0,06	0,05	0,04	0,02	0,00
Aug	0,02	0,06	0,11	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03
Sep	0,02	0,06	0,11	0,09	0,06	0,06	0,05	0,04	0,04
Okt	0,02	0,07	0,14	0,11	0,08	0,07	0,05	0,04	0,04
Nov	0,03	0,07	0,13	0,12	0,08	0,07	0,05	0,04	0,04
Dec	0,04	0,07	0,16	0,14	0,09	0,07	0,05	0,03	0,02

Årsprofilen visar att det finns en relativt jämn användning över året med en viss sänkning under sommaren gällande varmvattenanvändningen.

Under de månader som har högst användning, 0,08 l/m<sup>2</sup>, är användningen 33% högre jämfört med den månad som har lägst användning, 0,06 l/m<sup>2</sup> i juli, för lägenheterna i kvarteret Blå Jungfrun. Detta är en variation motsvarande 82 till 110 procent av medelanvändningen över året vilken låg på 0,073 l/m<sup>2</sup>.

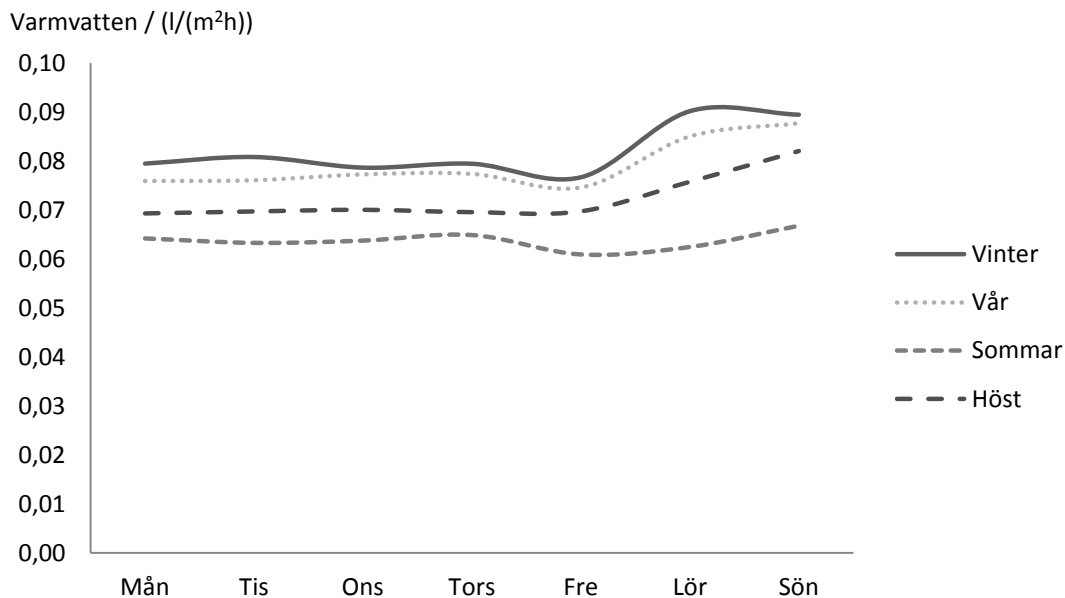
Detta kan jämföras med FEBY där varmvattnets proportionerliga användning vid projektering får förutsättas variera mellan 71 och 116 procent av medelanvändningen över året. Detta visar att lägenheterna i kvarteret Blå Jungfrun

faktiskt har en jämnare användning av varmvatten än det som får antas vid projektering. (FEBY, 2009) En stor fördel med jämnare varmvattenanvändning är bland annat att den totala energitoppen under vintern, då energipriset i regel är som högst, blir lägre, men eftersom inkommande vattens temperatur och energianvändningen för värmning av varmvatten inte har analyserats kan inga slutsatser om detta dras.

Angående skillnaden mellan lägenhetstyper har kurvorna likartade profiler. Tvåorna har en något högre användning jämfört med de andra lägenhetstyperna. Detta kan möjligtvis förklaras med tvåor har mindre area att fördela sin användning på. Detta antagande stöds av att profilen är likartade de andra lägenhetstypernas men är en aning förhöjd.

### 3.4.3 Varmvatten - Veckoprofil

Veckoprofilen presenteras för de fyra olika årstiderna vinter, vår, sommar och höst.



Figur 21 - Veckoprofil för Varmvattenanvändning

Nedan följer statistik för veckoprofilen.

Tabell 33 - Statistik för varmvattenanvändning (l/(m<sup>2</sup>h)), dygnsmedel för vintervecka, dec-feb

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Mån	0,04	0,08	0,20	0,15	0,10	0,07	0,05	0,03	0,02
Tis	0,04	0,08	0,23	0,15	0,10	0,07	0,05	0,03	0,02
Ons	0,04	0,08	0,20	0,15	0,10	0,07	0,05	0,04	0,03
Tor	0,04	0,08	0,21	0,16	0,09	0,07	0,05	0,03	0,02
Fre	0,04	0,08	0,20	0,14	0,09	0,07	0,05	0,03	0,02
Lör	0,04	0,09	0,29	0,16	0,12	0,08	0,06	0,03	0,02
Sön	0,04	0,09	0,23	0,16	0,11	0,08	0,06	0,03	0,02



**Tabell 34 - Statistik för varmvattenanvändning ( $l/(m^2h)$ ), dygnsmedel för vårvecka, mar-maj**

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Mån	0,04	0,08	0,21	0,16	0,09	0,07	0,05	0,03	0,01
Tis	0,04	0,08	0,22	0,16	0,09	0,07	0,05	0,03	0,01
Ons	0,04	0,08	0,22	0,18	0,09	0,07	0,05	0,03	0,02
Tor	0,04	0,08	0,22	0,15	0,09	0,07	0,05	0,04	0,02
Fre	0,04	0,07	0,20	0,16	0,09	0,07	0,05	0,03	0,01
Lör	0,04	0,09	0,23	0,18	0,10	0,08	0,06	0,03	0,02
Sön	0,05	0,09	0,24	0,17	0,11	0,08	0,05	0,03	0,01

**Tabell 35 - Statistik för varmvattenanvändning ( $l/(m^2h)$ ), dygnsmedel för sommarvecka, jun-aug**

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Mån	0,03	0,06	0,18	0,12	0,08	0,06	0,04	0,02	0,01
Tis	0,03	0,06	0,16	0,13	0,08	0,05	0,04	0,02	0,02
Ons	0,04	0,06	0,20	0,14	0,08	0,05	0,04	0,02	0,02
Tor	0,04	0,06	0,20	0,15	0,08	0,06	0,04	0,03	0,01
Fre	0,03	0,06	0,18	0,13	0,08	0,05	0,04	0,02	0,02
Lör	0,04	0,06	0,20	0,12	0,07	0,06	0,04	0,02	0,01
Sön	0,04	0,07	0,23	0,14	0,09	0,06	0,04	0,02	0,01

**Tabell 36 - Statistik för varmvattenanvändning ( $l/(m^2h)$ ), dygnsmedel för höstvecka, sep-nov**

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Mån	0,03	0,07	0,16	0,14	0,09	0,06	0,05	0,03	0,00
Tis	0,03	0,07	0,19	0,14	0,09	0,06	0,04	0,03	0,00
Ons	0,03	0,07	0,19	0,14	0,09	0,07	0,05	0,03	0,00
Tor	0,04	0,07	0,24	0,14	0,08	0,06	0,04	0,03	0,00
Fre	0,04	0,07	0,20	0,14	0,09	0,07	0,04	0,03	0,01
Lör	0,04	0,08	0,25	0,15	0,10	0,07	0,05	0,02	0,00
Sön	0,05	0,08	0,32	0,16	0,10	0,08	0,05	0,03	0,01

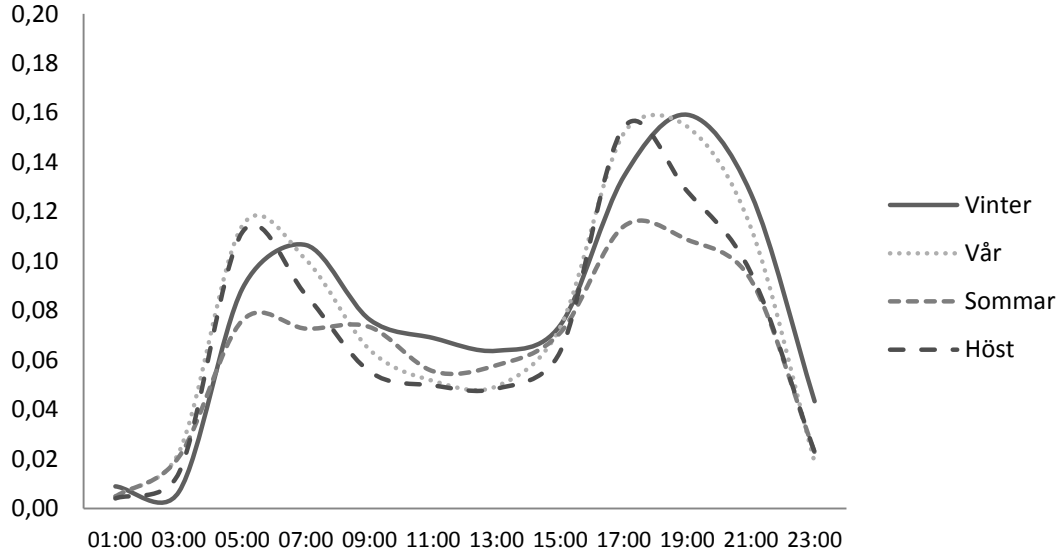
Veckoprofilerna bekräftar att varmvattenanvändningen är relativt lik över de olika årstiderna med viss avvikelser under sommaren.

Användningen av varmvatten under veckan visar ett tydligt mönster. Oberoende av årstid finns en konstant användning av varmvatten under vardagarna med en viss ökning under helgen. Denna ökning är mer uttalad under den kallare delen av året vilket troligtvis beror på att man vistas mer inomhus under helgerna då det är kallt ute. En anledning till den relativt låga ökningen under sommarhelger kan bero på att folk vill spendera sin ledighet utomhus under denna period.

### 3.4.4 Varmvatten - Dygnsprofil

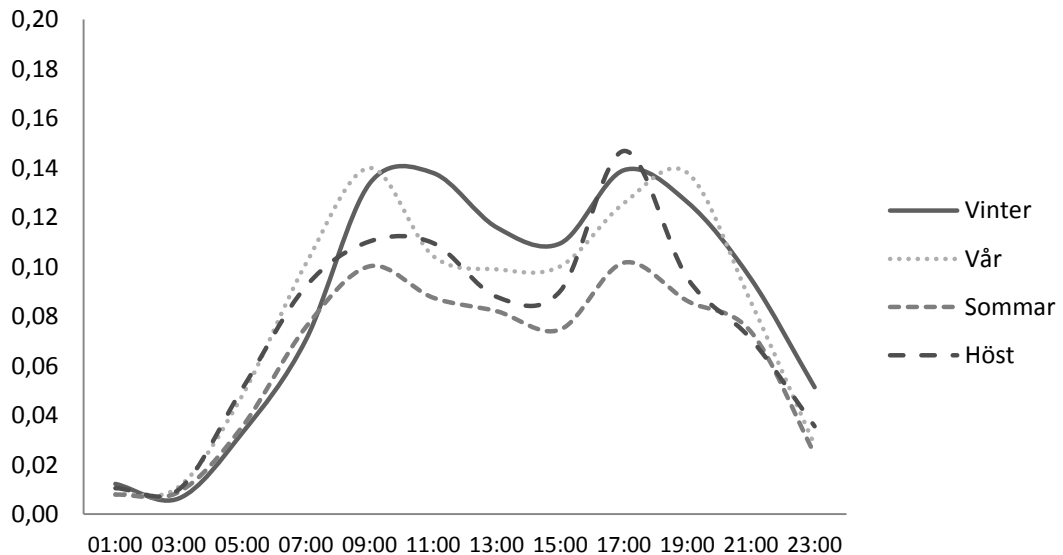
Dygnsprofilerna presenterar variationen över ett vardagsdygn respektive ett helgdygn.

Varmvatten / (l/(m<sup>2</sup>h))



Figur 22 – Vardag, mån-tor

Varmvatten / (l/(m<sup>2</sup>h))



Figur 23 – Helgdag, fre-sön

Dygnsprofilen skiljer sig mycket mellan vardag och helgdag men en hel del likheter finns. Båda profilerna visar att varmvattenanvändningen är som lägst under natten med en topp på morgonen. På vardagar minskar sedan användningen en aning för att

hållas jämn tills sen eftermiddag. Den ökar sedan på kvällen och når åter en topp klockan 18:00. Den minskar sedan kraftigt efter klockan 22:00.

Helgprofilen har en liknande tendens. Det ökande användandet sker senare på dagen under helgen och har en topp runt 10:00. Användningen är sedan relativt jämn för att sedan ha en topp vid 18:00. Det minskar sedan kraftigt efter klockan 22:00.

Skillnaden mellan vardagsprofil och helgprofil är att användningen under dagen är högre under helgen jämfört med vardagen. Topparna är dessutom lika stora på helgen, att jämföras mot topparna på vardagen som har en mindre på morgonen och en större på kvällen.

### 3.5 Total vattenanvändning

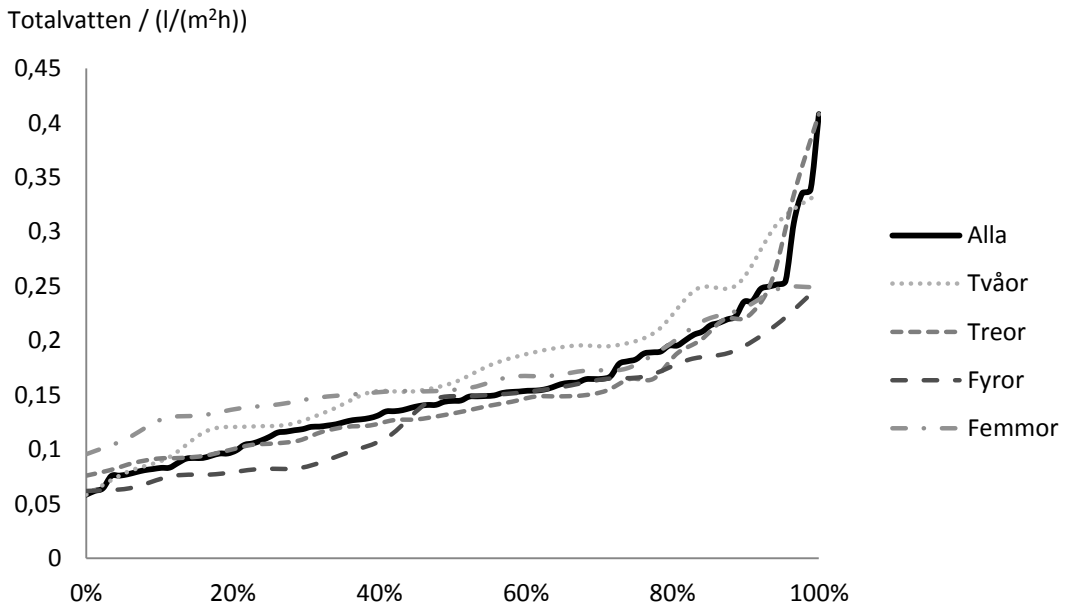
På grund av mätare som ej registrerat mätdata under vissa perioder har åtta lägenheter uteslutits ur statistiken när det gäller årsprofilen. Två tvåor, fem treor och en fyra. Datummässigt har även den 31 augusti uteslutits pga. felaktigt registrerad data.

För veckoprofilen har dessutom datumen 15-20 augusti samt 6-7 och 18-19 november uteslutits på grund av ackumulerande mätvärden.

För dygnsprofilen har även 21 juni, 13, 15, 21 och 25 juli, 2, 4, 8, 22 och 28 augusti, 3, 9, 11 och 18 september, 13 och 28 oktober, 19 november samt 1, 5 och 25 december uteslutits då dessa dygn hade ackumulerade värden under vissa timmar på dygnet.

#### 3.5.1 Totalvatten - Varaktighetsdiagram

Diagrammet nedan visar den totala vattenanvändningens årsmedelvärde för de olika lägenhetstyperna.

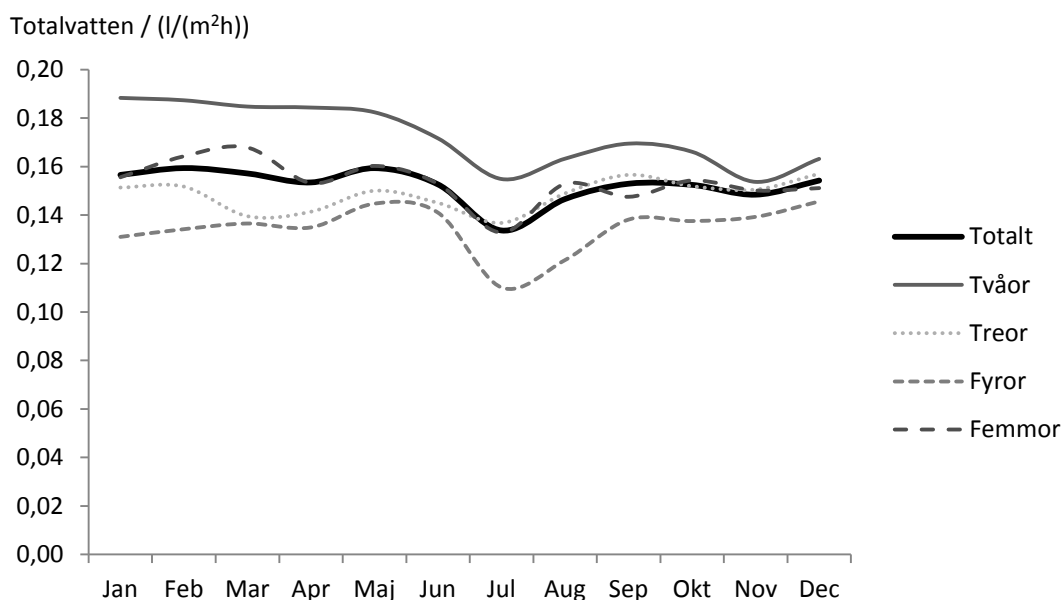


Figur 24 - Varaktighetsdiagram för Total vattenanvändning

Som kan tydas ur diagrammet ökar vattenanvändningen relativt linjärt fram till de sista sex procentenheterna som ökar sin användning drastiskt från cirka 0,25 till 0,40 l/(m²h).

### 3.5.2 Totalvatten - Årsprofil

Årsprofilen presenteras för de olika lägenhetstyperna tvåor, treor, fyror och femmor samt för samtliga lägenhetstyper tillsammans.



Figur 25 - Årsprofil för Total vattenanvändning

Nedan följer statistik för årsprofilen.

Tabell 37 - Statistik för total vattenanvändning (l/(m²h)), månadsmedel för samtliga lägenheter

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Jan	0,07	0,16	0,37	0,27	0,19	0,15	0,11	0,08	0,04
Feb	0,07	0,16	0,41	0,31	0,19	0,14	0,11	0,07	0,06
Mar	0,07	0,16	0,36	0,30	0,18	0,14	0,10	0,07	0,06
Apr	0,08	0,15	0,40	0,30	0,18	0,14	0,10	0,06	0,05
Maj	0,07	0,16	0,40	0,28	0,20	0,15	0,12	0,07	0,01
Jun	0,08	0,15	0,46	0,30	0,20	0,14	0,10	0,06	0,00
Jul	0,08	0,14	0,45	0,28	0,17	0,12	0,09	0,04	0,00
Aug	0,07	0,15	0,45	0,28	0,18	0,14	0,10	0,05	0,04
Sep	0,07	0,16	0,41	0,31	0,19	0,14	0,11	0,07	0,00
Okt	0,07	0,15	0,41	0,29	0,18	0,15	0,10	0,07	0,01
Nov	0,07	0,15	0,41	0,25	0,18	0,15	0,10	0,07	0,01
Dec	0,08	0,16	0,40	0,28	0,20	0,15	0,11	0,05	0,04

**Tabell 38 - Statistik för total vattenanvändning (l/(m<sup>2</sup>h)), månadsmedel för tvåor**

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Jan	0,08	0,19	0,35	0,33	0,21	0,17	0,15	0,08	0,06
Feb	0,08	0,19	0,38	0,35	0,21	0,18	0,12	0,08	0,07
Mar	0,08	0,18	0,33	0,32	0,21	0,16	0,14	0,08	0,06
Apr	0,09	0,18	0,37	0,37	0,19	0,15	0,13	0,08	0,06
Maj	0,08	0,18	0,37	0,33	0,21	0,16	0,13	0,08	0,07
Jun	0,09	0,17	0,36	0,32	0,22	0,15	0,11	0,06	0,05
Jul	0,10	0,15	0,42	0,33	0,17	0,14	0,11	0,04	0,00
Aug	0,08	0,16	0,32	0,31	0,20	0,15	0,12	0,06	0,04
Sep	0,09	0,17	0,34	0,32	0,20	0,17	0,12	0,04	0,00
Okt	0,09	0,17	0,41	0,34	0,19	0,17	0,11	0,05	0,01
Nov	0,08	0,15	0,41	0,25	0,18	0,16	0,12	0,04	0,01
Dec	0,09	0,16	0,40	0,29	0,20	0,15	0,12	0,05	0,04

**Tabell 39 - Statistik för total vattenanvändning (l/(m<sup>2</sup>h)), månadsmedel för treor**

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Jan	0,07	0,15	0,37	0,26	0,17	0,14	0,09	0,08	0,04
Feb	0,08	0,15	0,41	0,30	0,17	0,13	0,11	0,07	0,06
Mar	0,07	0,14	0,36	0,24	0,16	0,13	0,10	0,07	0,06
Apr	0,08	0,14	0,40	0,27	0,17	0,13	0,09	0,05	0,05
Maj	0,07	0,15	0,40	0,27	0,17	0,14	0,09	0,08	0,07
Jun	0,08	0,15	0,46	0,24	0,17	0,12	0,10	0,07	0,06
Jul	0,08	0,14	0,45	0,27	0,17	0,10	0,09	0,07	0,04
Aug	0,09	0,15	0,45	0,28	0,17	0,15	0,09	0,05	0,04
Sep	0,09	0,16	0,41	0,32	0,19	0,13	0,09	0,08	0,03
Okt	0,08	0,15	0,39	0,31	0,17	0,13	0,09	0,07	0,01
Nov	0,08	0,15	0,41	0,25	0,18	0,14	0,10	0,07	0,02
Dec	0,07	0,16	0,40	0,26	0,20	0,15	0,11	0,06	0,05

**Tabell 40 - Statistik för total vattenanvändning (l/(m<sup>2</sup>h)), månadsmedel för fyror**

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Jan	0,06	0,13	0,25	0,20	0,17	0,13	0,08	0,08	0,06
Feb	0,05	0,13	0,27	0,20	0,16	0,13	0,09	0,08	0,07
Mar	0,06	0,14	0,29	0,21	0,16	0,14	0,08	0,07	0,07
Apr	0,06	0,13	0,27	0,22	0,17	0,13	0,08	0,07	0,06
Maj	0,06	0,14	0,28	0,26	0,19	0,14	0,09	0,07	0,07
Jun	0,06	0,14	0,24	0,24	0,20	0,15	0,08	0,05	0,05
Jul	0,07	0,11	0,23	0,22	0,16	0,10	0,05	0,03	0,02
Aug	0,05	0,12	0,21	0,20	0,16	0,11	0,07	0,05	0,04
Sep	0,06	0,14	0,27	0,22	0,17	0,14	0,08	0,07	0,06
Okt	0,06	0,14	0,23	0,22	0,19	0,14	0,08	0,06	0,05
Nov	0,06	0,14	0,23	0,22	0,18	0,13	0,09	0,07	0,07
Dec	0,07	0,15	0,28	0,27	0,20	0,15	0,08	0,05	0,04

**Tabell 41 - Statistik för total vattenanvändning (l/(m<sup>2</sup>h)), månadsmedel för femmor**

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Jan	0,05	0,16	0,26	0,25	0,16	0,15	0,13	0,10	0,08
Feb	0,04	0,16	0,23	0,23	0,19	0,16	0,14	0,09	0,07
Mar	0,05	0,17	0,26	0,26	0,20	0,17	0,13	0,09	0,08
Apr	0,05	0,15	0,25	0,25	0,17	0,15	0,13	0,09	0,09
Maj	0,05	0,16	0,26	0,24	0,19	0,16	0,12	0,10	0,10
Jun	0,05	0,15	0,26	0,25	0,18	0,14	0,12	0,08	0,06
Jul	0,07	0,13	0,29	0,25	0,16	0,13	0,09	0,05	0,01
Aug	0,05	0,15	0,26	0,23	0,17	0,15	0,12	0,09	0,08
Sep	0,04	0,15	0,24	0,24	0,16	0,14	0,13	0,10	0,09
Okt	0,04	0,15	0,27	0,23	0,17	0,15	0,13	0,09	0,09
Nov	0,04	0,15	0,24	0,22	0,17	0,15	0,12	0,09	0,09
Dec	0,06	0,15	0,28	0,24	0,18	0,15	0,12	0,07	0,06

Årsprofilen visar att det finns en relativt jämn användning över året med en viss sänkning under sommaren gällande vattenanvändningen.

Som synes används nästan lika mycket under de månader som har högst användning, 0,16 l/m<sup>2</sup>, jämfört med den månad som har lägst användning, 0,14 l/m<sup>2</sup> i juli, för lägenheterna i kvarteret Blå Jungfrun. Detta är en variation motsvarande 91 till 104 procent av medelanvändningen över året vilken låg på 0,154 l/m<sup>2</sup>.

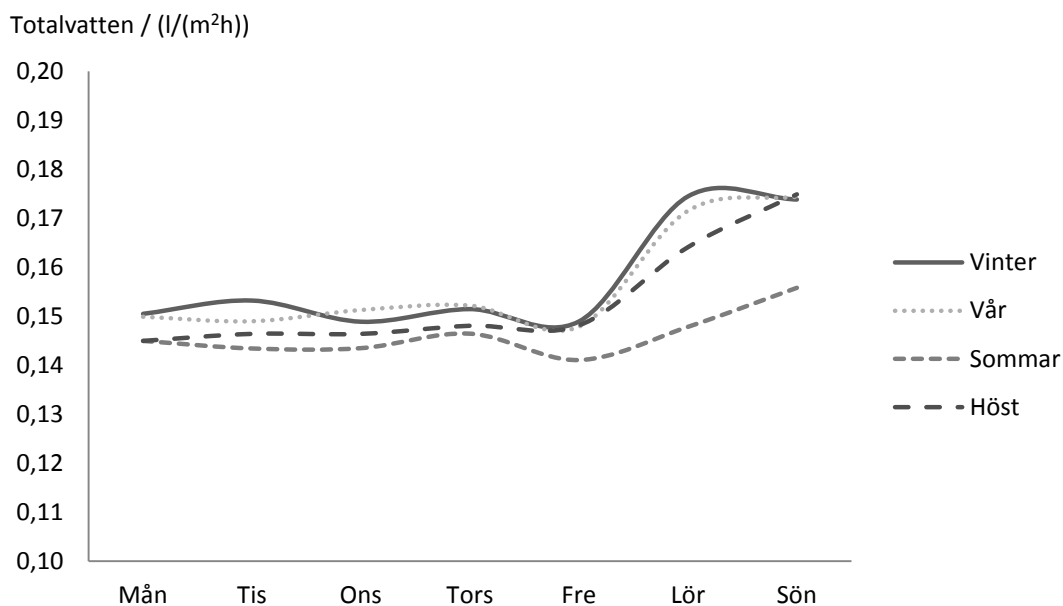
Angående skillnaden mellan lägenhetstyper har tvåorna en förhöjd användning jämfört med medelvärdet för de övriga lägenhetstyperna. Detta beror troligtvis på att dessa lägenheter tillsammans har lägre area att fördela sin användning på. Fyrorna

har en lägst medelanvändning, vilket kan tolkas på samma vis som ovan, men att de har större area att fördela sin användning på och därmed får ett lägre medel.

Årsprofilmässigt är det inga större skillnader lägenhetstyperna emellan.

### 3.5.3 Totalvatten - Veckoprofil

Veckoprofilen presenteras för de fyra olika årstiderna vinter, vår, sommar och höst.



Figur 26 - Veckoprofil för Total vattenanvändning

Nedan följer statistik för veckoprofilen.

Tabell 42 - Statistik för total vattenanvändning (l/(m<sup>2</sup>h)), dygnsmedel för vintervecka, dec-feb

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Mån	0,06	0,15	0,37	0,28	0,18	0,14	0,11	0,07	0,04
Tis	0,07	0,15	0,39	0,28	0,18	0,15	0,11	0,07	0,06
Ons	0,07	0,15	0,38	0,27	0,18	0,14	0,10	0,07	0,05
Tor	0,06	0,15	0,36	0,29	0,18	0,14	0,11	0,08	0,05
Fre	0,06	0,15	0,36	0,25	0,18	0,14	0,11	0,07	0,05
Lör	0,08	0,17	0,56	0,30	0,22	0,16	0,12	0,07	0,03
Sön	0,07	0,17	0,40	0,29	0,21	0,16	0,13	0,07	0,04



**Tabell 43 - Statistik för total vattenanvändning ( $l/(m^2h)$ ), dygnsmedel för vårvecka, mar-maj**

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Mån	0,07	0,15	0,36	0,30	0,18	0,14	0,11	0,07	0,03
Tis	0,07	0,15	0,39	0,27	0,18	0,13	0,10	0,07	0,04
Ons	0,08	0,15	0,42	0,31	0,18	0,14	0,11	0,07	0,04
Tor	0,07	0,15	0,37	0,26	0,19	0,15	0,10	0,07	0,06
Fre	0,07	0,15	0,39	0,29	0,17	0,14	0,09	0,06	0,04
Lör	0,08	0,17	0,47	0,32	0,21	0,16	0,12	0,06	0,03
Sön	0,08	0,17	0,45	0,34	0,22	0,16	0,12	0,07	0,03

**Tabell 44 - Statistik för total vattenanvändning ( $l/(m^2h)$ ), dygnsmedel för sommarvecka, jun-aug**

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Mån	0,07	0,14	0,42	0,28	0,18	0,14	0,09	0,06	0,02
Tis	0,07	0,14	0,41	0,26	0,18	0,13	0,09	0,05	0,05
Ons	0,08	0,14	0,43	0,28	0,17	0,13	0,10	0,06	0,05
Tor	0,08	0,15	0,45	0,28	0,17	0,13	0,10	0,06	0,03
Fre	0,08	0,14	0,51	0,27	0,18	0,12	0,08	0,06	0,03
Lör	0,08	0,15	0,50	0,27	0,18	0,13	0,10	0,05	0,03
Sön	0,08	0,16	0,53	0,26	0,19	0,14	0,10	0,05	0,03

**Tabell 45 - Statistik för total vattenanvändning ( $l/(m^2h)$ ), dygnsmedel för höstvecka, sep-nov**

	Std-avv	Medel	Max	95-pct	75-pct	Median	25-pct	5-pct	Min
Mån	0,06	0,14	0,33	0,26	0,18	0,13	0,10	0,06	0,00
Tis	0,06	0,15	0,39	0,27	0,18	0,14	0,10	0,07	0,00
Ons	0,06	0,15	0,39	0,25	0,18	0,14	0,10	0,06	0,00
Tor	0,07	0,15	0,43	0,27	0,18	0,14	0,10	0,07	0,00
Fre	0,07	0,15	0,38	0,26	0,18	0,15	0,09	0,06	0,01
Lör	0,08	0,16	0,53	0,30	0,20	0,15	0,11	0,06	0,01
Sön	0,09	0,17	0,59	0,30	0,21	0,17	0,12	0,07	0,01

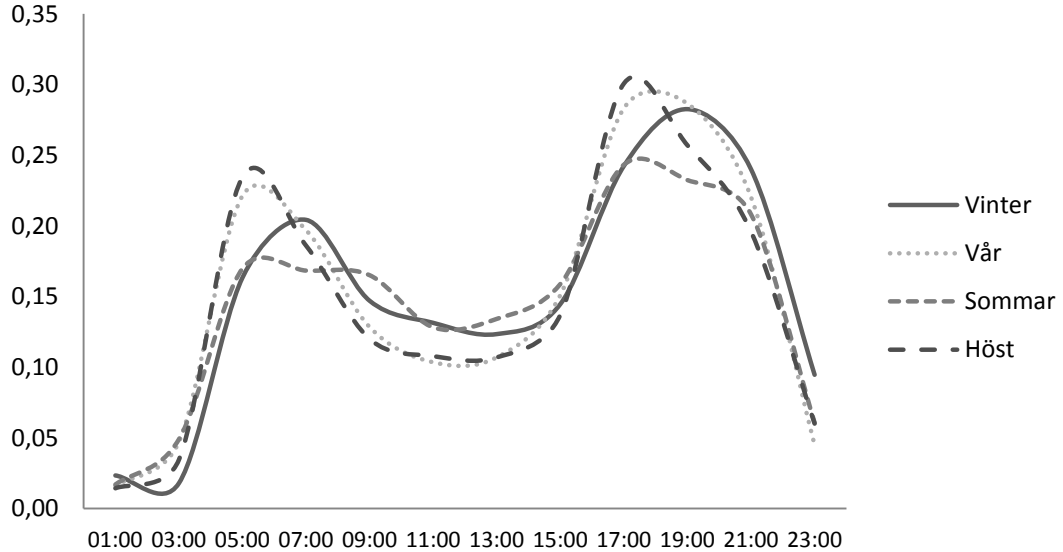
Veckoprofilerna bekräftar att total vattenanvändningen är relativt lik över de olika årstiderna med viss avvikelser under sommaren.

Den totala vattenanvändningen under veckan visar ett tydligt mönster. Oberoende av årstid finns en konstant användning av vatten under vardagarna med en topp under helgen. Denna topp är mer uttalad under den kallare delen av året vilket troligtvis beror på att man vistas mer inomhus under helgerna då det är kallt ute. En anledning till den relativt låga ökningen under sommarhelger kan bero på att folk vill spendera sin ledighet utomhus under denna period.

### 3.5.4 Totalvatten - Dygnsprofil

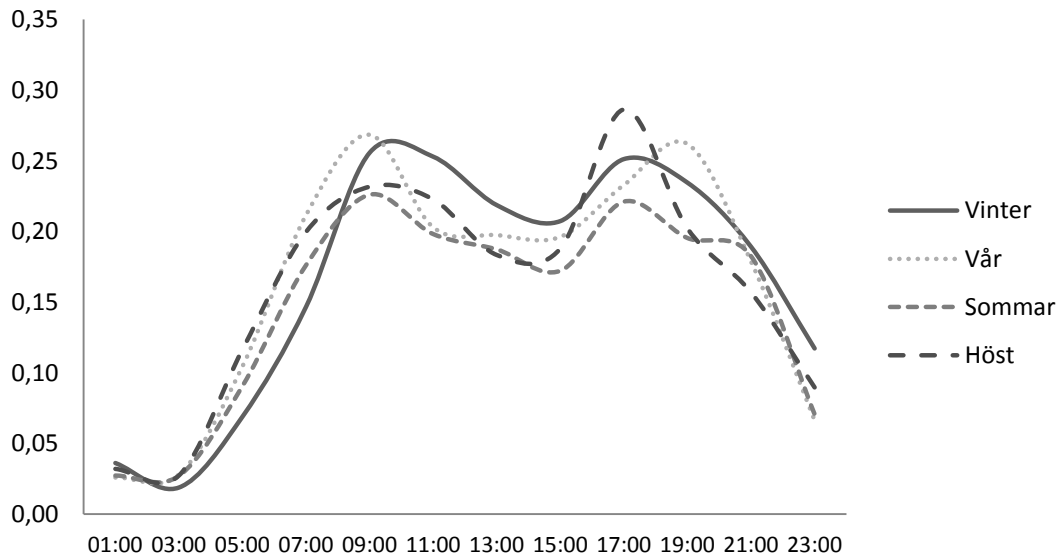
Dygnsprofilerna presenterar variationen över ett vardagsdygn respektive ett helgdygn.

Totalvatten / (l/(m<sup>2</sup>h))



Figur 27 – Vardag, mån-tor

Totalvatten / (l/(m<sup>2</sup>h))



Figur 28 – Helgdag, fre-sön

Dygnsprofilen skiljer sig relativt mycket mellan vardag och helgdag men en hel del likheter kan skönjas. Båda profilerna visar att total vattenanvändning är som lägst under natten med en ökning på morgonen. På vardagar minskar sedan användningen

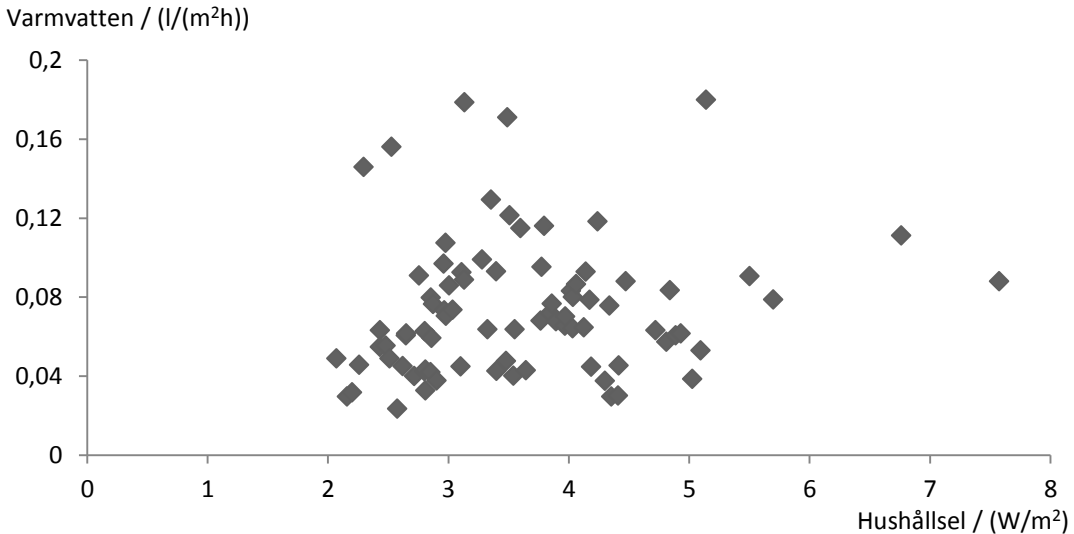
en aning för att hållas jämn till sen eftermiddag. Den ökar sedan på kvällen och når en topp klockan 18:00. Det minskar sedan kraftigt efter klockan 22:00.

Helgprofilen har en liknande tendens. Det ökande användandet sker senare på dagen under helgen och har en topp runt 10:00. Användningen är sedan relativt jämn för att sedan ha en topp vid 18:00. Det minskar sedan kraftigt efter klockan 22:00.

Skillnaden mellan vardagsprofil och helgprofil är att användningen under dagen är högre under helgen jämfört med vardagen samt att morgon- och kvällstoppen är tydligare och större under vardagen jämfört med helgen.

### 3.6 Varmvatten, funktion av hushållsel

För att få en uppfattning om brukarrelaterad energianvändning i ett större perspektiv har samvariationen mellan varmvattenanvändning och hushållselsanvändning för varje lägenhet undersökts. I Figur 29 här under finns varje lägenhet representerad med en punkt. Som synes är det väldigt stor spridning mellan lägenheterna i fråga. Vissa har väldigt låg användning när det gäller både hushållsel och varmvatten medan andra har högre av en eller båda parametrarna. Dock är det svårt att dra några direkta slutsatser ifrån Figur 29.

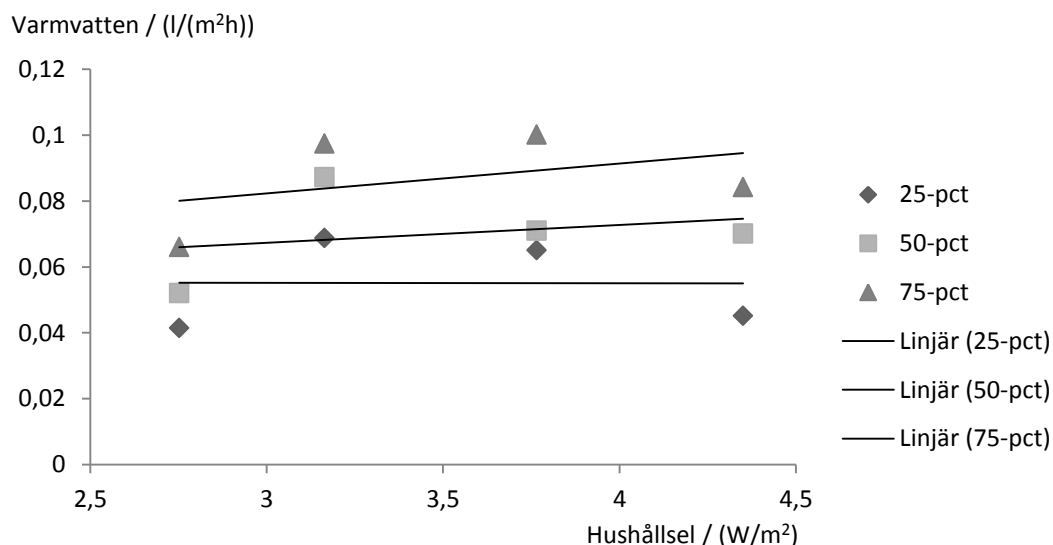


**Figur 29 - Samvariation mellan Varmvatten och Hushållsel**

Lägenheterna är därför indelade i fyra grupper, rangordnade efter lägst till högst hushållselsanvändning. Dessa grupperns värden gällande hushållselsanvändningen är därefter plottade mot gruppens värde gällande varmvattenanvändningen. För att få fördelningen av varmvatten inom gruppen har detta gjorts för 25-, 50- samt 75-percentilen. De tio procent högsta samt lägsta brukarna av hushållsel är borttagna från sambandet. Från de plottade värdena har därefter regressionslinjer skapats.

Regressionsdiagram har utförts för helåret, samt för de fyra årstiderna vinter (december-februari), vår (mars-maj), sommar (juni-augusti) samt höst (september-november).

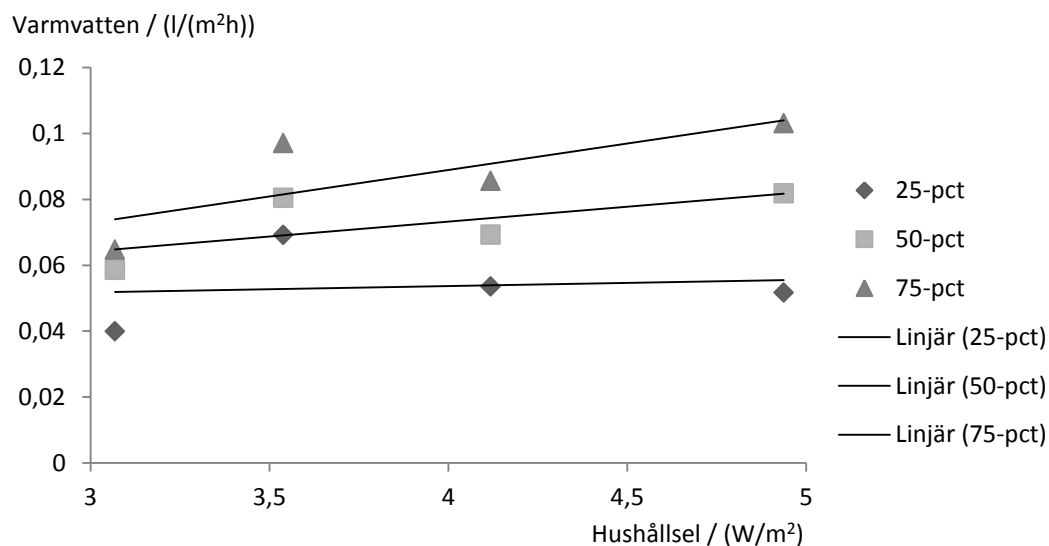
### 3.6.1 År



Figur 30 – Årsregression, samvariation mellan Varmvatten och Hushållsel

Fördelningen över året visar ett samband mellan hushållselsanvändning och varmvattenanvändning. Varmvattenanvändningen är ganska jämn i förhållande till hushållselsanvändningen. Dock kan en svag tendens anas att lägenheter med högst och lägst hushållselsanvändning faktiskt har en något lägre varmvattenanvändning i förhållande till de andra lägenheterna.

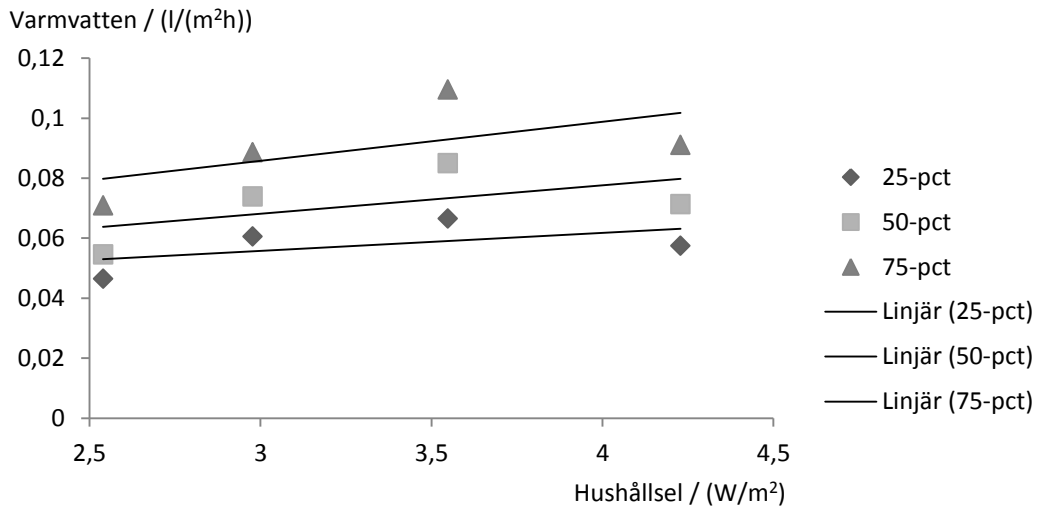
### 3.6.2 Vinter



Figur 31 – Vinterregression, samvariation mellan Varmvatten och Hushållsel

Vintern visar dock ett annat samband. Här syns tydligt hur de lägenheter med högst hushållselsanvändning även har högst varmvattenanvändning. En förklaring kan vara att det under vintern är som störst spridning mellan lägenheter när det gäller hushållselsanvändningen, se standardavvikelse i tabell 6, vilket gör att sambandet mellan hushållselsanvändning och varmvattenanvändning syns som tydligast under denna årstid.

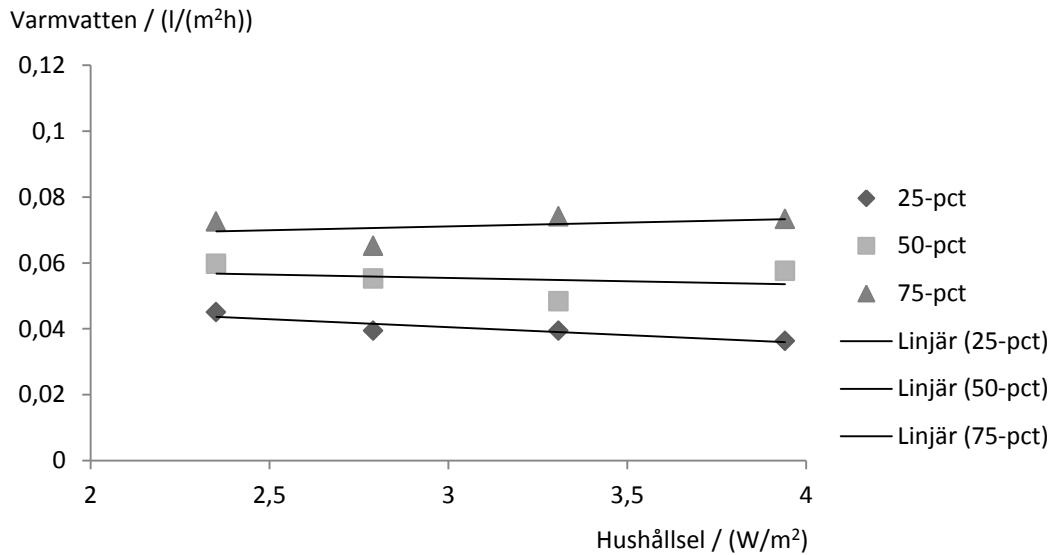
### 3.6.3 Vår



Figur 32 – Vårregression, samvariation mellan Varmvatten och Hushållsel

Under våren kan samma tendens som för året ses. En något stigande tendens när det gäller varmvattenanvändningens förhållande till hushållselens. Dock sjunker även här varmvattenanvändningen för de brukare med högst hushållselsanvändning.

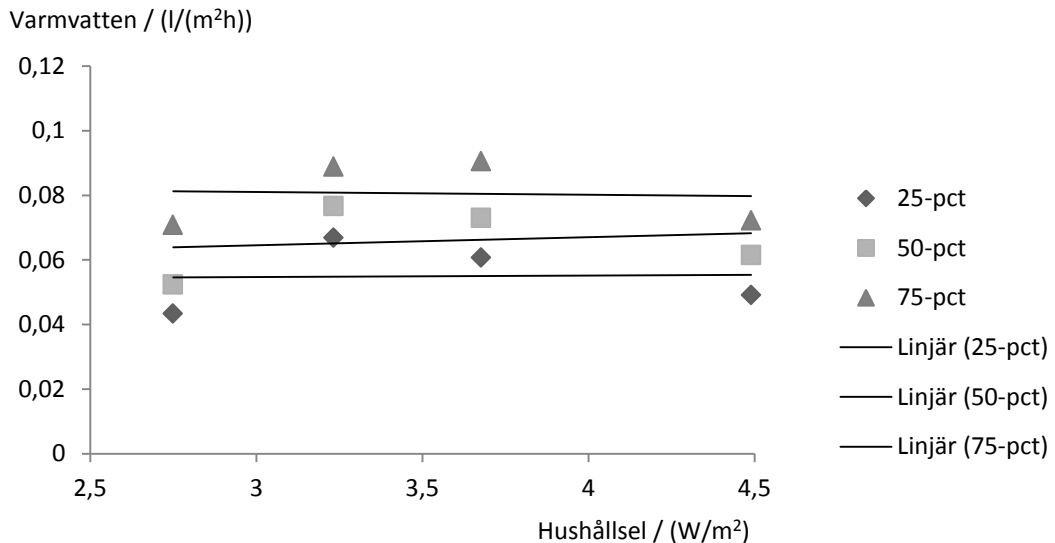
### 3.6.4 Sommar



Figur 33 – Sommarregression, samvariation mellan Varmvatten och Hushållsel

Sommaren visar en annan tendens än året. Fördelningen tyder på att en hög hushållselsanvändning inte betyder hög varmvattenanvändning utan istället visar en svag tendens till en lägre sådan under sommarhalvåret.

### 3.6.5 Höst

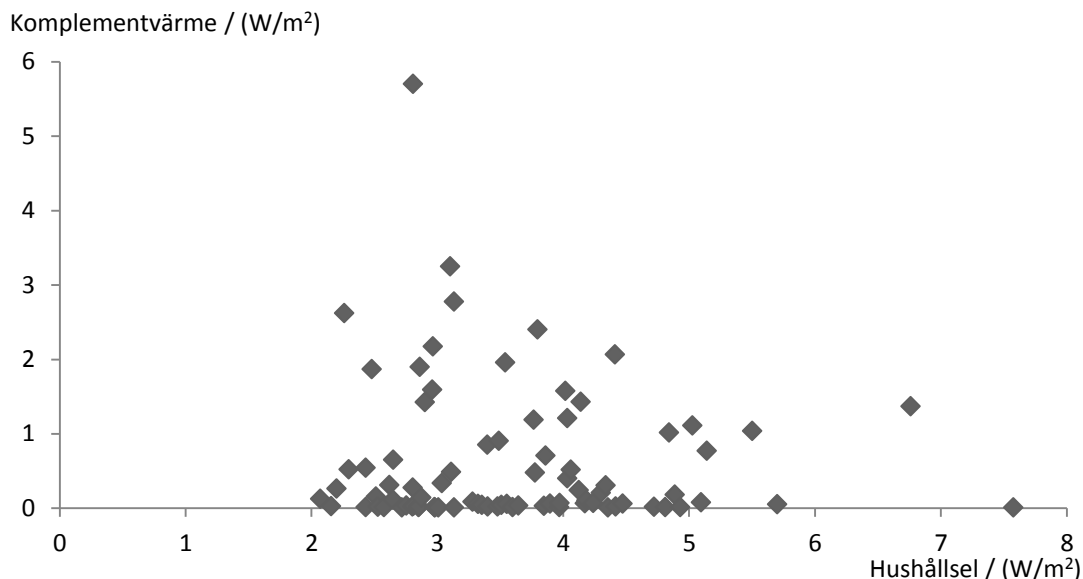


Figur 34 – Höstregression, samvariation mellan Varmvatten och Hushållsel

Hösten visar en tendens som liknar våren och hela året.

### 3.7 Komplementvärme, funktion av hushållsel

Samvariationen har även undersökts för variablerna hushållsels- och komplementvärmeanvändning. Precis som tidigare representerar varje punkt en lägenhet med sin specifika hushållsels- och komplementvärmeanvändning.



Figur 35 – Samvariation mellan Komplementvärme och Hushållsel

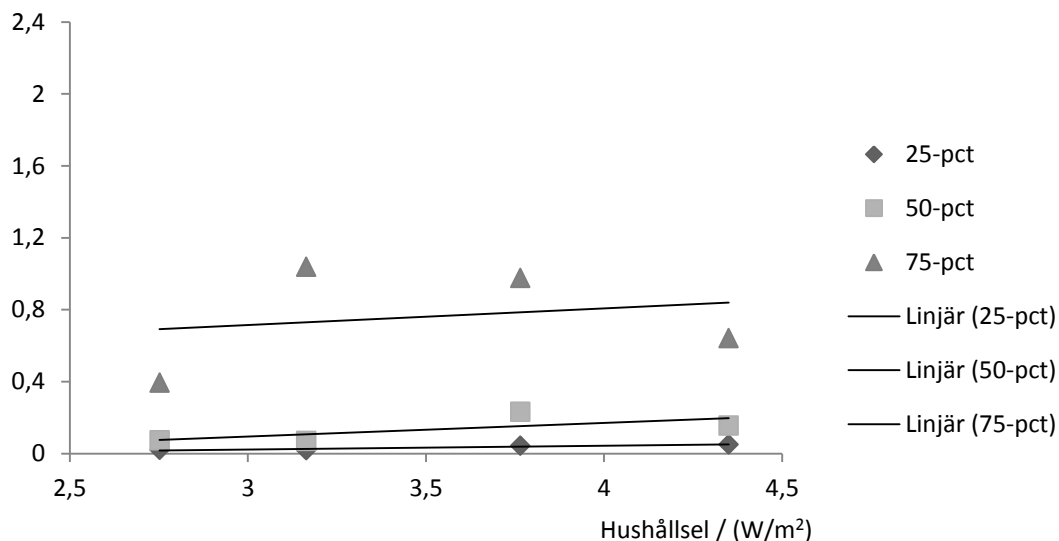
På motsvarande sätt som för användning av hushållsel i kombination med varmvatten har plottning utförts för sambandet mellan användning av hushållsel och komplementvärme. Även här har lägenheterna delats in i fyra grupper, rangordnade efter lägst till högst hushållselsanvändning. Dessa grupper värden gällande hushållselsanvändningen är därefter plottade mot gruppens värde gällande komplementvärmeanvändningen. För att få fördelningen inom gruppen har detta gjorts för 25-, 50- samt 75-percentilen. Även här är de tio procent högsta samt lägsta hushållselsanvändarna borttagna från sambandet. Från de plottade värdena har därefter regressionslinjer skapats.

Regressionsdiagram är även här framtagna för helåret, samt för de fyra årstiderna vinter (december-februari), vår (mars-maj), sommar (juni-augusti) samt höst (september-november).



### 3.7.1 År

Komplementvärme / ( $\text{W}/\text{m}^2$ )

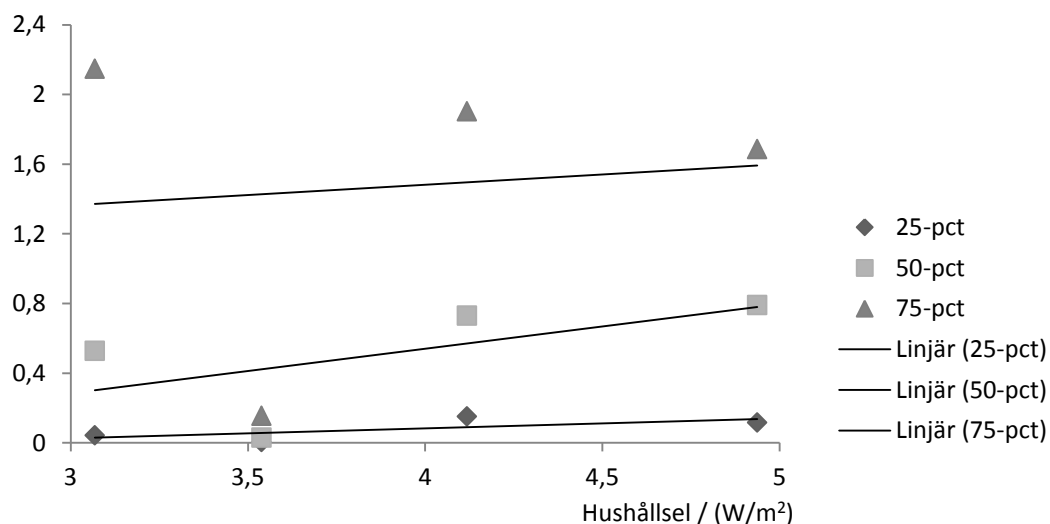


Figur 36 – Årregression, samvariation mellan Komplementvärme och Hushållsel

Fördelningen över året visar att komplementvärmeanvändningen är relativt konstant för brukarna oavsett dess hushållselsanvändning. 75-percentilen som visar en stigande trend kan dock förklaras av att det alltid finns storanvändare som använder mycket av både hushållsel och komplementvärme.

### 3.7.2 Vinter

Komplementvärme / ( $\text{W}/\text{m}^2$ )

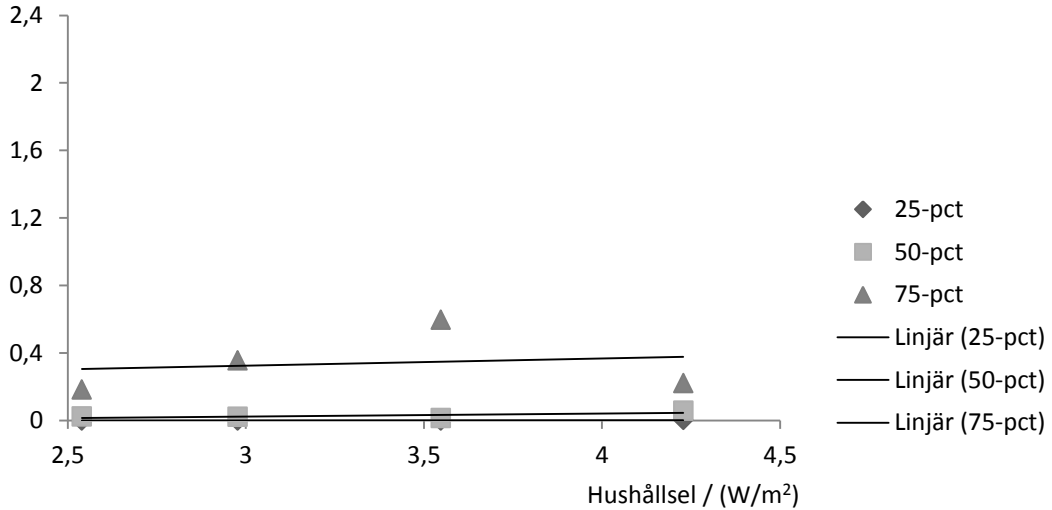


Figur 37 – Vinterregression, samvariation mellan Komplementvärme och Hushållsel

Vintern visar däremot ett samband mellan hög komplementvärmeanvändning och hög hushållselsanvändning. Den andra gruppens värden är korrekta trots det låga värdet och kan endast förklaras med hjälp av slumpen.

### 3.7.3 Vår

Komplementvärme / (W/m<sup>2</sup>)

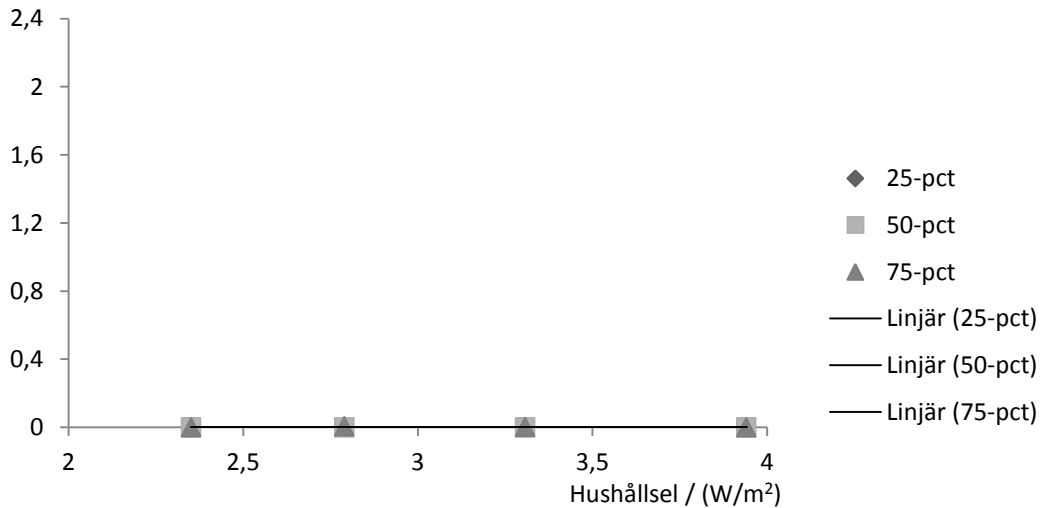


Figur 38 – Vårregression, samvariation mellan Komplementvärme och Hushållsel

Våren visar även den ett liknande samband som för helåret.

### 3.7.4 Sommar

Komplementvärme / (W/m<sup>2</sup>)

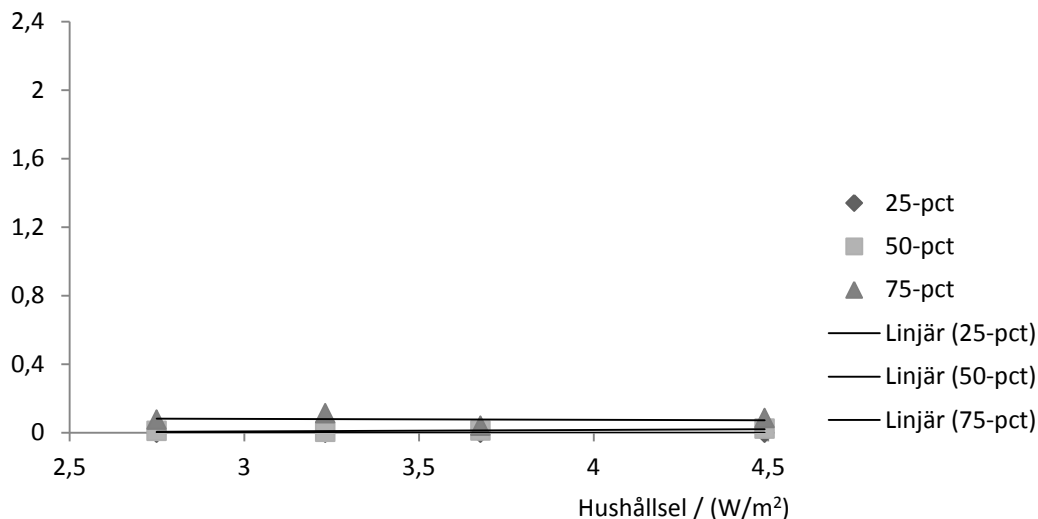


Figur 39 – Sommarregression, samvariation mellan Komplementvärme och Hushållsel

Under sommaren är det väldigt få lägenheter som överhuvudtaget använder komplementvärme under vilket gör att 25-, 50- och 75-percentilerna har värdet noll. Därav kan inga ytterligare slutsatser dras.

### 3.7.5 Höst

Komplementvärme / (W/m<sup>2</sup>)



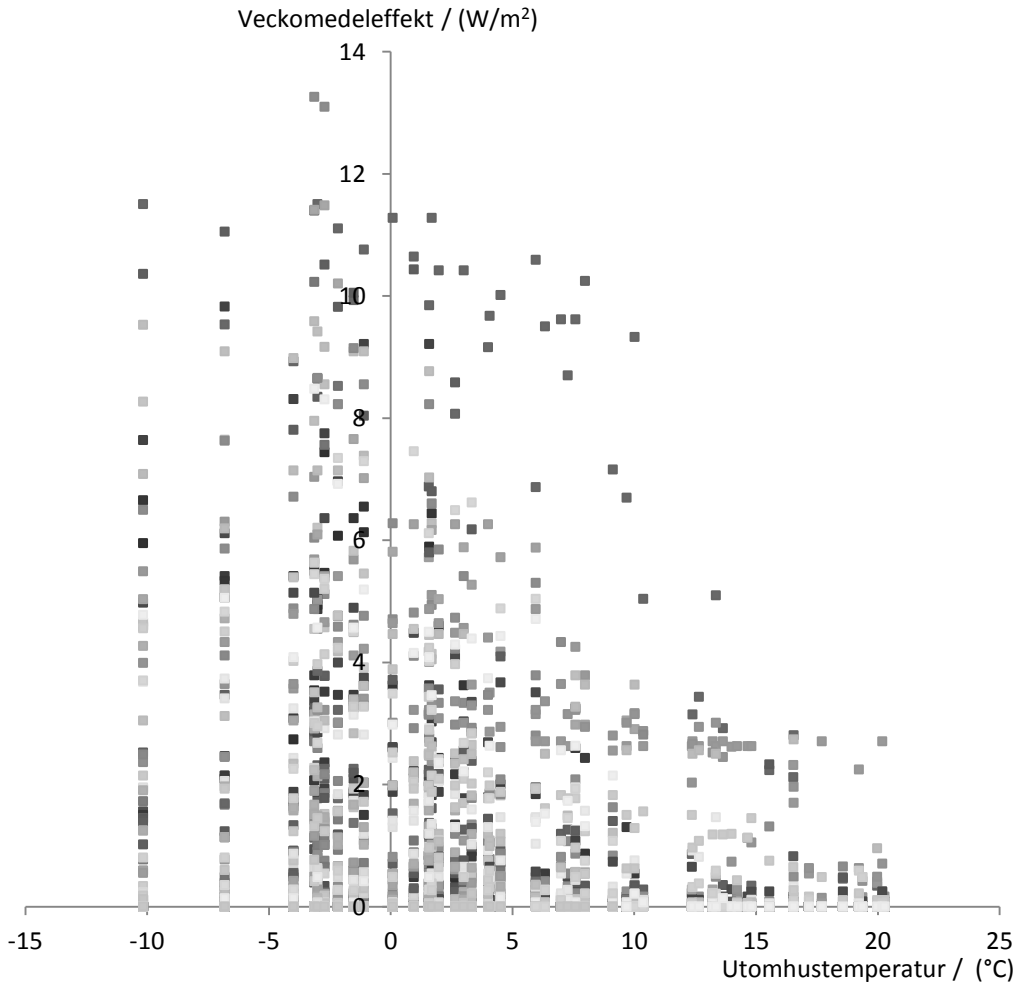
Figur 40 – Höstregression, samvariation mellan Komplementvärme och Hushållsel

Hösten har en trend som liknar sommaren. 75-percentilen finns dock representerad och visar i princip jämn användning av komplementvärme oberoende av hushållselsanvändning.

### 3.8 Komplementvärme, funktion av utomhustemperatur

Under detta kapitel redovisas komplementvärme i förhållande till utomhustemperatur över hela året. Väderdatan är inköpt från SMHI och således ej lokalt registrerade värden. Väderdatan gäller lokalt för Stockholm och har mätvärden var tredje timme vilket är tillräckligt i sammanhanget.

På grund av mätare som ej registrerat mätdata under vissa perioder har sju lägenheter uteslutits ur statistiken. Två tvåor och fem treor.



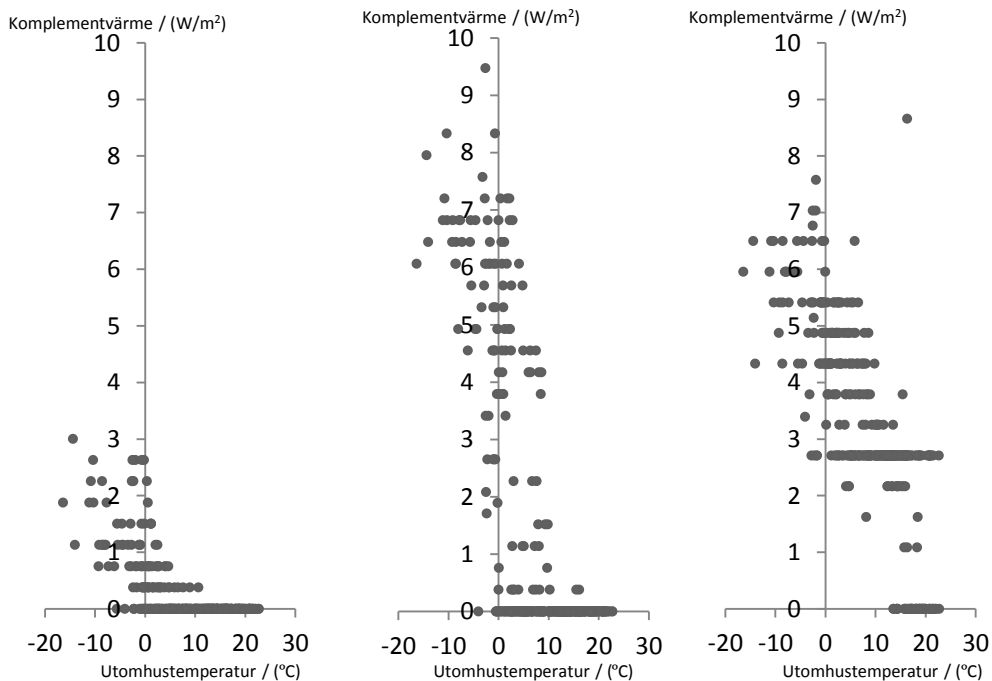
Figur 41 - Användning av Komplementvärme i förhållande till Utomhustemperatur

Ovanstående diagram redovisar hur brukarnas användning av komplementvärme förhåller sig till temperaturen utomhus. Varje prick representerar en lägenhets komplementvärmeanvändning vid specifik utomhustemperatur. För att begränsa

antalet datapunkter i diagrammet har hushållselsanvändningen plottats mot medelvärdet för utetemperaturen för årets alla veckor istället för varje dygnsvärde.

Ur figur 41 går det att utläsa att de flesta användare har högst användning då det är som kallast ute och ju varmare det blir desto mindre blir komplementvärmeanvändningen. Dock syns det att spridningen fortfarande är stor då det är riktigt kallt ute och vissa lägenheter har fortfarande komplementvärmen avstängd, vilket är ett bra tecken på att passivhustekniken fungerar i byggnaderna. Hade alla varit tvungna att ha igång komplementvärmen vid kallare väderlek kunde man ansett att grunduppvärmningssystemet varit underdimensionerat.

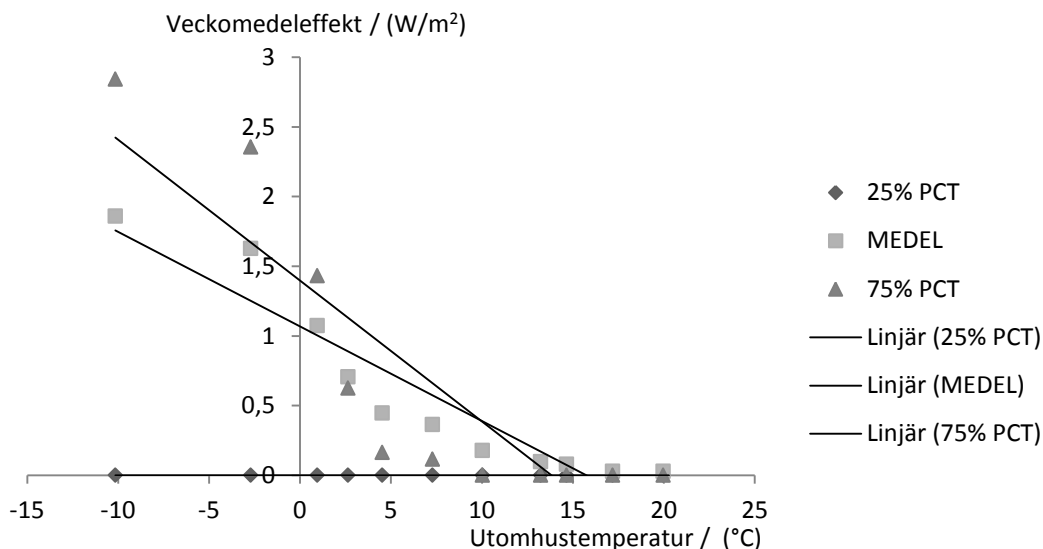
För att ge en uppfattning över hur spridningen lägenheterna emellan kan se ut har tre slumpmässigt valda lägenheter valts ut och redovisas nedan med dygnsmedeleffekt som en funktion av dygnsmedelutomhustemperaturen.



**Figur 42 - Tre slumpmässigt valda lägenheter, dygnsmedeleffekt mot dygnsmedeltemperatur**

Som synes är det en märkbar skillnad lägenheterna emellan. Den första lägenheten har ett väldigt litet värmebehov i jämförelse med de andra två lägenheterna.

### 3.8.1 Effektsignatur för uppvärmning



Figur 43 – Effektsignatur, Komplementvärmeanvändning mot Utomhustemperatur

Effektsignaturen visar tendensen för komplementvärmeanvändning i förhållande till utomhustemperatur. Det går att se en klar tendens att komplementvärmeanvändningen minskar när utomhustemperaturen ökar.

Enligt regressionslinjen används komplementvärme ändå upp till 17°C utomhustemperatur, vilket dock får anses vara en väldigt hög gränstemperatur. Den ligger troligtvis kring 12 °C och förklaringen ligger möjligtvis i att vissa brukare väljer att ha igång sina komplementvärmare även under den varmare perioden trots att det inte är nödvändigt. Istället för att stänga av radiatorerna vädrar folk möjligtvis ut överskottsvärmen.

Från ~3°C och varmare kan man se att 75-percentilen ligger under medelvärdet vilket tyder på att det endast är ett fåtal lägenheter som använder komplementvärmen över denna temperatur. Dessa bidrar dock med merparten av användningen vilket gör att medelvärdet blir högre än 75-percentilen. Regressionslinjen för 25-percentilen syns ej i diagrammet men ligger på värdet 0 hela tiden.

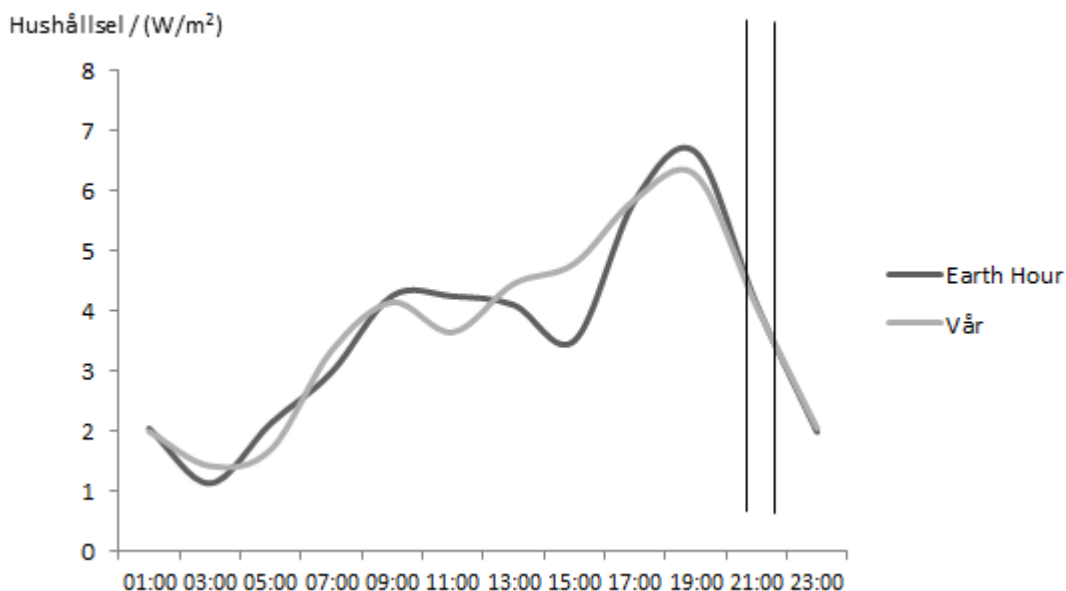
Stor spridning i veckomedeleffekt vid lägre utomhustemperaturer tyder på att huset har en stor inverkan av gratisvärme.

## 3.9 Specialjämförelser

Under detta kapitel har speciella dagars individuella hushållsprofiler redovisats och jämförts mot respektive standardprofil. De speciella dagarna kan vara intressanta för att se hur mycket det faktiskt kan skilja mellan en medelprofil och den speciella dagens energiprofil. De dagar som undersöks är dagen för Earth Hour, julafton samt midsommarafton

### 3.9.1 Earth Hour

Earth Hour är en manifestation anordnad av WWF där allt ljus i samhället ska släckas ned under en timmes tid vilket utförs i syfte att påverka politiker och makthavare att agera mot klimatförändringarna. Earth Hour infaller varje år den sista söndagen i mars vilket år 2011 var den 26e mars. Det året deltog 135 länder i den gemensamma aktionen. Själva Earth Hour inföll mellan klockan 20.30 – 21.30 lokal tid vilket är markerat i Figur 44. (WWF, 2011)

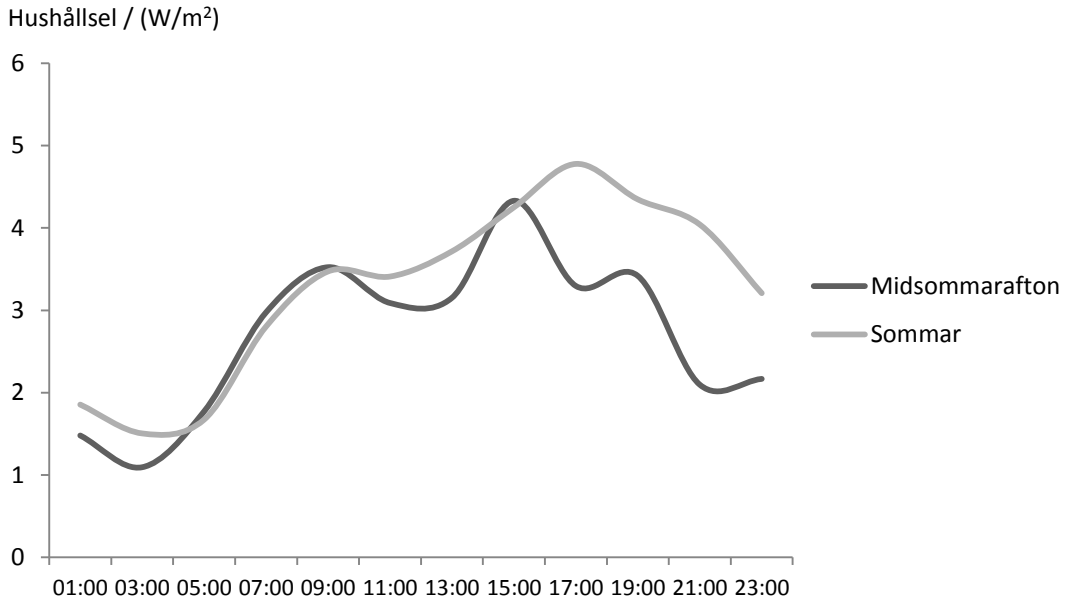


Figur 44 - Hushållselanvändning under Earth Hour

Som synes finns ingen skillnad alls i hushållselanvändning mellan denna speciella dygn och brukarprofilen för en helgdag på våren när det gäller tidsintervallet 20.30 – 21.30. Uppenbarligen deltog inte tillräckligt många i manifestationen av de boende för att det skulle ge utslag på hushållsprofilen.

### 3.9.2 Midsommarafton

En annan intressant dag att analysera är midsommarafton. Denna afton firas ofta utomhus, ute på landet eller i skärgården vilket borde leda till låg användning av hushållsel i kvarteret Blå Jungfrun.



Figur 45 - Hushållselanvändning under Midsommarafton

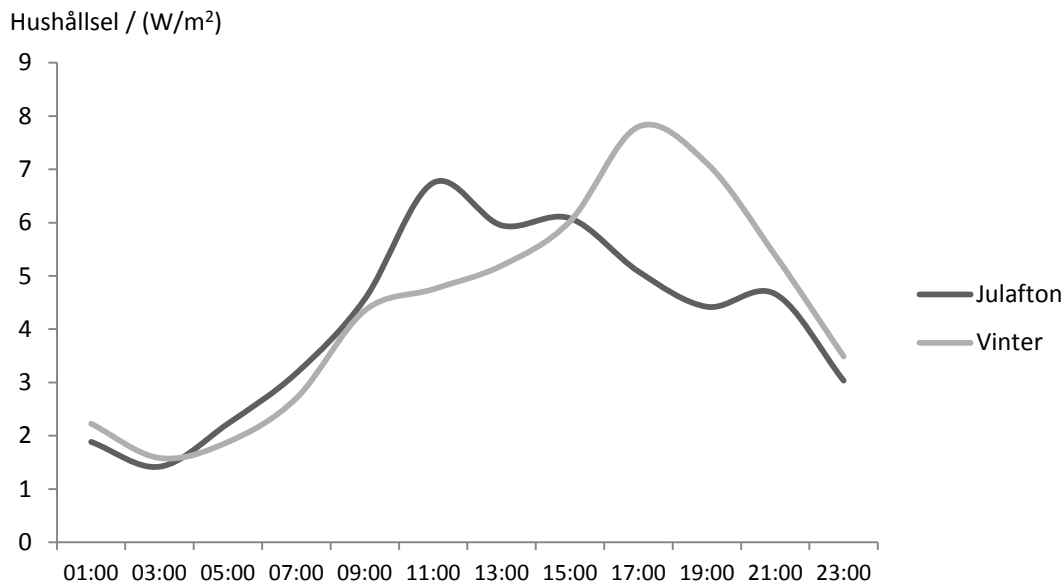
Profilen för midsommarafton är här jämförd med sommarprofilen för en helgdag. Fram till klockan tre är graferna i princip identiska varefter midsommaraftonsprofilen sjunker emedan sommarprofilen stiger ytterligare.

Förklaringen till detta ligger troligtvis som tidigare nämnts i att många väljer att åka iväg på eftermiddagen för att fira midsommar. Ofta firas midsommar ute i skärgården eller ute på landet vilket gör att närvaron och således även användningen av hushållsel sjunker i kvarteret Blå Jungfrun på eftermiddagen.



### 3.9.3 Julafton

Precis som för midsommarafton är julafton en unik dag att analysera. Här under syns dygnsprofilen för julafton tillsammans med standardprofilen för hushållsel gällande en helgdag under vintern.



Figur 46 - Hushållselanvändning under Julafton

Även här ligger användningen under morgonen fram till klockan 09:00 på samma nivå som för vinterprofilen men därefter bryts likheten. Då ökar först hushållselanvändningen för att sedan nå toppen kring klockan 11:00, samtidigt som den ökar ytterligare för en vanlig helgdag under vintern fram till klockan 18:00. Möjligtvis kan detta bero på att flertalet hyresgäster väljer att fira julafton på annat håll och att alla förberedelser innan avfärd bidrar till större användning på förmiddagen. Största skillnad uppnås klockan 17:00 då användningen på julafton ligger på 60% av vinterprofilens värde.



## 4 Diskussion och slutsatser

Årsprofilen är troligtvis den profil som används mest idag vid projektering om projektören inte nöjer sig med enbart ett medelvärde för helåret. Förhoppningsvis kommer veckoprofiler och sedermera även dygnsprofiler att spela en större roll i framtida projektering och verifiering.

Studerars årsprofilerna för de olika parametrarna hushållsel samt komplementvärme och jämförs mot varandra kan intressanta mönster upptäckas. För båda parametrarna har tvårumslägenheterna den högsta användningen per kvadratmeter bostadsyta under första kvartalet för att sedan sjunka. Under det sista kvartalet ligger båda parametrarna för tvåorna som lägst. Utslaget av denna kombination syns i årsprofilen för total elanvändning. Studeras utgångsdaten närmare kan slutsatsen dras att det är några få tvårumslägenheter som haft en väldigt hög hushållsels- eller komplementvärmeanvändning under det första kvartalet vilka bidragit till gruppens höga värden. Detta är en av nackdelarna när den studerade mängden lägenheter är begränsad. Extremvärden, vilka ändå får anses vara rimliga, kan få tydligt genomslag i profilerna.

För varmvatten- och total vattenanvändning uppvisar alla lägenhetstyper samma årsprofilkurva fast med förskjutning i höjddled. En tydlig dipp i både varmvatten- och total vattenanvändning sker på sommaren för samtliga lägenhetstyper. Möjlig orsak är att flertalet individer har semester under just denna period vilket gör att brukarnärvaron således är lägre.

Jämförs varaktighetskurvorna för de olika parametrarna hushållsel, komplementvärme och varmvatten med varandra kan slutsatsen dras att graferna för hushållsel och varmvatten är mest lika varandra. Dessa kurvor har en tydlig lägsta användning. Från denna baslast ökar användningen linjärt för att slutligen öka rejält de sista procentenheterna. Dessa storförbrukare finns för hushållselen representerade mestadels av tvåor och femmor emedan det för varmvattenanvändningen i huvudsak är representerat av tvåor och treor. Varaktighetskurvan för komplementvärme har en helt annan fördelning med i princip ingen användning för de första 50% av brukarna. De sista 50% av står för en exponentiell ökning i komplementvärmeanvändning.

Dygnsprofilerna är enligt författarna de intressantaste profilerna att studera. Här syns brukarnas inverkan väldigt tydligt. För samtliga parametrar, förutom för komplementvärmen, gäller att dygnsprofilen har två tydliga toppar under dygnets tjugofyra timmar. Dessa toppar sker dock något förskjutet beroende på vilken parameter som undersöks och om det handlar om vardag eller helgdag.

Komplementvärmen har dock, som tidigare nämnts, ingen synlig variation vare sig över veckan eller över dygnet vilket tyder på att systemet är relativt långsamt och ej reagerar på kortare temperaturändringar. Hade komplementvärmesystemet reglerat

sig snabbt borde variationen i hushållselsanvändning över dygnet påverka komplementvärmeanvändningen över dygnet. Några sådana tendenser syns dock ej. Temperaturvariationer inomhus borde kunna bekräfta teorin. Sådana undersökningar har dock ej utförts i detta examensarbete.

Under natten är dygnsprofilerna för både vatten och hushållsel som lägst kring 03:00. Baslasten för hushållsel ligger då kring  $1,5 \text{ W/m}^2$  oavsett årstid och vattenanvändningen är i princip obefintlig. På vardagar sker den tidigaste morgontoppen för vattenanvändningen. Både varm- och total vattenanvändning toppar kring 05:00. Hushållselen däremot toppar inte förrän 07:00. Eftermiddagstoppen sker däremot samtidigt, klockan 17:00, för både vatten och hushållsel. På helgdagar sker både hushållselstoppen samt varm- och totalvattentoppen klockan 09:00. Eftermiddagstoppen sker däremot samtidigt som för vardagar, 17:00. Att känna till dessa mönster samt storleken på topparna kan hjälpa projektörer att kunna dimensionera system för effektivare energianvändning.

Analyseras skillnader årstider emellan finns det tydliga samband för de olika parametrarna. Den minsta skillnaden för samtliga parametrar årstiderna emellan sker på natten emedan den största skillnaden årstiderna emellan sker under eftermiddagstoppen. Som exempel ligger hushållselsanvändningen under eftermiddagen en vardag på sommaren på 60% av vintervärdet. Denna ökning under vinterhalvåret beror troligtvis på att man vistas mer inomhus under helgerna då det är kallt ute och belysningsbehovet är dessutom större. Så fort värmen och ljuset kommer vill man hellre vara utomhus när man är ledig.

Analysen av hushållselsanvändningen gjord i detta examensarbete visar på mindre variationer i årsanvändning än vad som får förutsättas vid projektering enligt FEBY. FEBYs rekommendationer kan därför visa sig vanskliga vid projektering av lågenergihus. Används för stora variationer för årsprofilen som ingångsdata för beräkningar kan för stor mängd energi tillgodoräknas som internvärme på vintern i beräkningar med resultatet att byggnaden i verkligheten kommer kräva extra uppvärmning under denna årstid. En annan effekt av detta felaktiga antagande blir att värmertilskottet på sommaren blir större än det projekterade vilket kan leda till övertemperaturer inomhus under denna årstid. Den mindre variationen i årsanvändning jämfört med FEBY gällde även varmvattenanvändningen för kvarteret Blå Jungfrun.

Angående komplementvärmeanvändningens förhållande till hushållselsanvändningen kan slutsatsen dras att husen verkar fungera som avsett. Det finns ett tydligt samband under samtliga årstider att hög hushållselsanvändning leder till lägre komplementvärmeanvändning. Som nämndes under kapitlet 2.5 Energibalans bör man dock alltid sträva efter att hålla hushållselsanvändningen så låg som möjligt. Fördelen är dock inte lika uppenbar för kvarteret Blå Jungfrun som för andra byggnader då även komplementvärmen i detta fall drivs av direktverkande

el. I andra fall används mindre högvärdiga energislag för uppvärmning vilket är eftersträvansvärt.

En parameter som bidrar till internvärmeproduktionen och som är minst lika viktig att ta i beaktning som hushållselsanvändning vid projektering är närvaron av människor i byggnaden och deras gratisvärme. Dock har det avsiktligt bortsetts från i detta arbete enligt avgränsningarna. Vissa användarrelaterade energiposter så som hushålls- och varmvattenanvändning är dock troligen direkt beroende av hur många människor som finns i byggnaden. Brukarnärvaron reflekteras dessutom i årsprofilerna för de tidigare analyserade parametrarna där profilerna för lägenhetstyperna jämförs mot varandra. I årsprofilen för total vattenanvändning kan det urskiljas att tvåorna har förhållandevis hög användning per kvadratmeter medan fyorna har förhållandevis låg. Troligtvis beror detta på att det bor fler personer per kvadratmeter i en tvåa än i en fyra och därför används det relativt till boyta sett mer vatten i dessa lägenheter.

En osäkerhetsfaktor är att all insamlad mätdata är registrerad i vintertid. Just dygnsprofilerna tillsammans med dess statistik i tabellform under årstiderna vår, sommar och höst är de delar av examensarbetet som påverkas. Dock inte i så stor omfattning då dygnsprofilerna är uppbyggda av tvåtimmarsmedelvärden. Då dimensioneringen av uppvärmningssystem dessutom ej är baserade på när toppar sker, utan istället hur stora dessa är, har vi valt att inte ändra i mätdata för att korrigera till sommartid. Vecko- samt årsprofilerna förblir fortfarande helt korrekta då en timmes förskjutning av mätvärdena påverkar resultatet minimalt på dessa tidsskalor.

En annan osäkerhetsfaktor är att själva insamlingen av mätdata har skett utom författarnas kontroll. Detta bidrar till en osäkerhet som ej direkt går att uppskatta men som likväl inte ska underskattas. Bortfallsanalys har skett med tidigare beskrivna metod för att göra utgångsmaterialet för analyserna så korrekt som möjligt att basera statistiken på.

De i detta arbete presenterade profilkurvor är ett hjälpmedel för att kunna simulera både hushållselsanvändning-, komplementvärme- och vattenanvändning, både varm- och totalt vatten, för framtida moderna lågenergihus. Ett annat viktigt användningsområde för energiprofilerna är att kunna verifiera redan färdigställda byggnader ur energisynpunkt. Även om en byggnad inte direkt har en jämförbar energianvändning med kvarteret Blå Jungfrun vid ett visst tillfälle, kan energiprofilerna användas för att bekräfta att den nya byggnaden har överensstämmande energiprofil och således även att den fungerar som tänkt.

Profilkurvorna bekräftar även vikten av att mäta under längre tidsperioder för att få fram korrekta medelvärden. Resultat från kortare mätperioder ger upphov till felaktigheter om man förutsätter att dess resultat kan tillämpas som medelvärde för

en dag, en vecka, en månad eller ett helt år. Det ska även tilläggas att profilkurvorna som är redovisade beskriver ett medelvärden från 97 lägenheter, eller delar av dessa, vilket gör att variationen för individuella lägenheter kan vara ännu större. Spridningsmått redovisade i tabellform tillsammans med respektive profil bekräftar detta antagande.

Med tanke på att alla profiler som är framtagna endast visar statistik från just från kvarteret Blå Jungfrun behövs dessutom en sammanställning av liknande undersökningar för att få ett bra statistiskt underlag för hur värme, el och vattenanvändningen är i svenska lågenergihus.

Som det nämndes i inledningen på arbetet är det viktigt att känna till internvärmeproduktionen i ett lågenergihus då de användarrelaterade energiposterna står för en övervägande del av posterna i energibalansen. Profilerna över de olika parametrarna hushållsel, komplementvärme, total el samt varm- och totalvatten presenterat i kapitel tre visar alla stora variationer över året. Hushållsel, total el samt varm- och totalvatten visar dessutom ytterligare variationer över veckor och även dygn. Slutsatsen kan dras att för att få bättre överensstämmelse mellan projekterad och slutlig energianvändning, speciellt för lågenergihus, krävs att hänsyn tas till dessa brukarvanor över tiden. Om årsprofilerna för de olika parametrarna kombineras med respektive vecko- och dygnsprofil borde noggranna simuleringar kunna utföras.

Framtida studier som kan vara intressanta är att jämföra dessa 97 lägenheter med annat material och bland annat kan man analysera hur väl bostadsytan är en lämplig nämnare vid analys av lågenergihus. Vidare borde en värdering av exempelvis varmvattenanvändning göras med tanke på den komfort som en ökad användning kan ge brukaren för att på så sätt bedöma hur olika brukare kan tänkas ändra sig i framtiden. En undersökning av hur brukarvanor styr projekteringen samt borde få styra projektering skulle innebära att man kan rikta utbildningsinsatser för brukarna på rätt sätt. I övrigt skulle det vara intressant att i ett mätprojekt få med parametrar som inte har funnits tillgängliga i denna studie som närvaro, vädring, klassning av elapparater, solinstrålning och påverkan av vind.

## 5 Litteraturförteckning

- Abel, E., Elmroth, A. (2008). *Byggnaden som system*. Formas.
- Bagge, H. (2008). *Use of Household Electricity - Measurements and Analysis*.
- Bagge, H. (2011). *Building Performance - Methods for Improved Prediction and Verification of Energy Use and Indoor Climate*. TVBH-1019.
- Bagge, H., Johansson, D. (2011). Measurements of household electricity and domestic hot water use in dwellings and the affect of different monitoring time resolution. *Energy*, doi:10.1016/j.energy.2011.02.037.
- Boverket. (2012). *BBR*. Hämtat från BBR 19:  
[http://www.boverket.se/Global/Bygga\\_o\\_forvalta/Dokument/Bygg-och-konstruktionsregler/BBR\\_19/Avsnitt/9-Energihushallning.pdf](http://www.boverket.se/Global/Bygga_o_forvalta/Dokument/Bygg-och-konstruktionsregler/BBR_19/Avsnitt/9-Energihushallning.pdf) den 08 Maj 2012
- Carlsson, J. (2012). *Osäkerhet i energisimuleringar - Analys av fem nybyggnationer*.
- Elmroth, A., Bagge, H., Lindström, L. (2005). Efficient energy use and good climate in a prefabricated timbre framed house in Sweden. *Proc. 2005 World Sustainable Building Conference, Tokyo*, 498-505.
- European Union. (2012). *Energy Efficiency for the 2020 goal*. Hämtat från europa.eu:  
[http://europa.eu/legislation\\_summaries/energy/energy\\_efficiency/en0002\\_en.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/energy/energy_efficiency/en0002_en.htm) den 24 Januari 2012
- FEBY. (2007). *Konceptet Passivhus*. Hämtat från Forum för Energieffektiva Byggnader:  
<http://www.energieffektivabyggnader.se/vanstermeny/konceptetpassivhus.4.4a4d22a41128e56161b80001313.html> den 3 Februari 2012
- FEBY. (2009). *FEBY - Kravspecifikation för passivhus*.
- Ridell, A., Manson, K. (1995). Parametrisation of Domestic Load Profiles. *Applied Energy*, Vol 54, No. 3, ss. 199-205.
- Skanska. (2012). *Blå Jungfrun*. Hämtat från Skanska.se:  
<http://www.skanska.se/sv/Projekt/Projekt/?pid=7335&plang=sv-se> den 24 Januari 2012
- SVEBY. (2009). *SVEBY*. Hämtat från SVEBY - Branschstandard för energi i byggnader: [http://www.sveby.org/wp-content/uploads/2012/01/brukarindata\\_bostader.pdf](http://www.sveby.org/wp-content/uploads/2012/01/brukarindata_bostader.pdf) den 8 Maj 2012
- Svenska Bostäder. (2009). Välkommen till kvarteret blå jungfrun. Stockholm: FWD Reklambyrå AB.
- Wahlström, Å., Nordman, R., Pettersson, U. (2008). *Mätning av kall- och varmvatten i tio hushåll*. SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, Borås.
- VST Nordic AB. (2012). *VST System*. Hämtat från VST Nordic AB:  
<http://www.vstnordic.se/pls/nvp/Document.Show?CID=1207&MID=13> den 03 Januari 2012
- WWF. (2011). *Earth Hour*. Hämtat från <http://www.wwf.org.au/earthhour/faq/> den 24 April 2012