

Fördjupad energiuppföljning Flagghusen

Rapport Version 0.2

Utarbetad av
Emma Karlsson, WSP
Birgitta Nordquist, LTH

Malmö, Juli 2014

Projekt genomfört på uppdrag av Malmö Stad

Kontaktperson: Maria Lööf

Med finansiering av

Energimyndigheten genom BeBo, www.bebostad.se

Projektet har genomförts av:

Energiuppföljning

WSP Environmental

Kontaktperson: Emma Karlsson, emma.karlsson@wspgroup.se, 010-722 62 79

Under projektets gång har även Jenny Wahl och Christina Andersson varit uppdragsansvarig.

Jens Åkesson, Göran Björkman och Håkan Hansson har arbetat med de fysiska mätningarna på plats, samt hantering av data. Daniel Andersson och Jens Persson har utfört täthetsprovningarna.

Inneklimatstudie

LTH Installationsteknik

Kontaktperson: Birgitta Nordquist, birgitta.nordquist@hvac.lth.se, 046-222 72 73

Projektet har genomförts med stöd av en av BeBo utsedd styrgrupp bestående av:

Per Levin, Projektengagemang

Catarina Warfwinge, Bengt Dahlgren AB

Hans Bagge, LTH

Stefan Norrman, Boverket

Innehållsförteckning

1	Förord	4
2	Sammanfattning.....	5
3	Inledning	6
4	Övergripande syfte och mål.....	7
5	Genomförande.....	8
6	Uppföljning av energianvändningen, 2010-2012	10
6.1	Effektsignaturer	12
7	Verifiering av beräkningsförutsättningar.....	15
7.1	Verifieringsmetodik allmänt	15
7.2	Beräkningsmetodik	16
7.3	Utförande byggnad	21
7.4	Utförande installationer	24
7.5	Orsaker som ej kunnat förutspås.....	35
8	Inneklimatstudier.....	38
8.1	Enkät till boende – analys av utdelad inneklimatenkät	38
8.2	Fördjupad studie av vädring och ventilation	48
8.3	Temperaturstudier.....	65
9	Driftsättning	68
10	Slutsatser och rekommendationer	77

Appendix 6.1 Uppföljning av energianvändning

Appendix 7.1 Lufttäthet

Appendix 7.2 Inomhustemperatur

Appendix 7.3 Varmvatten och VVC-förluster

Appendix 7.4 Ventilation och fastighetsel

Appendix 7.5 Hushållsel

Appendix 8.1 Vädring och ventilation

Bilaga 1. Enkätfrågor 2012

1 Förord

Beställargruppen bostäder, BeBo, är ett samarbete mellan Energimyndigheten och fastighetsägare/förvaltare av flerbostadshus. BeBo initierades 1989 av Energimyndighetens företrädare NUTEK. Gruppen driver idag utvecklingsprojekt med inriktning på energieffektivitet och miljö.

Syftet med gruppens arbete är att energieffektiva system och produkter tidigare ska komma ut på marknaden. Utvecklingsprojekten ska visa på goda exempel med effektiv energianvändningen samtidigt som funktion och komfort inte får försämrats utan ska snarare förbättras.

Denna rapport är skriven på uppdrag av Malmö Stad, med finansiering från Energimyndigheten genom BeBo. Malmö Stad och fastighetägarna i Flagghusen har bidragit till projektet genom motfinansiering i form av egen tid.

Både energi och inneklimat har studerats. Delstudierna i kapitel 8.1 samt 8.2 vilka omfattar inneklimatenkät samt fördjupad studie om vädring och ventilation har utförts av avd. för Installationsteknik, LTH. Dessa delar har författats av Birgitta Nordquist, LTH. Övriga studier har utförts av WSP Environmental i Malmö. Dessa rapportdelar har författats av Emma Karlsson, WSP.

Slutsats och rekommendationer, kapitel 10 är författad av Emma Karlsson och Birgitta Nordquist tillsammans.

2 Sammanfattning

Höga hållbarhetskrav ställdes på området Bo01, som ingick i Bomässan Bo01 i Malmö 2001. När det 2004 beslutades att Flagghusen skulle uppföras som nästa etapp efter Bomässan Bo01 var det viktigt att fortsätta utveckla hållbarhetskonceptet från Bo01. Malmö stad hade då tecknat sig för att uppfylla ett antal åtaganden gentemot regeringen och ett av dem var att genomföra Det Goda Samtalet som en planeringsuppgift inom ramen för Bygga-bo-dialogen. I Det Goda Samtalet mildrades energikravet relativt Bo01-kravet. Kravet för Flagghusen bestämdes till 120 kWh/m²BRA(ovan mark),år för energi till uppvärmning, varmvatten, fastighetsel samt hushållsel/verksamhetsel.

Flagghusens energianvändning och inomhusmiljö följdes upp under 2009-2010. Genomsnittlig energianvändning, mätt på det sätt som kravet var utformat, låg på 141 kWh/m²BRA(ovan mark),år. Många av fastigheterna låg i intervallet 30 % till 50 % högre energianvändning än beräknat. Resultaten visade på en markant högre energianvändning än beräknat, men i uppföljningen fanns ingen klarlagd orsak till varför energianvändningen var högre än beräknat.

Förhoppningen med denna fördjupade energiuppföljning av Flagghusen är att kunna bidra i diskussionen kring uppföljningar i allmänhet. Den fördjupade energiuppföljningen ska med hänsyn till intressenters önskemål och tidigare uppföljningars frågeställningar innehålla ett antal studier; uppföljning av energianvändningen, utredning av orsaker till skillnaden mellan beräknade och uppmätta energivärden, inneklimatstudier och driftsättningsstudier.

Flagghusen ansågs intressanta i det att så många fastigheter, med både hyresrätter och bostadsrätter, lågenergibyggnader och mer konventionellt planerade hus, byggda under samma tidsperiod och på samma plats kan följas upp ännu noggrannare.

Slutsatserna av den fördjupade energiuppföljningen visar att det är viktigt att energifrågan uppmärksammas i alla skeden, under byggtid och inte minst vid idrifttagning och kontinuerlig drift. Hela organisationen måste ha fokus på energi både vid utformning av byggnad och vid installationssystem. Kvalitetskontroll är en viktig utvecklingsfråga när det gäller energiberäkningarnas tillförlitlighet.

Flera brister har konstaterats i installationer, övervägande sådana som har att göra med idriftsättning/kontinuerlig drift och övervakning samt underhåll. Det är generellt sätt höga inomhustemperaturer i byggnaderna, vilket antas bero på bristande övervakning eller bristande engagemang. Generellt sätt finns stor potential till injustering av system, både värmesystem, VVC-kretsar och ventilationsflöden. Ingen av de två bostadsrättsföreningarna i studien har en kontinuitet i driften, eftersom de upplever att de kommer i konflikt med upphandlade driftorganisationer.

3 Inledning

Flagghusen är ett område i Västra hamnen i Malmö som uppfördes mellan 2005-2007 som nästa etapp efter Bomässan Bo01. Området består av kvarteren Flaggskepparen och Kommendörkaptenen och innehåller 16 fastigheter med totalt 630 lägenheter, både bostadsrätter och hyresrätter. Tre av fastigheterna byggdes som uttalade lågenergibyggnader.

Höga hållbarhetskrav ställdes på området Bo01, som ingick i Bomässan Bo01 i Malmö 2001. När det 2004 beslutades att Flagghusen skulle uppföras var det viktigt att fortsätta utveckla hållbarhetskonceptet från Bo01. Malmö stad hade då tecknat sig för att uppfylla ett antal åtaganden gentemot regeringen och ett av dem var att genomföra Det Goda Samtalet som en planeringsuppgift inom ramen för Bygga-bo-dialogen. I Det Goda Samtalet mildrades energikravet relativt Bo01-kravet. Kravet för Flagghusen bestämdes till 120 kWh/m²BRA(ovan mark),år för energi till uppvärmning, varmvatten, fastighetsel samt hushållsel/verksamhetsel, att jämföra med Energitravet i Bo01 av 105 kWh/m²,år. Kraven utformades före lagstiftningen kom om specifik energianvändning och definitionen av $A_{temp,i}$ i och med BBR12.

Flagghusens energianvändning och inomhusmiljö följdes upp under 2009-2010¹. Genomsnittlig energianvändning, mätt på det sätt som kravet var utformat, låg på 141 kWh/m²BRA(ovan mark),år. Många av fastigheterna låg i intervallet 30 % till 50 % högre energianvändning än beräknat. Denna uppföljning var en del av Bygga-Bo-Dialogen som i grunden bekostades av Boverket. Resultaten visade på en markant högre energianvändning än beräknat, men i uppföljningen fanns ingen klarlagd orsak till diskrepansen.

Med bakgrund i detta gjordes en förstudie med syfte att klarlägga potentialen till att utreda frågan närmare. Förstudien finansierades av BeBo och sammanfattades i en rapport².

I förstudien konstateras att Flagghusen är unikt i det att så många fastigheter, med både hyresrätter och bostadsrätter, lågenergibyggnader och mer konventionellt planerade hus, byggda under samma tidsperiod och på samma plats kan följas upp. Timvärden för både fjärrvärme och el finns att tillgå retroaktivt sedan flera år tillbaka och husen har följts upp med avseende på energianvändning och inomhusmiljö i en tidigare studie. Förstudiens förslag blev att passa på att få ett flertal frågeställningar för nybyggda hus analyserade.

Ett antal intressenter kan anses ha nytta av en uppföljning, däribland:

- Myndigheter; Boverket, Energimyndigheten, Malmö Stad
- Högskola/Universitet
- Fastighetsägare, i Flagghusen och generellt
- Energibranschen; Energikontoret Skåne, verksamma inom arbetet med Sveby mm, energiberäknare

Representanter för Boverket, högskola/universitet och utvecklingen av Sveby ingår i en styrgrupp för projektet. Styrgruppen har tillfrågats om synpunkter på studiens inriktning samt kompletterat med egna frågeställningar som önskas undersökas.

¹ Hansson et al, Uppföljning Flagghusen – Energi och inneklimat – Slutrapport, 2010.

² Wahl, Rapportering av Förstudie inför en utökad uppföljning av Flagghusen i Västra hamnen, Malmö, 2012.

4 Övergripande syfte och mål

Förhoppningen är att genom ett specifikt uppföljningsprojekt, kunna bidra i diskussionen kring uppföljningar i allmänhet.

Med hänsyn till ovan intressenters önskemål och den tidigare uppföljningens frågeställningar har ett antal önskvärda studier identifierats:

- Uppföljning av energianvändningen 2010-2012, kopplat till tidigare uppföljning. Redovisning både enligt det projektspecifika energikravet, samt relaterat till specifik energi enligt BBR.
 - Hur förändras energianvändningen över tid?
 - Blir skillnaden mellan beräknat och uppmätt mindre?
 - Hur förhåller sig uppmätta siffror till dagens krav?
- Varför skiljer sig beräknade siffror från uppmätt? Kan orsaken urskiljas?
 - Verifieringsmetodik
 - Beräkningsmetodik
 - Utförande byggnad
 - U-värden
 - Köldbryggor
 - Lufttäthet
 - Utförande installationer
 - Värmesystem
 - Varmvatten och VVC-förluster
 - Ventilation
 - Fastighetsel
 - Orsaker som ej kunnat förutspås (Brukarbeteende)
 - Personvärme
 - Hushållselanvändning
 - Vädring
- Inneklimatstudier
 - Hur upplever de boende inneklimatet, kopplat till tidigare uppföljning.
 - Varför vädrar de boende?
- Driftsättning
 - Hur säkerställs att byggnaden fungerar som projekterat?
 - Vad går att göra åt saken när byggnaden väl är i drift?

5 Genomförande

Utveckling av projektidé

Under hösten 2011 genomfördes ett antal träffar med Malmö stad, Energikontoret Skåne, representant för fastighetsägarna och tekniska konsulter för att sammanställa den information som olika deltagare har genom sin medverkan i tidigare stadier i Flagghusens byggnation. Man vidareutvecklade också projektidén inför en ny ansökan till BeBo.

Engagemang av fastighetsägarna

Under 2011 och 2012 fördes en dialog med de 14 fastighetsägare som ansetts intressanta för studien (totalt finns 16 fastigheter i Flagghusen, två fastigheter har samma ägare och en fastighet består av en skola med helt annan verksamhet än resten av området och anses därför ej intressant att följa upp i detta sammanhang). Fastighetsägarna bjöds in till ett uppstartsmöte kvällstid för att väcka intresse för att delta i studien och ta reda på vad fastighetsägarnas önskemål inför studien är. Trots flera mail och brevutskick, var responsen mager. Efter en intensiv telefoninsats dagen före mötet kunde dock alla fastighetsägarna engageras. Ett flertal av fastighetsägarna dök upp på uppstartsmötet, andra fick information i efterhand per mail.

Inhämtande av energiuppgifter från Eon

Flagghusen försörjs med fjärrvärme från Eon och Eon är också elnätsägare. Fastighetsägarna har därför ombetts att skriva på en fullmakt om att WSP har tillåtelse att begära ut energiuppgifter direkt från Eon. Eon har försett projektet med timvärden för fjärrvärmeeffekt, samt årsuppgifter för fastighetsel och hushållsel.

Identifiering av vilka system för individuell mätning som finns hos fastighetsägarna.

Tillsammans med fullmakten har också fastighetsägarna tillfrågats om de har individuell mätning för värme och varmvatten. Denna information används som en parameter vid val av fastigheter som ingår i den fördjupade analysen.

Sammanställning av relationshandlingar (A och K)

En djupare kartläggning av byggnaderna underlättas om relationshandlingar finns tillgängliga för byggnaderna. Dessa används för att underlätta lokalisering av installationer, utplaceringen av mätutrustning, på-plats-undersökning av klimatskalen mm. Om nya energiberäkningar ska göras är relationshandlingar nödvändiga för en effektiv behandling.

Under 2011 och 2012 har en djupdykning gjorts i Malmös stads arkiv för att ta fram det material som lämnades in till staden av fastighetsägarna. A-, K- samt VVS- ritningar finns tillgängliga med några undantag. Fasadritningar saknas från 5st fastigheter. Fastighetsägarna har också, genom det formulär som skickats ut, blivit ombedda att uppge om de själva har ritningar.

Tidigare energiberäkningar

För att göra en analys om varför energiberäkningarna från 2006 inte stämmer mot uppmätta värden är har tillgängliga beräkningar hämtats ur WSPs arkiv. Det visade sig att endast ett fåtal fanns hos Malmö stad, trots kravet inom Det Goda Samtalet att energiberäkningen skulle lämnas in till staden.

Inom Det Goda Samtalet erhöll samtliga byggherrar stöd för energiberäkningar om fyra timmars konsulttid, med en och samma konsult på WSP. Om behov eller intresse fanns för vidare beräkningar fick byggherrarna därefter själva bekosta detta. WSP har därför tillgång till material för i stort sett samtliga byggnader.

Inomhusmiljöenkät – uppföljning och fördjupning

Vid uppföljningen 2010 genomfördes en inomhusmiljöenkät (Stockholmsenkäten). I analysen av svaren var det anmärkningsvärt många som uppgav att de vädrar både ofta och under lång tid. I aktuell studie har LTH tittat vidare på dessa frågor i en ny enkät som kompletterats med frågor kring vädring, bl a hur mycket de boende vädrar, när, hur länge och varför. Enkäten delades ut till de boende i Flagghusen i slutet av eldningssäsongen 2012.

I enkäten inkluderades också frågor om hushållselanvändningen, som underlag till en eventuell djupare analys av elanvändningen.

Sammanfattning genomförande

Sammanställningen nedan visar vilka delstudier som genomförs i vilka fastigheter, samt hur de olika studierna integreras för en bredare analys. Av både kostnads- och tidsåtgångsskäl har byggnader med mindre komplext utförande prioriterats för djupare studier, för att mätningar ska kunna utföras rationellt. I byggnader som har individuell varmvattenmätning eller mätning av värme per byggnad prioriterats för fördjupningsstudier av just detta skäl. Viss spridning i byggnadernas energiprestanda har också eftersträvat, liksom olika typ av ventilationssystem, olika placering av byggnaderna i området avseende vindutsatthet.

Med urvalet önskades variationer i byggnadsbeståndet i största möjliga mån beskrivas. Det statistiska underlaget blir dock sämre, och några generella slutsatser är därför svåra att dra.

<i>Fastighetsägare</i>	<i>Kommendörkaptanen 5</i>	<i>Kommendörkaptanen 6</i>	<i>Kommendörkaptanen 8</i>	<i>Flaggskepparen 5</i>	<i>Kommendörkaptanen 2</i>	<i>Flaggskepparen 4</i>	<i>Flaggskepparen 7</i>	<i>Kommendörkaptanen 1 & 10</i>	<i>Kommendörkaptanen 3</i>	<i>Kommendörkaptanen 4</i>	<i>Kommendörkaptanen 7</i>	<i>Flaggskepparen 1</i>	<i>Flaggskepparen 2</i>	<i>Flaggskepparen 6</i>
<i>Uppföljning av energianvändning</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Jämförelse beräknad mot uppmätt energianvändning</i>		x	x	x		x								
<i>Varmvatten och VVC-förluster</i>		x	x	x										
<i>Kartläggning av fastighets- resp. hushållsel, verkningsgrader mm</i>		x	x	x		x								
<i>Lufttäthet och vindförhållande</i>				x		x								
<i>Innemiljöenkät till boende</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Fördjupad inneklimatstudie</i>		x			x		x			x	x			

Tabell 1: Genomförda delar i projektet, fördelat över byggnaderna.

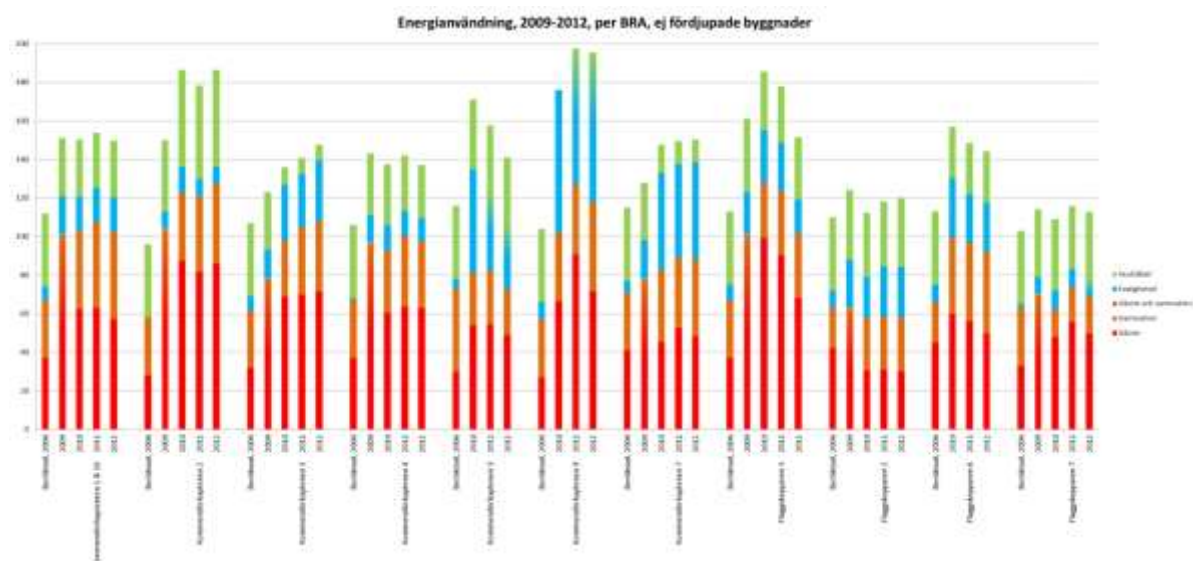
6 Uppföljning av energianvändningen, 2010-2012

Den tidigare uppföljningen från rapport 2010 kompletteras med värden för 2010-2012. I aktuell uppföljning har ingen ytterligare inventering av byggnaderna utöver de fyra i den fördjupade studien gjorts sedan rapport 2010. För mer information om respektive byggnad, se rapport från 2010. Riktigheten i uppgifterna från 2010 har inte kontrollerats i detta projekt.

Energianvändningen för de 15 fastigheterna har samlats in via Eon, se Figur 1 och 2. Fjärrvärmen har normalårskorrigerats med hjälp av effektsignatur och SMHIs normalårstemperatur för Malmö. Effektsignaturerna hanteras djupare under rubrik 6.1 i detta dokument.

Uppföljningen har gjorts per fastighet, vissa fastigheter består av mer än en byggnad, som redovisas sammanslagna.

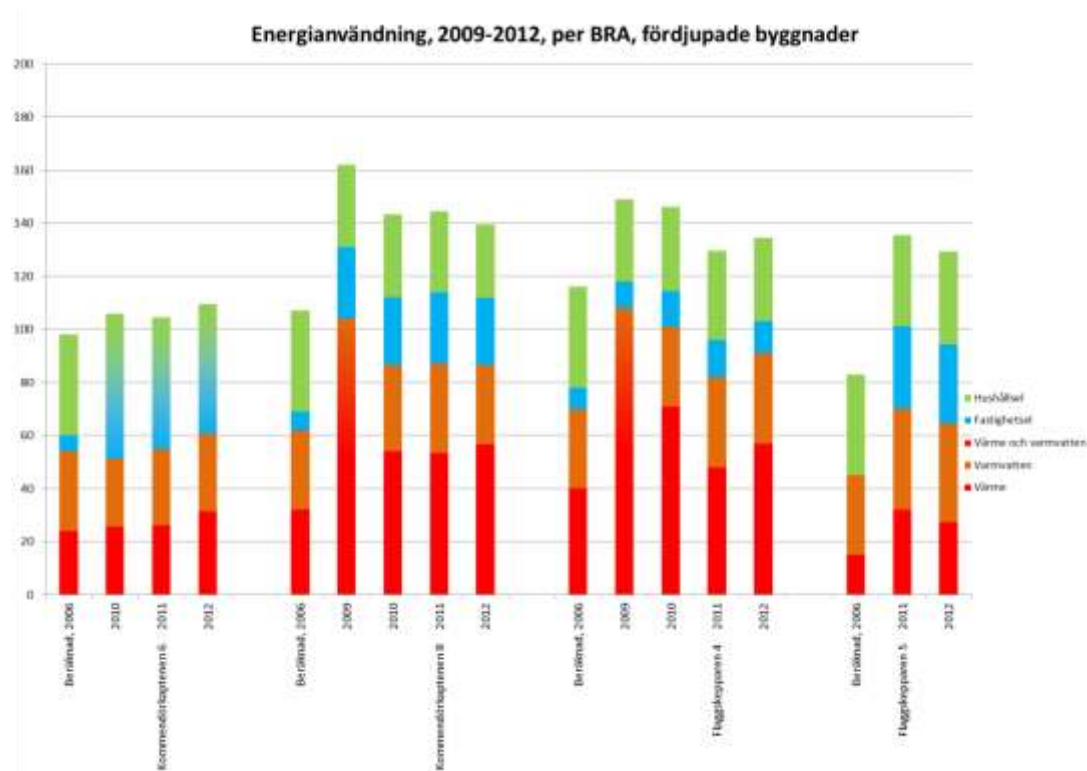
I de fall varmvattenmätning sker har fjärrvärmemängden separerats i en post för uppvärmning samt en för varmvatten. Fastighetselen och hushållselen har inhämtats från Eon per fastighetsägare.



Figur 1: Beräknad respektive uppmätt energianvändning 2009-2012 för de 11 byggnader som inte behandlas i den fördjupade studien, se även Figur 2.

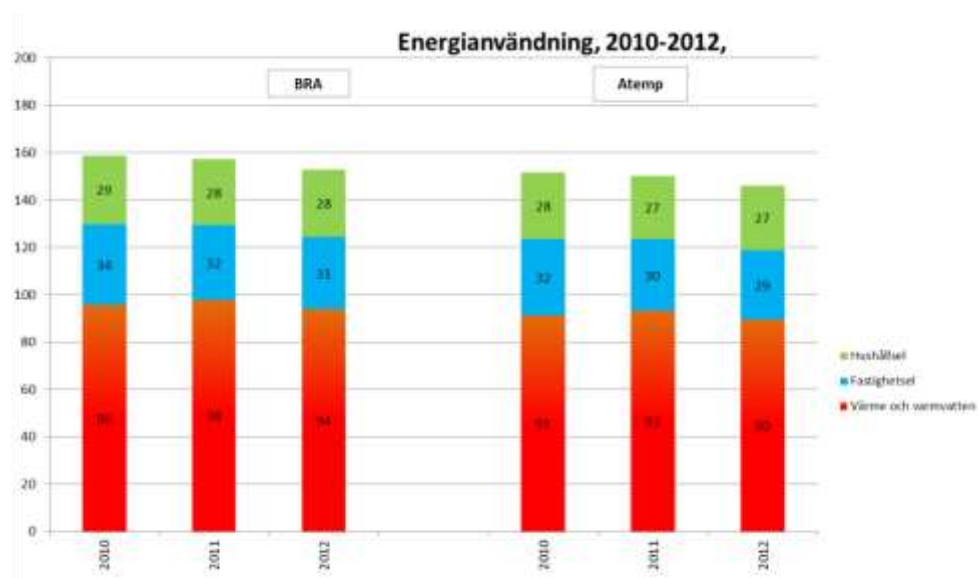
I förhållande till kravet för området på $120 \text{ kWh/m}^2_{\text{BRA}}, \text{år}$ (avseende uppvärmning, varmvatten, fastighetsel och hushållsel) är det enbart 4 fastigheter som inte överskrider detta krav.

De fyra fastigheterna som ingår i den fördjupade studien utgörs av en byggnad per fastighet, utom Flaggskepparen 5 som utgörs av två byggnader. Statistiken är för båda byggnaderna tillsammans, ingen undermätning av fördelningen mellan de två byggnaderna finns att tillgå.



Figur 2: Energianvändning; beräknad respektive uppmätt 2009-2012 – de 4 fastigheterna i den fördjupade studien.

Energianvändningens variation över hela området, visar en svagt nedåtgående trend. Förändringen år till år är mkt liten, se Figur 3.



Figur 3: Energianvändningens utveckling 2009-2012 för hela området per BRA och Atemp.

För djupare analys av utveckling, se Appendix 6.1.

Uppvärmningen är i nästan samtliga fall högre än vad som först beräknades, i 3 fall nästan dubbelt så hög. Det finns ingen tydlig minskande trend, som skulle kunna indikera att värmekurvor skulle ha anpassats mer i detalj efter behovet.

Varmvattenanvändningen antogs i beräkningsfasen till $30 \text{ kWh/m}^2_{\text{BRA}}, \text{år}$. I de fall som varmvatten mäts separat visar uppmätta värden mellan 16 till $23 \text{ kWh/m}^2_{\text{BRA}}, \text{år}$.

Fastighetselen är den post som mest av allt underskattades i beräkningsskedet. Fastighetselen antogs i medelvärde till $5 \text{ kWh/m}^2_{\text{BRA}}, \text{år}$. Av den statistik där det tydligt gått att separera fastighetsel från hushållsel låg fastighetselen under 2012 i genomsnitt på $20,1 \text{ kWh/m}^2_{\text{BRA}}, \text{år}$. De värden som inte gått att separera från varandra är Kommendörkaptenen 6 och 9 samt Flaggskepparen 5. Kommendörkaptenen 7 misstänks ha omvänd benämning mellan hushållsel och fastighetsel och har inte räknats med i medelvärdet. Kommendörkaptenen 6 och Flaggskepparen 5 är med i den fördjupade uppföljningen.

Hiss och belysning i allmänutrymmen beaktades ej i energiberäkningar inom *Det goda samtalet*. Det gör att inhämtad statistik innefattar elanvändare som det inte togs hänsyn till i beräkningen. Merparten av byggnaderna har ngn slags styrning på belysningen, samt energisparlampor, vilket gör att inverkan på statistiken hålls nere men märks tydligt ändå i energianvändningen.

I uppföljningen har inte denna energi varit möjlig att urskilja ur övrig el-statistik och är därför inkluderad i statistiken som jämförs i denna rapport. El till hiss och allmänbelysning skall ingå i specifik energianvändning. Gemensamhetstvättstugor skall räknas till hyresgästenergin men mäts ofta i fastighetsel eller värmestatistiken vilket gör att energin till tvättstuga ökar fastighetens energianvändning. Energi till tvättstuga har inte varit möjlig att urskilja från energistatistiken.

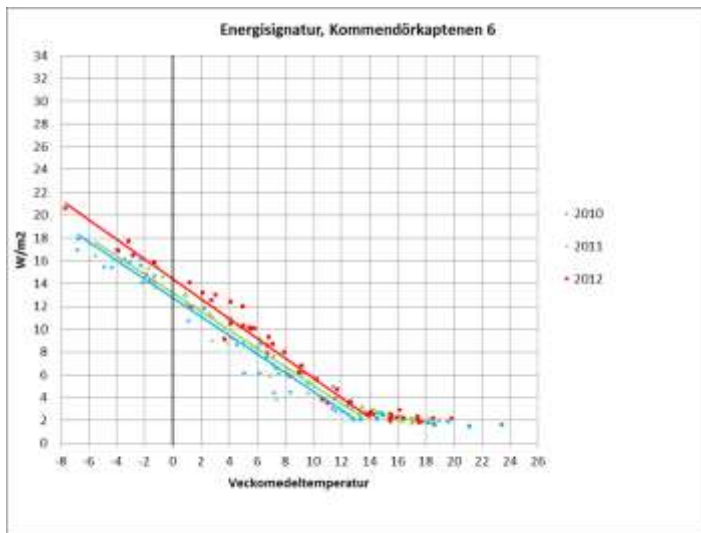
Hushållselen var i beräkningsskedet antagen till $38 \text{ kWh/m}^2_{\text{BRA}}, \text{år}$. Under 2012 visar uppmätt hushållsel nivå $30,7 \text{ kWh/m}^2_{\text{BRA}}, \text{år}$, vilket alltså är lägre än beräknat.

6.1 Effektsignaturer

Effektsignaturerna tas fram främst för att normalårskorrigera energianvändningen. Effektsignaturerna är baserade på veckomedelvärden.

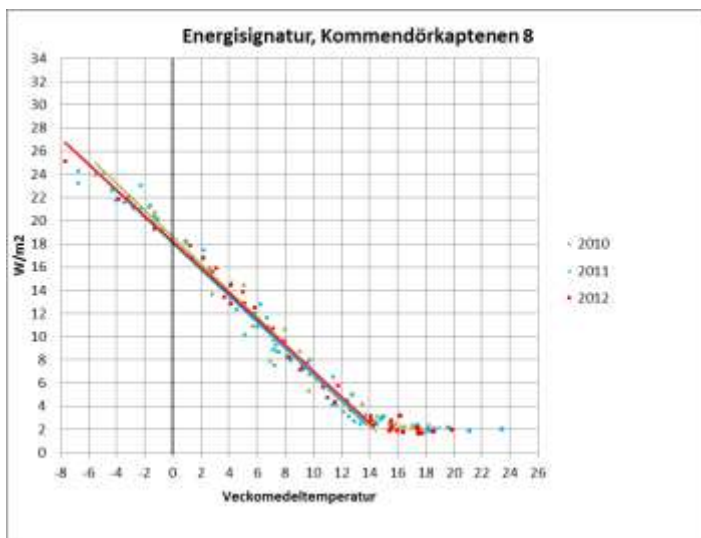
Effektsignaturerna kan också användas i den fördjupade analysen av de fyra byggnadernas energianvändning. Samlade värde längs med linjen skulle kunna indikera en dåligt injusterad styrning av faktiskt värmebehov (det kan bli onödigt varmt och kallt i lägenheterna). Stor spridning skulle kunna indikera bättre styrning i förhållande till rådande inomhuskomfort, temperatur ev. värmetröghet, golvvärme.

Effektsignaturerna skulle även kunna användas för analys av byggnadens effektbehov i förhållande till effektabonnemang, då statistikens upplösning är timvärden. Denna analys utförs inte inom projektet, intresserade fastighetsägare skulle dock kunna undersöka möjligheterna till att minska sina energikostnader genom denna analys.



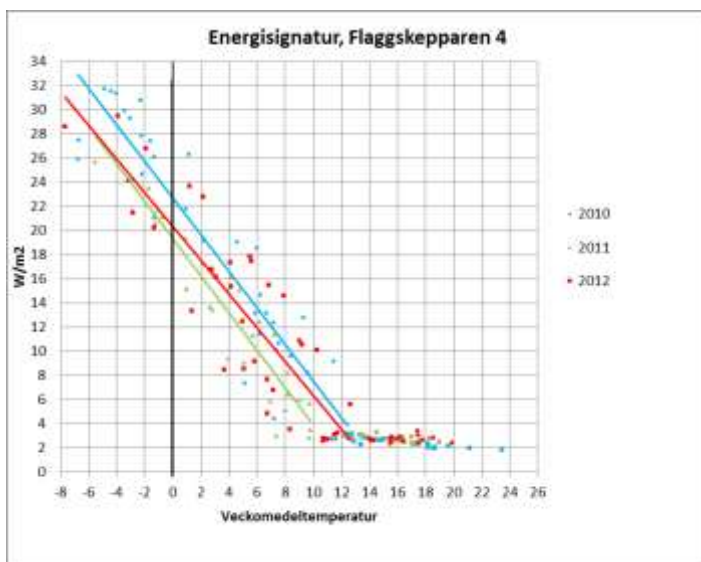
Effektuttaget under 2012 var något högre än de övriga åren, vilket kan bero på höjda inomhustemperaturer.

Bostadsrättsföreningen har pågående arbete med injustering, problem med ojämna temperaturer mellan lägenheterna har konstaterats och vissa boende klagat på att det är för kallt i lägenheterna.



Effektsignaturen ser mkt liknande ut mellan åren, vilket tyder på att inga förändringar av uppvärmningssystem eller liknande har skett.

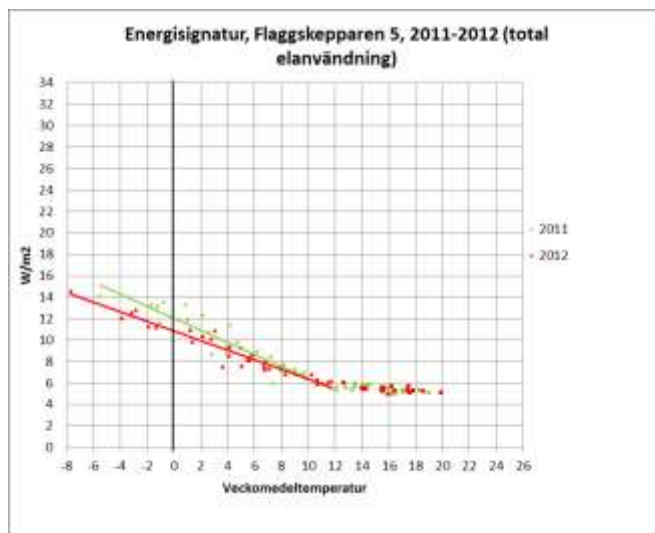
Fastighetsägaren uppger att de sänkt inomhustemperaturen sedan idrifttagning, och att byggnaden är rätt injusterad idag. Detta kan stämma om åtgärden genomförts före 2010, detta kan dock inte utläsas ur effektsignaturerna.



Effektsignaturerna varierar kraftigt mellan de olika åren. Detta kan ha flera olika anledningar.

Byggnaden är till stor del uppglasad, och värms med golvvärme. Kombinationen av ett trögt värmesystem med stora glasytor kan orsaka känslighet för temperatursvängningar.

Vid platsbesöket noterades att utegivaren till värmesystemet visade fel utetemperatur. Detta kan även vara en orsak till spridningen i effekter.



Effektsignatur över byggnadens elanvändning.

Byggnaden värms med direktverkande elbatterier i lokala FTX-aggregat.

Med stor sannorlikhet är tillgänglig effekt begränsad, effektsignaturen beskriver inte byggnadens behov.

7 Verifiering av beräkningsförutsättningar

Fyra byggnader har valts ut för att genomgå en detaljerad undersökning med syfte att verifiera beräkningsförutsättningarna.

Verifieringen har utförts genom systematisk undersökning av respektive indata.

7.1 Verifieringsmetodik allmänt

Utredningen genomförs enligt metodiken i Sveby Energiprestandaanalys³. Denna bygger på en stegvis analys av förutsättningarna för en byggnad att klara de krav som är gällt i aktuellt projekt.

Med utgångspunkt i det allmänna rådet i BBR att beräkningar bör ”utföras med utgångspunkt i ortens klimat, avsedd innetemperatur, normalt brukande av tappvarmvatten och vädring”⁴. Om byggnaden inte uppfyller aktuella krav, och andra förutsättningar än de normala förelegat, kan detta redovisas i särskild utredning vid uppföljningen, och kravet kan därmed anses uppfyllt. ”Normalårskorrigerings och eventuell korrigerings för avvikelse från projekterat brukande av byggnaden (innetemperatur, tappvarmvattenanvändning, vädring och dylikt) bör redovisas i en särskild utredning.”

Avvikelse mellan uppmätt och projekterad energianvändning kan bero på många saker och även om de stämmer överens bör denna analys göras. Enligt metodiken i Sveby Energiprestandaanalys finns tre huvudtyper av orsaker till avvikelser:

- Orsaker oberoende av entreprenör/byggherre: Hur många personer som bor i lägenheterna, samt brukarbeteenden som påverkar hur stor hushållselanvändningen är, om brukaren kan bestämma inomhustemperatur, hur brukarna vädrar eller ett utomhusklimat som normalårskorrigerings inte kompenserar för.
- Orsaker beroende på dåligt utförd energiberäkning: Beräkning efterliknar inte verkligheten, mätnoggrannheten är otillräcklig.
- Orsaker beroende på utförande: Sämre U-värden, sämre installationer, dålig idriftsättning mm.

I Flagghuset har vi inte möjlighet att utvärdera alla dessa parametrar på samma sätt som är möjligt i ett projekt som uppförs idag. Hur beräkningarna utfördes och kvalitetssäkringen i detta diskuteras.

Idag finns begränsad information om vad som skedde under byggprocessen. Energiberäkningarna uppdaterades inte under processens gång. En uppdatering av beräkningarna planerades för genomförande inom projektet med den fördjupade energiuppföljningen, men efter diskussion med styrgruppen har denna aktivitet strukits till fördel för en djupare analys av det faktiska läget.

I projektet har omfattande mätningar genomförts. Mätnoggrannheten i dessa beskrivs i respektive kapitel.

Enligt metoden i Sveby Energiprestandaanalys utförs

³ Energiprestandaanalys – avvikelse som kan härledas till brukare, verksamhet eller ökat kylbehov, Svebyprogrammet Version 1.0, 2012-10-10

⁴ Regelsamling för byggande, BBR 2012. Kap 9:2 Allmänt råd.

7.2 Beräkningsmetodik

Tidigare energiberäkningar

Då energiberäkningarna utfördes under 2006 erhöles ritningar/skisser samt indata till beräkningarna som t ex ventilationsflöde, SFP-tal och återvinningsgrad. Storlek på luftläckage ansattes till dåvarande normkrav om 0,8 l/s, m² omslutande yta om inte annat värde föreskrevs av beställaren. Tanken var att så tidigt som möjligt göra en uppskattning av energianvändningen och med hjälp av denna ge tidig vägledning för val av material, fönster etc. Efter en gemensam workshop fick byggherrarna kostnadsfri tillgång till programmet under en månads tid.

Samtliga energiberäkningar utfördes inledningsvis av samma person med syftet att erhålla jämförbara byggnader och kontroll av energibehovet under byggnationen. Areorna uppmättes oftast också av denna person. För jämförbarhetens skull ansattes viss indata gemensamt för samtliga byggnader:

Varmvattenanvändning om 30 kWh/m² BRA,år. Om individuell varmvattenmätning skulle användas minskades värdet till 21 kWh/m² BRA,år (30 % besparing). Det var 4 byggherrar som begärde avdrag på varmvattenanvändningen för denna insats. (HSB Flaggskepparen, Stanlybostäder, MKB och Tornahem).

Hushållselanvändning om 38 kWh/m² BRA,år, baserades på den elanvändning som uppmättes på Bo01-området. All denna el ansattes att tillföras byggnaden som internvärme.

Köldbryggor medräknades vid bjälklagskanter, lägenhetsavskiljande väggar samt balkonginfästning om inte annat angavs inför beräkningen. Köldbryggorna modellerades som vanliga endimensionella byggnadsdelar, inte som brukligt idag i 2D eller 3D.

Byggnadernas beräknade energibehov fördelades på ytan m²BRA (ovan mark). Anledningen var att större ytor använts till att fördela energibehovet på på Bo01-området (garage, förråd i källarplan), vilket gjort att energi-insatserna från byggherrarnas sida inte blivit särskilt ambitiösa. Detta krav utformades före den nya lagstiftningen kom om specifik energianvändning och definitionen av A_{temp}, BBR12.

För beräkningarna ansattes angränsande fasta temperaturer mot källarplan. 18°C i förråd och källare samt 8°C i garage. På så sätt togs hänsyn till en del av de reducerade transmissionsförluster från byggnaden som uppkommer av att utrymmet under byggnaden är uppvärmt. Med anledning av detta arbetades en förenklad beräkningsmodell fram. Två byggnader beräknades med respektive utan källarplan, energibehovet ökade med cirka 10 kWh/m²BRA,år och år i beräkningen med källarplanet modellerat. Med detta som grund beslutades att för byggnader med uppvärmda utrymmen under mark gjordes ett generellt avdrag om 10 kWh/m²BRA,år på energianvändningen.

Innetemperaturen sattes till 22°C för alla projekt, baserat på ELIB-rapport nr 4, uppmätt medeltemperatur i flerbostadshus.

Fastighetsel gjordes inget generellt antagande kring. Denna har antagits olika stor i projekten, beroende på kännedom om installationer.

Programvara

Programvaran (VIP+) från 2006 använder en kvalitetssäkrad metod för energibalansberäkning. Programmet räknar energibehovet timme för timme och värmelagring i stommen tas tillvara. Samtliga material i de ingående byggnadsdelarna läggs in direkt i programmet, liksom aktuella installationer.

Programvaran har utvecklats en del sedan 2006, men inte i någon större grad som kan anses orsaka en avvikelse mellan beräknat och uppmätt energianvändning. VIP Energy valideras kontinuerligt enligt IEA-BESTEST, ASHRAE-BESTEST och för Nordiska förhållande enligt StruSoft-BESTEST. För validering mot EN13790 eller NS3031 valideras programmet enligt EN15265. Samtliga testresultat och dokumentation finns tillgängligt på <http://vip.strusoft.com>.

För kompletterande beräkningar i aktuellt projekt, har en nyare version av programvaran använts, VIP Energy Version 2.1.2. Om beräkningsfil från 2006 öppnas och beräknas i denna version ökar beräknad energianvändning med $1 \text{ kWh/m}^2, A_{\text{temp}}$.

Kvalitetskontroll

Vid tillfället för beräkningarna var den generella medvetenheten om energiberäkningens komplexitet inte lika väl förankrad som den är idag. Kvalitetskontrollen i projektet kan antas ha varit mindre omfattande än vad dagens beräkningar generellt genomgår, både till följd av den generella kunskapsnivån samt den betydelse kvalitetskontrollen gavs i projektet. Byggherrarna fick 4 timmars konsulttid för att genomföra en enkel beräkning, inom denna tid inryms inte en speciellt hög kvalitetsnivå.

Det är samtidigt inte omöjligt att energiberäkningarna som utfördes inom *Det Goda samtalet* höll en högre kvalitetsnivå än energiberäkningar som utfördes vid denna tid generellt.

Kvalitetskontroll är en viktig utvecklingsfråga när det gäller energiberäkningarnas tillförlitlighet. I den energiberäkningstävling som genomfördes 2010-2011 inom Sveby-projektet kunde många generella kvalitetsbrister noteras. I slutrapporten från projektet görs följande slutsatser⁵.

- Bättre kvalitetsrutiner behövs vid beräkningar, speciellt viktig är kvalitetskontroll vid areaberäkningar då de är svåra att granska i efterhand.
- Högre kompetenskrav bör ställas på de som utför energiberäkningar, både i programvaruförståelse och i förståelse för energiberäkningen.
- Det saknas en samordnad terminologi i beräkningsprogrammen, in- och utdata presenteras på olika sätt.
- De Sveby -anvisningar som finns kan tolkas på olika sätt, tydligare anvisningar är önskvärt.
- Det är inte troligt att vi kan förvänta oss bättre prognoser än med 10 % marginal, utan att ha uppmätta värden att kalibrera beräkningarna mot.
- Mätningar bör kvalitetssäkras bättre och en tydlig verifieringsmetodik tillämpas.

I aktuellt projekt kvalitetsgranskas energiberäkningsmodellerna från 2006 främst med hänseende på mängder, för att utesluta att slarvfel orsakat felkälla.

⁵ Resultat från energiberäkningstävling för ett flerbostadshus, Projektrapport 2011-10-03

Klimatfil

Det saknas idag en allmän standard för hur en klimatdatafil för ett normalår skall skapas, och det finns en problematik kring detta som diskuteras i branschen, bland annat i Sveby –rapporten om Normalårskorrigerings från 2013.⁶ Inom arbetet med den fördjupade uppföljningen av Flagghusen görs avgränsningen till att inte innefatta denna allmänna diskussion, utan fokus ligger på det specifika för projektet.

Klimatfilerna som används i VIP-beräkningar levereras i beräkningsprogrammet, av programleverantören. Klimatfilen från 2006 skiljer sig från idag tillgängliga klimatfiler, då de uppdaterats med större underlag för normalårskorrigerings sedan beräkningstillfället.

För att kunna utvärdera klimatfilens eventuella påverkan på beräkningsresultatet görs en jämförelse av den tidigare använda klimatfilen, och den nu tillgängliga.

Utetemperaturen är lägre i den klimatfil som tillhandahålls i programvaran idag jämfört med 2006. Nuvarande klimatfil, Malmö 1996-2005 är en syntes av data från 1996-2005, hämtade från Metonorm. Antal gradtimmar under 16 grader är 4 procent lägre i denna jämfört med beräkningen 2006, vilket gör att beräknad energianvändning blir **lägre** med nuvarande klimatfil.

Solinstrålningen varierar kraftigt mellan filerna, där instrålade sol mot en horisontell yta minskade med ca 40 procent i nuvarande klimatfil jämfört med beräkningen 2006. Detta gör att beräknad energianvändning är **högre** med nuvarande klimatfil jämfört med beräkningen 2006, medan risken för övertemperering minskar. Vinden är 23 % högre i nuvarande klimatfil jämfört med beräkningen 2006, vilket gör att beräknad energianvändning blir **högre**.

Då det inte går att importera gamla klimatfilen till VIP Energy Version 2.1.2 går det inte att kvantifiera hur stor skillnad i energianvändning det blir med respektive klimatfil. En uppskattning av värdena är att beräkning med nuvarande klimatfil ger en lägre energianvändning än den från 2006.

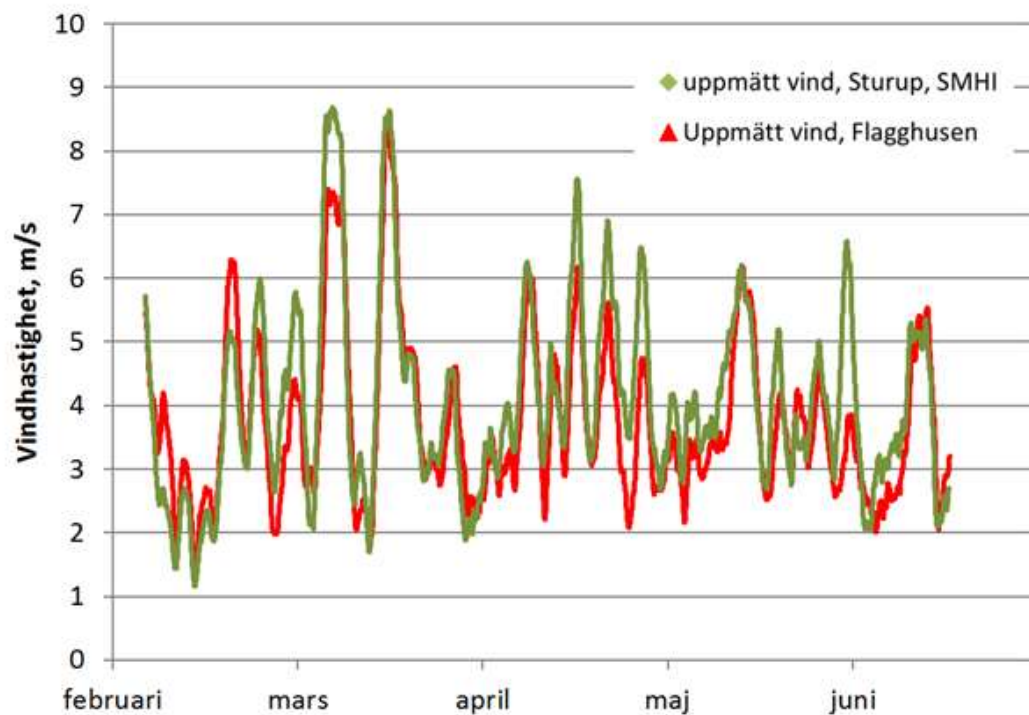
Vindutsatthet

I VIP Energy anges hur stor andel av klimatfilens vindbelastning som träffar byggnaden. Ett skyddat läge ger ett lågt värde och alltså lägre vindbelastning. I beräkningarna från 2006 har 80 % av vindhastigheten i klimatfilen antagits för byggnaderna i kvarterens ytterkant, respektive 70 % för de något mer skyddade byggnaderna i kvarterens mitt. I slutrapporten från 2010 pekades det utsatta vindläget ut som en möjlig källa till att byggnaderna använder mer energi och att uppvärmningsbehov föreligger under en större del av året än beräknat.

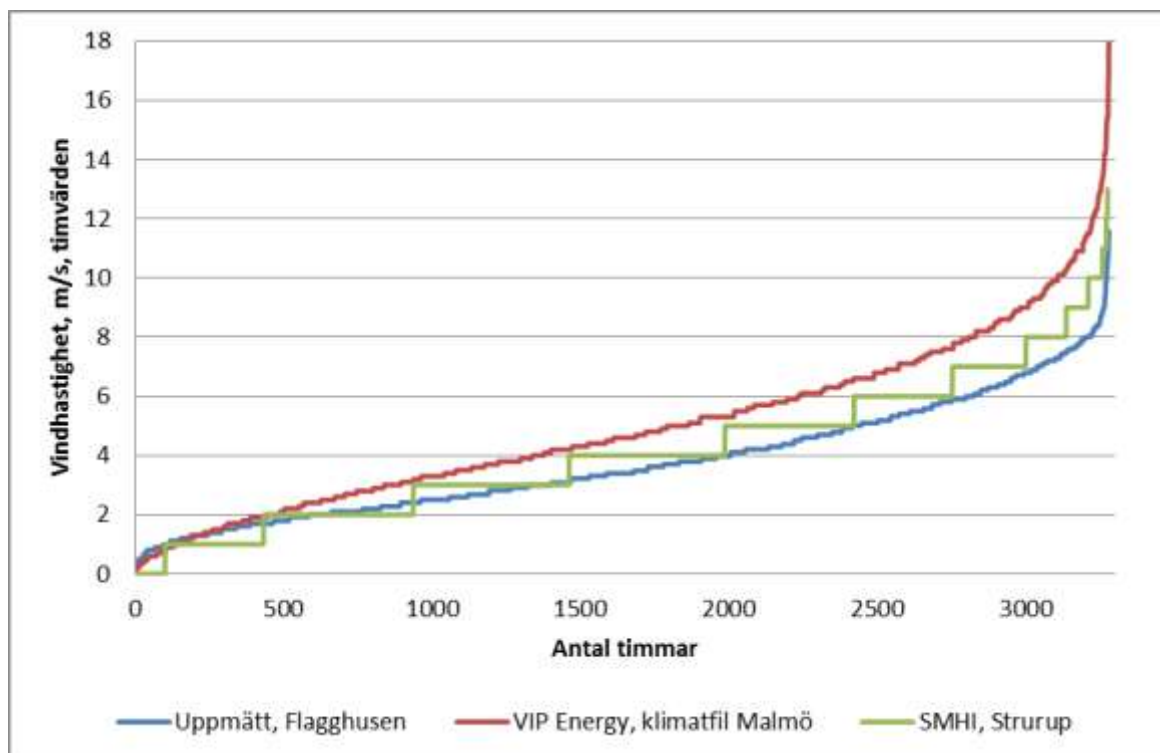
Påverkan från vind har betydelse för beräknad/uppmätt energi. Som känslighetsanalys kontrolleras en ökning från 70 % till 100 respektive 120 % i energiberäkningsmodellen för Kommendörkaptenen 6. Detta ger en ökad beräknad energianvändning av 3,2 kWh/m²,år respektive 5,0 kWh/m²,år.

Vindmätning har utförts i området under mätperioden 4 feb tom 21 juni 2013. Vindmätare av typen Windlogg placerades på tak i fastigheten Flaggskepparen 4. Uppmätta vindvärden i Flagghusen jämförs med vindvärden från SMHI för Malmö, under samma period. Uppmätta vindhastigheter har jämförts med vinddata i klimatfil, se fig xxx

⁶ Normalisering av byggnadens energianvändning – sammanfattad version, Svebyprogrammet, Projektrapport 2013-12-20



Figur 4: Uppmätt vindhastighet i Flagghusen jämfört med SMHI.



Figur 5: Varaktighetsdiagram för uppmätt vindhastighet i Flagghusen, Sturup samt vindhastighet i VIP Energy klimatfil för Malmö.

Uppmätt medelvind under mätperioden är 3,8 m/s i Flagghusen, jämfört med SMHI:s värden för Sturup, 4,1 m/s. Vind varierar mellan olika år, och i klimatfilen från VIP är medelvindhastigheten ca 5,0 m/s, d.v.s. något högre än uppmätta värden. Den uppmätta vindhastigheten i Flagghusen är alltså ca 93 % av motsvarande uppmätning i Sturup, respektive 76 % av medelvinden i klimatfilen.

Uppmätta vindförhållanden ger inte anledning att tro att hanteringen av vindhastigheten i klimatfilens ska vara en avgörande faktor för att energianvändningen är högre än beräknat.

7.3 Utförande byggnad

U-värden

Mkt små avvikelser kan noteras mellan i beräkningarna uppställda U-värden och idag tillgänglig information. Inga förstörande ingrepp har gjorts i byggnaderna, varför tjocklekar på material etc ej kan bekräftas. Beräkningarna från 2006 får antas utförda med korrekta värden.

U_m-värden ur beräkningsfiler från 2006. Huruvida U_m-värdet stämmer eller inte är starkt förknippat med kvaliteten på beräkningen, se diskussion kap 7.2.

Kommendörkaptenen 6	Kommendörkaptenen 8	Flaggskepparen 4	Flaggskepparen 5
0,33 W/m ² K	0,49 W/m ² K	0,47 W/m ² K	0,37 W/m ² K

U-värden på fönster kontrollerades i möjlig mån på plats. Inga avvikelser noterades.

	Kommendörkapt. 6	Kommendörkapt. 8	Flaggskepparen 4	Flaggskepparen 5
U-värde, beräkning	1,0 W/m ² K	1,2 W/m ² K	1,0 W/m ² K	
Inventerat 2014				
- U-värde	1,0 W/m ² K	?	1,0 W/m ² K	0,6 W/m ² K (glas)
- Fabrikat	H-fönster	Kvillsfors	H-fönster	Sanco
- Typ	2-glas isolerruta	2+1 ruta, "Klass D"	2-glas isolerruta	2+1 ruta, dreh-kip

Köldbryggor

Då underlagsmaterial som detaljerat beskriver byggheternas uppbyggnad i stor utsträckning saknas, kan mkt lite sägas om huruvida hanteringen av köldbryggorna har varit bidragande till en avvikelse mellan beräknad och uppmätt energianvändning. Köldbryggor hanterades vid beräkningstillfället på samma sätt som övriga 1-dimensionella byggnadsdelar. Beräkningsprogrammet hade vid denna tid inte den funktion som finns idag, där 2- och 3-dimensionella bygghetdelar kan beräknas.

De köldbryggor som beräknats är främst mellanbjälklag och balkonganslutningar. Dessa har byggts upp som omkringliggande yttervägg, med en betongdel innerst, för att motsvara bjälklagskanten. Ytan av dessa anslutningar har mätts på samma sätt som övriga ytor.

I de beräkningar där det är tydligt att köldbryggor medräknats, utgör dessa följande andel av byggnadens transmissionsförluster.

Kommendörkaptenen 6	Kommendörkaptenen 8	Flaggskepparen 4	Flaggskepparen 5
3 %, 1,4 kWh/m ²	inga beräknade	10 %, 7,4 kWh/m ²	3,5 %, 2,3 kWh/m ²

I examensarbetet *Köldbryggor i lågenergihus, Byggnadssystemens inverkan på transmissionsförluster*⁷ (Danebjer & Ekström, 2012) studerades hur stor andel av transmissionsförlusterna som köldbryggor utgör, i några typiska lågenergibyggnader. Slutsatsen i detta examensarbete var att schablonvärden för köldbryggor inte är att rekommendera. Om schablonvärden skall användas, kan 35-40 % av de totala transmissionsförlusterna vara en rimlig nivå. Examensarbetet behandlade lågenergihus, vilket inte är fallet i Flagghuset (förutom Flaggskepparen 5). Motsvarande schablon för normal bebyggelse kan antas något lägre. Anmärkningsvärt är dock hur liten andel transmissionsförluster som räknades med 2006.

⁷ <http://www.hvac.lth.se/fileadmin/hvac/TVIT-5032MDTEweb.pdf>

Lufttäthet

I beräkningarna från 2006 har luftläckage ansatts som redovisas nedan. Luftläckaget anges i beräkningsprogrammet som läckageflödet genom en byggnadsdel i l/s,m² vid +/- 50 Pa lufttryck över ytan. Beräkningsprogrammet beräknar sedan luftläckaget beroende av tryckskillnaden inne/ute, baserat på ventilationsinställningar och utomhustemperaturer i klimatfil.

VIP Energy beräknar luftläckaget beroende av valt ventilationssystem, varför även detta anges i nedanstående tabell. Luftläckaget beräknas med hänsyn till tryckskillnader över klimatskärmen. Tryckskillnader över klimatskärmen påverkas av obalans mellan till- och frånluftsflöden i ventilationssystem, termiktryck över klimatskärm till följd av olika densitet på ute- och inneluft samt rådande vindtryck.

	Kommendörkap- tenen 6	Kommendörkap- tenen 8	Flaggskepparen 4	Flaggskepparen 5
Luftläckage i beräkning	0,6 l/s,m ²	0,8 l/s,m ²	0,8 l/s,m ²	0,6 l/s,m ²
Ventilationssystem	FTX, balanserade flöden	FTX, balanserade flöden	F med spaltventiler	FTX, balanserade flöden

Som känslighetsanalys kontrolleras en ändring av luftläckage med $\pm 0,2$ l/s,m² i energiberäkningsmodellen för Kommendörkaptenen 6. Vid mindre luftläckage minskar energibehovet för uppvärmning med 1,5 kWh/m², vid det ökade luftläckaget ökar energibehovet för uppvärmning med 3,2 kWh/m².

För att kunna jämföra teori och praktik utfördes täthetsprovning av två byggnader. Den ursprungliga avsikten var att samtliga fyra byggnader skulle täthetsprovas, men bara två av fastighetsägarna ville medverka vid en täthetsprovning. Genomförandet av fullskaliga täthetsprovningar i flerbostadshus kräver att såväl fastighetsägare som bostadsinnehavare medverkar vid täthetsprovningstillfället, vilket gör täthetsprovning av flerbostadshus relativt komplicerat.

Enligt uppgift har täthetsprovning genomförts i enskilda lägenheter i de två övriga byggnaderna vid tidigare tillfälle. Fastighetsägaren till Kommendörkaptenen 8 uppger uppmätt täthet 0,20 l/s,m². För Flaggskepparen 5 finns ingen uppgift om resultat.

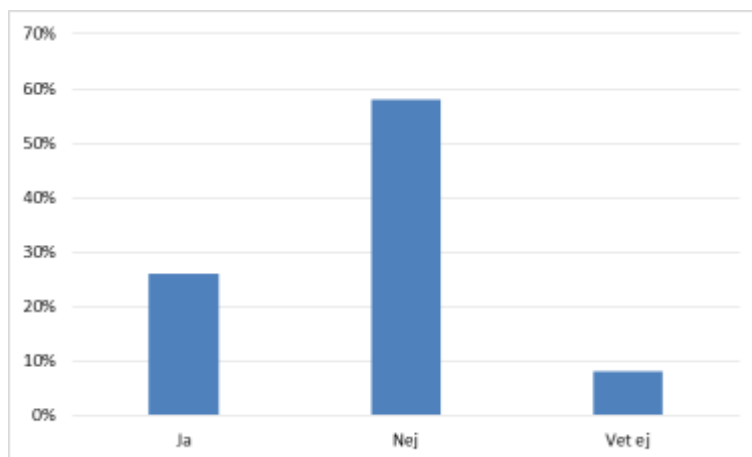
De kontrollerade byggnaderna består båda av två trapphus. Täthetsprovningen begränsades till endast ett trapphus per byggnad. Detta innebär en viss risk för interna läckage. För att utesluta interna läckage mellan trapphus kan mottryck skapas i det angränsande trapphuset. Detta förfarande är ofta mycket omfattande och tidskrävande. Det bedömdes att täthetsprovning av ett trapphus utan mottryck var en tillräckligt bra metod för aktuellt projekt.

Luftläckaget per omslutande kvadratmeter har beräknats i enlighet med vad som anges i standarden EN 13829 (den standard som rekommenderas i BFS 2011:6). Arean innefattar alla byggnadsdelar som omsluter trapphuset med intilliggande lägenheter, dvs. totalt omslutande area bestående av ytterväggar, trapphusskiljande väggar, bjälklag, grund och tak. I jämförande syfte presenteras i tabell 2 även lufttätheten då den omslutande arean endast består av klimatskiljande byggnadsdelar.

Medelvärde	Kommendörkaptenen 6	Flaggskepparen 4
Läckage per omslutande area enligt EN 138 29	0,50 l/s,m ²	0,34 l/s,m ²
Läckage per omslutande area klimatskärm	0,56 l/s,m ²	0,40 l/s,m ²
Jämförelse mot beräkning	Bättre än antaget	Bättre än antaget

Appendix 7.1 innehåller beskrivning av metod och resultat av uppmätt lufttäthet.

I båda de kontrollerade byggnaderna var uppmätt luftläckage lägre än det som angivits i de tidigare beräkningarna. Högre luftläckage än beräknat kan därför uteslutas som anledning till eventuell avvikelse mellan beräknad och uppmätt energianvändning.



Figur 6: Fråga 42, Besväras du av att temperaturen i lägenheten varierar beroende på hur mkt det blåser utomhus?

I inommiljöenkäten ställdes frågan om de boende upplever att de besväras av att inomhustemperaturen varierar beroende på hur mkt det blåser utomhus. En majoritet av de svarande, nära 60 %, upplevde inga sådana besvär.

7.4 Utförande installationer

Värmesystem

Uppvärmningssystem

De fyra byggnaderna är samtliga anslutna till det kommunala fjärrvärmenätet och har följande distributionssystem för bostadsytor och allmänna ytor.

Kommendörkaptenen 6	Kommendörkaptenen 8	Flaggskepparen 4	Flaggskepparen 5
Radiatorer	Radiatorer	Golvvärme (vattenburet)	Luftburen värme i vent
Radiatorer i trapphus	Radiatorer i trapphus	Radiatorer i trapphus	El golvvärme i entré
Fläktluftvärmare i garage (gemensamt med grannfastighet)	Garage värms av avluft.	Garage ouppvämt	Luftburen värme i vent i trapphus och garage.

I samtliga byggnader utom Flaggskepparen 4 återvinns värme i med hjälp av FTX-aggregat. Flaggskepparen 4 har en mindre frånluftsvärmepump (110 W) kopplad till värmesystemet.

Inomhustemperatur, bostäder och allmänna ytor

Inomhustemperaturen har stor betydelse för beräknad/uppmätt energi. Som känslighetsanalys kontrolleras en ökning från 22 °C till 23 respektive 24 °C i energiberäkningsmodellen för Kommendörkaptenen 6. Detta ger en ökad beräknad energianvändning av 3,5 kWh/m²,år och grad.

Inom *Det goda samtalet* beslutades att alla byggnader skulle beräknas med en inomhustemperatur av 22 °C, då detta är medeltemperaturen i flerbostadshus, enligt ELIB-rapport nr 4. I slutrapporten från 2010 konstaterades att inomhustemperaturen i nästan samtliga byggnader varit 1-2 grader högre än beräknat. Detta konstaterades vid platsbesök, utan att göra någon utförligare loggning av temperaturer.

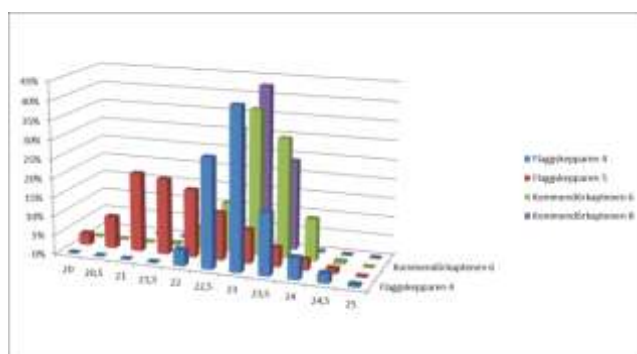
Energiberäkningarna avsåg energibehovet för byggnaden ovan mark. Energibehov till eventuell källare, garage och/eller förråd under mark var alltså inte inkluderade i vare sig krav eller beräkning. Inom *Det goda samtalet* bestämdes att beräkningarna skulle utföras för byggnaden ovan mark, med en konstant angränsande temperatur, 18 °C i förråd och källare, respektive 8 °C i garage. En förenklad beräkningsmodell för att hantera dessa byggnader arbetades fram, där byggnader med uppvärmda utrymmen under mark fick ett avdrag av 10 kWh/m² på energianvändningen, både den beräknade och vid energiuppföljningen 2010.

Vid genomgång av beräkningarna konstateras dock en variation i hur detta hanterats.

Kommendörkaptenen 6	Kommendörkaptenen 8	Flaggskepparen 4	Flaggskepparen 5
Inomhustemp bostäder (och trapphus) 22 °C.	Inomhustemp bostäder (och trapphus) 22 °C.	Inomhustemp bostäder (och trapphus) 22 °C.	Inomhustemp bostäder (och trapphus) 22 °C.
Bjälklag mot garage, konstant temp 12 °C.	Bjälklag mot förråd, konstant temp 18 °C. Bjälklag mot garage, konstant temp 7 °C. Vägg mot garage, konstant temp 12 °C.	Bjälklag och vägg mot förråd, konstant temp 18 °C. Bjälklag mot garage, konstant temp 7 °C.	Bjälklag mot garage, konstant temp 12 °C.

Inomhustemperaturer loggades under mätperioden (uppvärmningssäsong). Loggning sker både i lägenheter samt i allmänna utrymmen, för att kunna bestämma vilka ytor som tillhör A_{temp} och vilka som inte är uppvärmda. Appendix 7.2 beskriver metod, uppmätta inomhustemperaturer och diskussion, som sammanfattas nedan.

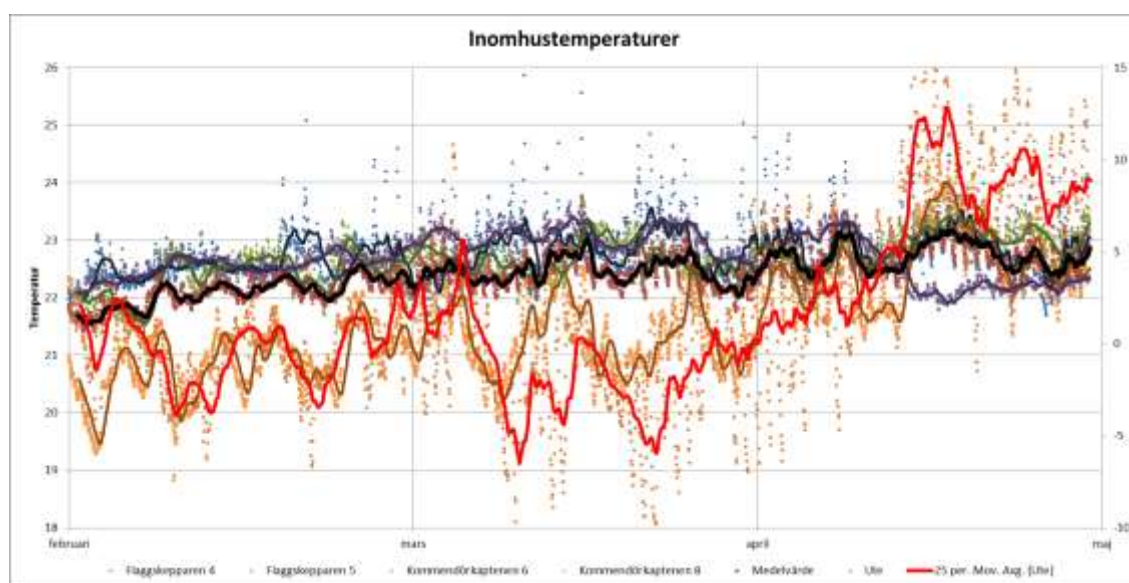
Kommendörkaptenen 6	Kommendörkaptenen 8	Flaggskepparen 4	Flaggskepparen 5
Garage: 21-22 °C. Aktivt uppvärmt.	Garage: 10-15 °C. Aktivt uppvärmt.	Garage: Ej mätt. Ouppvärmt.	Garage: 12-20 °C. Aktivt uppvärmt.
Källarförråd, trapphus: 16-18 °C. Aktivt uppvärmt.	Källarförråd, trapphus: 16-18 °C. Aktivt uppvärmt.	Förråd (bottenplan), trapphus: 18-20 °C. Aktivt uppvärmt.	Källare: 12-20 °C. Aktivt uppvärmt.
Bostäder: 22-24 °C. Stor spridning mellan mätpunkter.	Bostäder: 22,5-23,5 °C Liten spridning mellan mätpunkter.	Bostäder: 22,5-24 °C Liten spridning mellan mätpunkter.	Bostäder: 20-23 °C. Stor spridning mellan mätpunkter.



Figur 7: Histogram med genomsnittlig inomhustemperatur i lägenheter för respektive byggnad

Orsaken till att byggnaderna visar upp högre inomhustemperaturer kan vara olika, men en förutsättning är att systemet är injusterat på ett sätt som möjliggör det. Detta kan bero på dåligt utförd injustering, eller att de boende har krävt högre temperaturer än 22 °C och börvärdeskurvan därför höjts. Detta kan variera mellan de olika typerna av byggnader, om det är en bostadsrättsförening eller en fastighet med hyreslägenheter.

Det är tydligt att inomhustemperaturerna i Flaggskepparen 5 är betydligt lägre än i övriga tre byggnader. När medeltemperaturen inomhus i de fyra byggnaderna plottas mot utetemperatur, är det också tydligt att inomhustemperaturen i Flaggskepparen 5 med störst tydlighet följer utetemperatur. Detta skulle kunna bero på att börvärdeskurvan i denna byggnad är för lågt ställd, och att värmesystemet därmed inte kan kompensera för när utetemperaturen sjunker.



Figur 8: Genomsnittlig inomhustemperatur i lägenheterna i respektive byggnad

I motsatt riktning varierar inomhustemperaturerna i Flaggskepparen 4 genom att öka, då utetemperaturen sjunker. Detta tyder på att börvärdeskurvan för uppvärmningen är för brant ställd, och att värmesystemet överkompenserar med högre effekt än vad som behövs, då utemperaturen sjunker. Även då utemperaturen ökar plötsligt, svarar byggnaden med lägre inomhustemperatur. Att byggnaden har ett trögt golvvärmesystem kan inte förklara temperaturprofilen. Vid platsbesök noterades att uppvärmningssystemets utegivare visade -10 °C då utemperaturen var -5 °C. Hur detta fel, som troligtvis beror på att givaren inte kalibrerats vid montering, varierar med utemperaturen är osäkert, men det kan vara en anledning till temperaturprofilen.

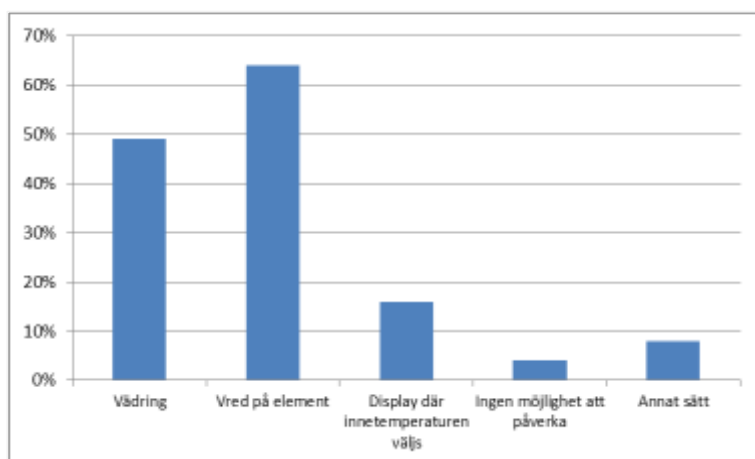
Kommendörkaptenen 8 och 6 uppvisar båda en jämnare temperaturprofil. I Kommendörkaptenen 6 har problem med ojämna temperaturer mellan lägenheter noterats av förvaltaren, och injusteringsarbete pågår. Tidigare användes individuell lägenhetsdebitering av värmeanvändning, men som togs ur bruk då det visade sig bli väldiga snedfördelningar mellan lägenheterna. Möjligheterna var också begränsade att påverka sin rumstemperatur då lägenheternas fysiska läge och påverkan av angränsade lägenheter blev en stor faktor.

Kommendörkaptenen 8 har en ökad temperatur inomhus vid låga utomhustemperaturer. Temperaturen i byggnaden är i övriga ganska jämn och håller sig relativt konstant även vid kraftiga temperatursvängningar. Förvaltaren upplever att byggnaden är rätt injusterad och intrimmad.

Möjlighet till reglering av inomhustemperatur

En anledning till att uppmätt inomhustemperatur skiljer sig från den i beräkningen antagna är att de boende har möjlighet att med hjälp av termostater variera inomhustemperaturen. De boendes möjligheter till individuell reglering av inomhustemperatur undersöktes vid platsbesök.

Kommendörkaptenen 6	Kommendörkaptenen 8	Flaggskepparen 4	Flaggskepparen 5
Termostater på radiatorer under fönster. Mkt ojämnt användande.	Termostater på radiatorer under fönster.	Termostat på golvvärmesystemet. Tilluft via spaltventil i fönsters ovkant, uppvärmd luft.	Termostat vid entré, luftburen värme. Värmaren i FTX-aggregat slås på manuellt (boende).



Figur 9: Enkätfråga 43, Hur kan du påverka temperaturen inomhus?

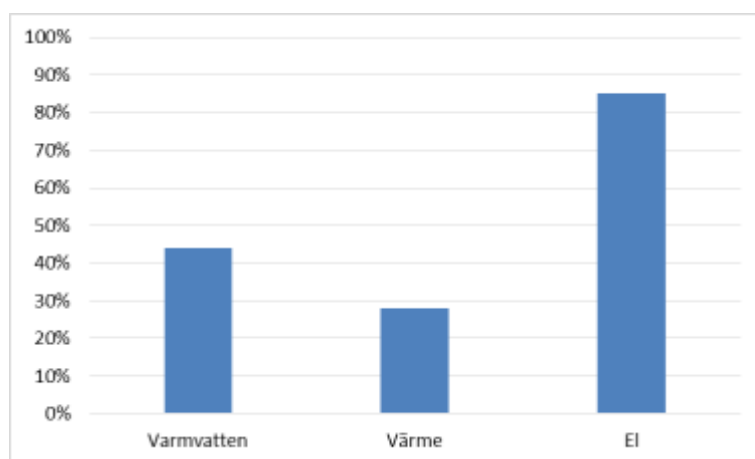
intresserade av att reglera inomhustemperaturen är om det har en påverkan på boendeekonomin. I

I inommiljöenkäten ställdes en del frågor rörande de boendes upplevelse av inomhustemperaturer och de boendes möjlighet till att påverka denna. På frågan om hur inomhustemperaturen kan påverkas var svaren övervägande med hjälp av vred på radiatorerna, eller vädning. För de detaljstuderade byggnaderna har kommentarer från boende vid platsbesök noterats i appendix.

En ytterligare faktor som kan påverka i vilken grad de boende är

samtliga byggnader förutom Flaggskepparen 5 ingår värmen i månadskostnaden, de boende betalar så kallad varmhyra. Ursprungligen planerades Kommendörkaptenen 6 för individuell debitering av värme, men detta visade sig under de inledande driftsåren ge väldigt stora variationer i uppvärmningskostnad mellan olika lägenheter. Trots utredningar kunde inte en för de boende acceptabel anledning till detta presenteras, och bostadsrättsföreningen beslutade att avbryta den individuella debiteringen av värme.

Flaggskepparen 5 har luftburen värme i lägenhetsaggregaten. De boende betalar individuellt både för driftelen för ventilationsaggregaten, samt för tillskottsvärmen till detta. De boende får själva aktivera aggregatens tillskottsvärme, en funktion som inte är speciellt väl beskriven vid aggregaten. Det är mycket troligt att de boende inte känner till hur aggregaten fungerar och hur de själva kan reglera värmeförseln.



Figur 10: Enkätfråga 59, Betalar du själv för din lägenhets ...?

I inommiljöenkäten ställdes frågan om de boende själva betalar för sin el-, varmvatten- och värmeanvändning. De flesta, över 80 %, svarade att de betalar för sin egen el, mindre andelar för värme- och tappvarmvatten.

Det är tydligt att det är lägst inomhustemperaturer i den byggnad där inomhustemperaturen har störst inverkan på boendekonomin. Det går dock inte att säkerställa sambandet, då det också kan bero på andra faktorer.

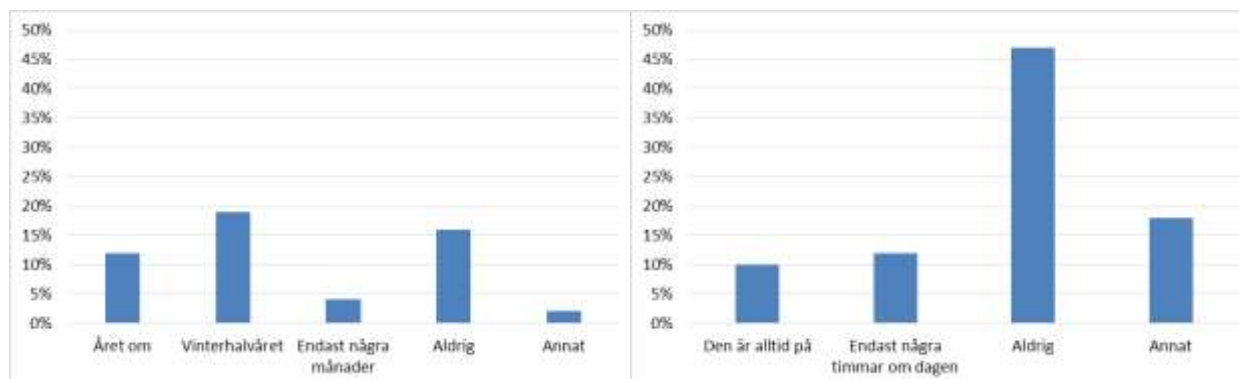
Kompletterande elvärme

Golvvärme räknas alltid som specifik energianvändning, även i de fall det är installerat som komfortgolvvärme och badrummet huvudsakligen värms upp av annan källa. I de fall handdukstork är enda värmekälla skall även denna räknas som specifik energianvändning.

Enligt Sveby Brukarindata bostäder Version 1.0 bör golvvärme och handdukstork hanteras med tillägg på beräknad specifik energi. Golvvärme 1000 kWh/lgh, handdukstork 500 kWh/lgh (om handdukstorken är enda värmekälla). I inget av de studerade husen är handdukstorken enda uppvärmning i badrum. I beräkningarna från 2006 har ingen speciell hänsyn tagits till huruvida det finns golvvärme/handdukstork eller inte.

Kommendörkaptenen 6	Kommendörkaptenen 8	Flaggskepparen 4	Flaggskepparen 5
Elektrisk golvvärme i badrum, används sparsamt.	Elektrisk golvvärme i badrum, används sparsamt.	Elektrisk golvvärme i badrum, används frekvent.	Elektrisk golvvärme i badrum.
Elektrisk handdukstork, används sparsamt.	Elektrisk handdukstork, används sparsamt.	Elektrisk handdukstork, används en del.	Elektrisk handdukstork, enligt boende mkt dyr att använda.
Elektrisk rumsvärmare i lägenheter på övre plan.			Elektrisk rumsvärmare delas ut vintertid till klagande hyresgäster.

Golvvärme och handdukstork berördes också av innemiljöenkäten. Av de svarande anger drygt 10 % att de använder golvvärmen året om, knappt 20 % att de använder golvvärmen under vinterhalvåret och drygt 15 % anger att de aldrig använder golvvärmen. En betydande andel av de svarande vet inte om golvvärmen är vattenburen eller om det är direktverkande el. När det gäller handdukstorken anger 45 % av de svarande att den aldrig används.



Figur 11: Enkätfråga 54, Om du har golvvärme i lägenheten, hur ofta använder du golvvärmen? Enkätfråga 57, Hur ofta använder du handdukstorken?

El till golvvärme skall kunna mätas separat, vid verifiering av energianvändning. Enligt Sveby Energi-prestandaanalys bör elinstallation som har en elanvändning högre än $3 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$ ha egen undermätare. För elinstallation med elanvändning som är lägre än $3 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$ kan schablon användas. Som exempel nämns golvvärme. Ingen av de studerade byggnaderna har separat mätning av el till golvvärme, elektrisk golvvärme är i samtliga byggnader kopplade på hushållselen.

Om beräkning av energianvändning baserad på schablonpåslag utförs för de fyra byggnaderna blir denna för samtliga byggnader betydligt större än $3 \text{ kWh/m}^2, \text{år}$.

Kommendörkaptenen 6	Kommendörkaptenen 8	Flaggskepparen 4	Flaggskepparen 5
28 lägenheter	22 lägenheter	18 lägenheter	28 lägenheter
28 000 kWh/år	22 000 kWh/år	18 000 kWh/år	28 000 kWh/år
→ 11 kWh/m ² ,år	→ 15 kWh/m ² ,år	→ 10 kWh/m ² ,år	→ 10 kWh/m ² ,år

El till golvvärme mäts i samtliga byggnader som hushållsel. För uppföljningen mot det ursprungliga kravet spelar det mindre roll, då kravet innefattade hushållsenergi, men för jämförelse mot dagens energikrav baserat på specifik energi skall denna användning hanteras som specifik energi, och uppmätt specifik energi öka med motsvarande. Då ingen statistik på användningen finns, används ovanstående siffror.

El till golvvärme mättes inte vid uppföljningen. Den utrustning som fanns tillgänglig för elmätningar i form av eltänger, hade inte fungerat för detta ändamål då det hade krävt att elskåp i lägenheter lämnades öppna. Om någon fastighetsägare hade varit intresserad av att installera ett bättre uppföljningssystem av mer permanent karaktär i och med projektet hade el till golvvärme och handdukstorkar kunnat mätas enkelt.

Varmvatten - VVC-förluster

Varmvattenanvändningen och energibehovet för denna beror till stor del på de som bor i byggnaden och använder vattnet, en så kallad brukarberoende parameter. Då energin räknas som specifik energi, och tillförseln av tappvarmvattnet baseras på värmesystemet behandlas frågan i detta kapitel istället för i kapitel 3.5 Brukarberoende parametrar.

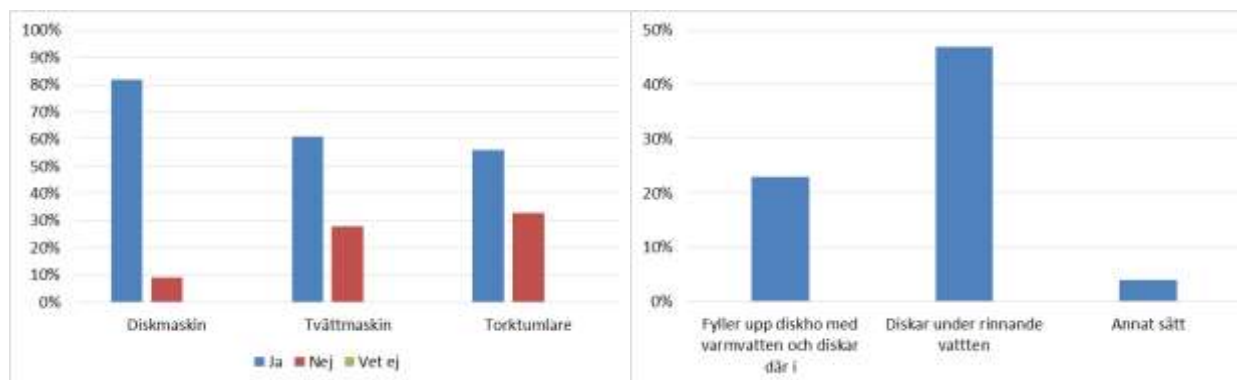
I beräkningarna från 2006 har samma tappvarmvattenanvändning antagits för samtliga byggnader, 30 kWh/m²BRA. Samtliga byggnader har VVC-installation för att säkerställa varmvattnets temperatur. I beräkningarna från 2006 har ingen speciell hänsyn tagits till VVC-förluster.

Tappvarmvattenanvändning undersöks i möjlig utsträckning med hjälp av undermätare (IMD) i byggnaderna. Appendix 7.3 beskriver statistik, beräkningar samt diskussion.

Flaggskepparen 5 och Kommendörkaptenen 6 har ett mätsystem med månadsvis registrering av tappvarmvattenflödet per lägenhet. I Flaggskepparen 5 är tvättmaskinerna i den gemensamma tvättstugan inkopplad till varmvattnet men varmvattenflödet mäts ej separat. I Kommendörkaptenen 9 sker en årlig manuell avläsning för varje enskild lägenhet i byggnaden. Tvättmaskinerna är inkopplade på varmvattnet men mäts ej separat. Flaggskepparen 4 saknar varmvattenmätning. Kompletta värden för alla byggnaderna finns endast för år 2011-2012.

Varmvatten	Flaggskepparen 4	Flaggskepparen 5	Kommendörkaptenen 6	Kommendörkaptenen 8
kWh/m ² år				
2011	-	15,0	17,3	21,0
2012	-	17,0	17,7	19,3
2013	27,9	-	-	-

I innemiljöenkäten ställdes frågor om disk- och tvättvanor. 80 % av de svarande anger att de har diskmaskin i lägenheten, ca 60 % har även tvättmaskin och torktumlare. Knappt 50 % av de svarande anger att de diskar under rinnande vatten, om de handdiskar.



Figur 12: Enkätfråga 49, Har du inne i lägenheten ...? Enkätfråga 50, Om du handdiskar, hur går du tillväga då?

I de fyra studerade byggnaderna finns det generellt diskmaskin, tvättmaskin och torktumlare i Flaggskepparen 4 och Kommendörkaptenen 6, inte i de två hyreslägenhetsfastigheterna.

I Sveby Brukarindata bostäder finns ingen rekommendation för beräkning av VVC-förluster. I Passiv-husanvisningarna från FEBY rekommenderas att VVC-förluster uppskattas som $0,6 \text{ W/m}^2 A_{\text{temp}}$ i tidigt skede. Detta motsvarar en energianvändning av $5,3 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$.

För att undersöka VVC-förluster i de fyra detaljstuderade fastigheterna planerades en analys av effektbehovet sommartid i effektsignaturer. Efter diskussion med styrgruppen ändrades angreppssätt till att baseras på uppmätta temperaturer i tappvarmvattensystemets utgående och inkommande vatten. Appendix (3.4.1.2) beskriver metod, uppmätta temperaturer och diskussion.

Temperaturen i VVC-kretsen loggades på utgående VVC samt på returen, och flödet noterades.

Kommendörkaptenen 6	Kommendörkaptenen 8	Flaggskepparen 4	Flaggskepparen 5
$6,9 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$	-	$5,1 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$	$4,5 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$
Låga returtemperaturer	Returtemperatur > 50°C	Returtemperatur > 50°C	Låga returtemperaturer

Generellt injusteras inte VVC-systemen vid driftsättning utan injusteringsventiler lämnas fullt öppna vilket leder till onödig energiförlust, med undantag för Flaggskepparen 5. Dataloggningar visar att VVC-temperaturen i flera fall pendlar och understiger kravet på 50°C .

Endast Flaggskepparen 5 har ett VVC-system utrustat med termostatstyrda injusteringsventiler. Dessa system ger ett variabelt VVC-flöde som ska ge lägre värmecirkulationsförluster. Då injusteringsventilerna sitter ute i anläggningen kan de inte reglera för den fortsatta värmeförlusten fram till undercentralen. Systemet med injusteringsventilerna ska utformas och ställas in så ett erforderligt VVC-flöde finns i hela kretsen under olika driftbetingelser. Utformningen av systemet kan vara förklaringen till att VVC-temperaturen pendlar.

Byggnaderna i den fördjupa studien har en uppmätt varmvattenanvändning och VVC-förlust på mellan $20,5\text{--}33,0 \text{ kWh/m}^2$ och år. Dessa värden jämfördes mot den ursprungliga tanken med statistik från effektsignatur, uppmätta värden är ca 6 kWh/m^2 lägre än i effektsignaturerna. Skillnaden är speciellt stor i Flaggskepparen 5 och Kommendörkaptenen 8, vilket delvis kan förklaras med att tappvarmvatten till tvättstugor inte medräknas i IMD-siffrorna. Ett annat fel kan vara att den fördelning av tappvarmvattenanvändning över året som applicerats på statistiken i effektsignaturen, baserat på rekommendationen i FEBY, inte stämmer överens med brukarbeteendet i detta område.

	Uppmätt VV+VVC med IMD	Uppmätt med effektsignatur
Flaggskepparen 4	33,0 (=27,9+5,1)	32,7
Flaggskepparen 5	20,5 (=16+4,5)	37,5
Kommendörkaptenen 6	24,4 (=17,5+6,9)	26,7
Kommendörkaptenen 8	25,2 (=20,2+5 ⁸)	32,0
Medel	25,8 (20,4+5,4)	32,2

I de studerade byggnaderna kan följande trender rörande energi för tappvarmvatten noteras. Huruvida denna kan förklaras med VVC-förluster kan inte uteslutas, heller inte bekräftas.

Kommendörkaptenen 6	Kommendörkaptenen 8	Flaggskepparen 4	Flaggskepparen 5
Lägre energianvändning än beräknat.	Högre energianvändning än beräknat.	Högre energianvändning än beräknat.	Högre energianvändning än beräknat.

⁸ Ej uppmätt. Uppskattat med medeleffekt på $0,6 \text{ W/m}^2$ enligt FEBY 12.

Ventilation

Ventilationsförutsättningar erhöles vid beräkningstillfället 2006 från respektive projekt.

Kommendörkaptenen 6	Kommendörkaptenen 8	Flaggskepparen 4	Flaggskepparen 5
FTX Lägenhetsaggregat Från- och tilluft i garage Frånluft i teknikrum	FTX Centralt aggregat Garage på FTX	F Centralt FTX Centralt aggregat (i butiken) Självdreg i garage	FTX Lägenhetsaggregat FTX garage, tvättstuga

Luftflöden

I beräkningarna från 2006 har följande ventilationsflöden använts i energiberäkningarna. Dessa skiljer sig något från projekterade värden, orsaken till detta går inte att helt fastställa. Eftersom energiberäkningarna utförts endast för delar ovan mark har garageventilation inte tagits med.

Kommendörkaptenen 6	Kommendörkaptenen 8	Flaggskepparen 4	Flaggskepparen 5
Grundflöde lägenheter: 920 l/s = 0,36 l/s,m ² Forcering lgh, 1 h/d: 870 l/s = 0,35 l/s,m ²	0,5 oms/h = 2102 m ³ /h = 584 l/s = 0,40 l/s,m ² Ingen forcering.	F, kontinuerlig drift: 0,5 oms/h = 2787 m ³ /h = 774 l/s = 0,42 l/s,m ² FTX, drift 8-18 vardagar: 0,5 oms/h = 2787 m ³ /h = 774 l/s = 0,42 l/s,m ² Ingen forcering.	0,5 oms/h = 2733 m ³ /h = 759 l/s = 0,37 l/s,m ² Ingen forcering.
Grundflöde övriga ytor 35 l/s = Forcering, 1 h/d: 65 l/s = Oklart vilka ytor som detta flöde avser.			
Projekterat 0,38 l/s,m ² A _{temp}	Projekterat 0,33 l/s,m ² A _{temp}	Projekterat 0,45 l/s,m ² A _{temp}	Projekterat 0,47 l/s,m ² A _{temp}

Luftflöden kontrolleras i detaljstuderade lägenheter. För de olika byggnaderna har olika metod använts, beroende på praktiska begränsningar och vilken typ av aggregat som mäts. Mätning utförs både över aggregat samt över don, för att kontrollera huruvida systemen är i balans.

Appendix 7.4 beskriver metod, uppmätta flöden och diskussion.

Kommendörkaptenen 6	Kommendörkaptenen 8	Flaggskepparen 4	Flaggskepparen 5
Obalanserade flöden.	Balanserade flöden.	Endast frånluft	Relativt balanserade flöden.
0,5 – 0,7 l/s,m ²	Centralt 0,37 l/s,m ² I lgh 0,28-0,32 l/s,m ²	0,47 l/s ,m ²	0,47 l/s,m ²
Teknikrum, förråd, hiss och soprum betjänas av små F-aggregat.	Tvättstuga och förråd betjänas av mindre över-luftsfläktar.	Teknikrum och förråd betjänas av små F-aggregat.	Källare, tvättstuga och lokal betjänas med separata FTX-aggregat. Soprum betjänas av mindre F-aggregat.
Garage gemensamt med Kommendörkaptenen 9, ventileras med från-luftsfläkt i hisshakt och friskluftsventiler i fasad .	Garage ventilerat med avluft.	Garage, självdreg.	Separat FTX-aggregat.

Ur BeBo-projektet Teknikupphandling av Värmeåtervinningssystem i befintliga flerbostadshus konstateras att det skiljer mkt på flöde över aggregat respektive över don. Teknikupphandlingsprojektet fokuserar visserligen på äldre bebyggelse än i Flagghusen, men visar på stora brister med otäta kanaler, som gör att uppmätta flöden vid centrala aggregat inte motsvaras av mätningar över don. Det är rimligt att tänka att det finns brister i kanalsystemens täthet även i nybyggnation. Kanalsystemen i Flagghusen har inte provtryckts.

Generellt konstateras att luftflöden i lägenheter är i behov av injustering. De flesta lägenhetsmätningar visar antingen på onödigt höga flöden, alternativt flöden under lagstadgade nivåer.

Återvinningsgrad

För byggnaderna med FTX-aggregat har återvinningsgraden i dessa undersökts, för jämförelse mot den återvinningsgrad som angivits i beräkningen. Flaggskepparen 4 har F-ventilation med återvinning i värmepump. Här avsågs att undersöka frånluftsvärmepumpens årsverkningsgrad. Vid mättillfället upptäcktes att värmepumpen var ur funktion, oklart hur länge det varit så. Bostadsrättsföreningen fick information om felet och skulle därefter gå vidare med åtgärdande.

I beräkningarna har följande återvinningsgrad och lägsta tilluftstemperatur använts:

Kommendörkaptenen 6	Kommendörkaptenen 8	Flaggskepparen 4	Flaggskepparen 5
60 %	55 %	Värmefaktor 5	87 %
18 °C	18 °C	-	18 °C

Återvinningsgraden beräknas med hjälp av att logga temperaturen i avluft, uteluft och frånluftskanal. Tilluftens temperatur loggades inte, då denna skulle påverkas av värme från eftervärmningsbatteri.

Appendix 7.4 beskriver metod, uppmätta temperaturer, beräknad återvinningsgrad och diskussion.

Kommendörkaptenen 6	Kommendörkaptenen 8	Flaggskepparen 4	Flaggskepparen 5
60-85 %	60 %	-	50-80 %

Återvinningsgraden blir hög i lägenhetsaggregat - dels pga av att luftflöden inte är injusterade såsom det är projekterat (för höga/för låga flöden), dels att luftbalansen inte är balanserad, lika delar tilluft och frånluft. Stor andel frånluft ger hög återvinningsgrad. Tillverkaren saknar korrigeringsfaktorer för detta för att bedöma om återvinningen är "normal" vid balanserat luftflöde.

När flödena är i obalans är det svårt att avgöra om återvinningsgraden är i nivå med den projekterade. Detta är fallet speciellt i de två byggnaderna med lägenhetsaggregat; Kommendörkaptenen 6 och Flaggskepparen 5. Det centrala FTX-aggregatet i Kommendörkaptenen 8 har en något högre återvinningsgrad än projekterat. Återvinningen i Flaggskepparen 4 är ur funktion, ingen värme återvinns.

För Flaggskepparen 4 där återvinningen är ur funktion, har detta direkt påverkan på uppmätt energiprestanda. I Flaggskepparen 5 är skillnaden stor mellan uppmätt och beräknat, vilket också kan förklara den högre energianvändningen.

Slutsatser om ventilation

Kommendörkaptenen 6	Kommendörkaptenen 8	Flaggskepparen 4	Flaggskepparen 5
Byggnadens ventilations-system är i obalans, över-ventileras och i behov av luftinjustering. Ventilationsaggregaten i de undersökta lägenheterna har dock en god värmeåtervinningsfunktion.	Byggnadens ventilations-system för bostäder har en god funktion och värmeåtervinning, luftflödena är dock generellt låga i utvalda lägenheter och i behov av luftinjustering.	Byggnadens ventilations-system är i behov av luftinjustering eftersom den samlade ventilationen understiger den projekterade. Återvinnings-systemet är ur funktion och i behov av åtgärder.	Byggnadens ventilations-system är relativt väl injusterat i lägenheterna. Återvinningen motsvarar leverantörens uppgifter, men inte beräknade nivåer.
Ventileringen av garaget behöver kontrolleras för de avdelade garageplatserna så de uppfyller gällande regelverk.	Garagets ventilationssystem är i behov av luftinjustering så det uppfyller gällande regelverk.		Garagets ventilation konstaterades ur funktion, men har sedan dess åtgärdats.

Fastighetsel

I beräkningarna från 2006 har ingen fastighetselanvändning utöver fläktar, cirkulationspumpar och eventuell värmepump beräknats. Denna varierar, främst pga hur ventilationsaggregaten ställts upp.

Kommendörkaptenen 6	Kommendörkaptenen 8	Flaggskepparen 4	Flaggskepparen 5
9 kWh/m ² ,år	7 kWh/m ² ,år	8 kWh/m ² ,år	0 kWh/m ²
varav cirkulationspump 0,5 kWh/m ²	varav cirkulationspump 0,1 kWh/m ²	varav cirkulationspump 0,2 kWh/m ²	varav cirkulationspump

Fläktar, pumpar

Aggregatens SFP-tal kontrolleras med hjälp av flödesmätning, tryckmätningar och elloggning till aggregaten. Flöden och tryckfall kontrolleras momentant, elanvändningen loggas under mätperioden.

Appendix 7.4 beskriver metod, uppmätta flöden, tryckfall och loggad elåtgång, samt diskussion.

Kommendörkaptenen 6	Kommendörkaptenen 8	Flaggskepparen 4	Flaggskepparen 5
Lägenhetsaggregat, SFP ca 3,7. Separata spisfläktar, SFP 2,8 – 3,9.	Centralt ventilationsaggregat, SFP 2,2.	Centrala frånluftsfläkten har SFP 0,87.	Lägenhetsaggregat, SFP 2,5.
Central frånluftsfläkt i garage, SFP 0,24 - 0,3.	Småfläktar i garage är ej uppmätta men lika Flaggskepparen 4 och antages ha SFP 0,8 – 1,1.	Småfläktar i teknikdelar har SFP 0,8 – 1,1.	Frånluftsfläkt i soprum lik Flaggskepparen 4, antages ha SFP 1,0.
Central tilluftsfläkt i garage, SFP 0,45.	Värmecirkulationspumpen har tryckstyrning och är högeffektiv. Energieffektivitetsklass A.	Värmecirkulationspumpen har tryckstyrning och är högeffektiv. Energieffektivitetsklass EEI ≤ 0,23.	Ingen värmecirkulationspump.
Småfläktar i garage är ej uppmätta men lika Flaggskepparen 4 och antages ha SFP 0,8 – 1,1.		Värmepumpen har inte varit i drift under mätperioden, fastigheten har ett F-system i praktiken.	
Värmecirkulationspumpen har tryckstyrning och är högeffektiv. Energieffektivitetsklass EEI ≤ 0,23.			

Allmänbelysning, hissar, tvättstugor

Övriga fastighetselanvändare kontrolleras i möjlig utsträckning. För varje byggnad skiljer sig förutsättningarna för elloggning åt, och undersökningens omfattning anpassas till respektive byggnad. Förhoppningen är att tydligare kunna klargöra uppdelningen mellan fastighetsel och hushållsel i de studerade byggnaderna.

Appendix 7.4 beskriver metod, loggad elåtgång, resultat samt diskussion.

Totalt summerad fastighetselanvändning

Sammanfattat från Appendix 7.4, elanvändare summerade över året i kWh/m², A_{temp}.

Kommendörkaptenen 6		Kommendörkaptenen 8		Flaggskepparen 4		Flaggskepparen 5	
Ventilation (lgh)	21,2	Ventilation (lgh)	21,2	Ventilation (lgh)	2,2	Ventilation (lgh)	11,1
Frånluftsfläktar	0,8	Frånluftsfläktar	0,4	Frånluftsfläktar	1,2	Värme i vent (lgh)	33,4
Hissar	1,0	Garageventilation	0,7	Värmepump	0,2	Ventilation och värme (garage)	1,4
Värmecirkulation	1,0	Hissar	0,8	Hiss	3,8	Ventilation och värme (tvättstuga)	4,4
VVC	0,3	Värmecirkulation	0,4	Värmecirkulation	0,5	Frånluftsfläktar	0,1
Trapphusbelysning	0,6	VVC	0,3	VVC	0,3	Hiss	2,9
Garageportar mm	4,8	Trapphusbelysning	1,0	Trapphusbelysn.	0,2	VVC	0,3
		Utebelysning	0,5	Utebelysning	0,6	Styrutrustning	0,1
		Tvättstuga	0,4	Elradiatorer	4,4	Trapphusbelysn	2,1
Totalt	29,7	Totalt	25,7	Totalt	13,4	Hissbelysning	1,8
						LED-belysning garage	2,3
						Golvvärme trapphus	5,6
						Övrigt	1
						Totalt	66,5

Fastighetselen är betydligt högre i verkligheten än i beräkningarna från 2006. Detta är en viktig orsak till att det skiljer så mkt mellan uppmätt och beräknat.

Uppdelning fastighetsel/hushållsel uppmätt respektive loggat, kommenteras vidare i kapitel 9.

7.5 Orsaker som ej kunnat förutspås

Personvärme

I beräkningarna från 2006 har en schablon för personvärme av 1 W/m^2 , jämnt fördelat över dygnet, antagits för alla byggnader.

Enligt Sveby rekommenderas en uppskattning av personvärme med en effektagivning med 80 W per pers, en närvarotid av 14h/dygn per person och en persontäthet enligt tabell nedan.

Lgh Storlek	1 rk	1 rk	2 rk	3 rk	4 rk	5 rk	6+ rk
Antal boende	1,42	1,42	1,63	2,18	2,79	3,51	3,51

Erfarenhetsmässigt motsvarar detta i många fall ungefär 1 W/m^2 , kontinuerligt över dygnet.

I de studerade byggnaderna varierar persontätheten, både mellan byggnader och lägenheter. I flera lägenheter i de studerade byggnaderna bor färre än ovan angivet. Då en fullständig kartläggning av antal boende inte gjorts, är det rimligt att anta att andra lägenheter bebos av fler än ovan, och att det variationen rimligtvis liknar den beskrivna.

I innemiljöenkäten ställdes frågan om hur många timmar den svarande genomsnittligen är borta från bostaden, under vardagar. 40 % av de svarande anger att de är borta 5-9 h/vardag, och att 33 % av dess make/maka/sambo är borta samma tidsintervall. Ungefär lika många, 23 respektive 33 % av de svarande anger att de är borta 0-4 respektive 10-14 h/vardag, och att 15 respektive 19 % av dess make/maka/sambo är borta samma tidsintervall. Närvarograden antas likna den beskrivna i schablonen.

Hushållselanvändning

I beräkningarna från 2006 har en schablon för hushållselanvändning av 38 kWh/m^2 antagits för alla byggnader.

Hushållsel inhämtas från E.ON, i samband med inhämtning av fastighetsel. Appendix 7.5 beskriver statistik, beräkningar samt diskussion.

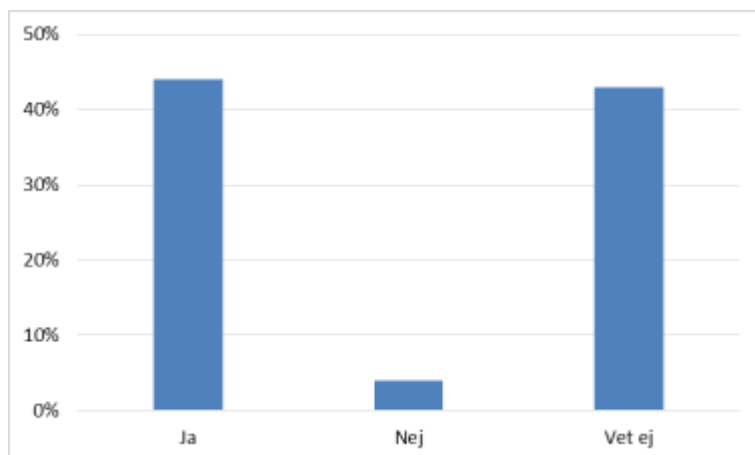
	Hushållsel, 2012		Hushållsel, 2013	
	kWh	kWh/m ² och år	kWh	kWh/m ² och år
Flaggskepparen 4	-	-	56073	29
Flaggskepparen 5	84332	29	-	-
Kommendörkaptenen 6	100290	38	102848	39
Kommendörkaptenen 8	-	-	44191	24

För byggnaderna i den fördjupade studien varierar hushållselen mellan 24-39 kWh/m² och år. Kommendörkaptenen 6 har nästan precis samma hushållselanvändning som antagits i beräkningarna, övriga byggnader ligger betydligt lägre, mer i storleksordning med rekommenderade värden, $30 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}^9$.

Skillnaden i hushållselanvändning kan delvis förklaras av att byggnaden med hög hushållsel har golvvärme som går på hushållselen samt att byggnaden har haft problem med att hålla temperaturer

⁹ Sveby, Brukarindata Bostäder

vintertid vilket belastar hushållselen. En hög hushållsel ger ett ökat värmetillskott i byggnaden och sänker därmed uppvärmningsbehovet. Detta kan också förklara att Kommendörkaptenen 6 har relativt låga uppvärmningssiffror.

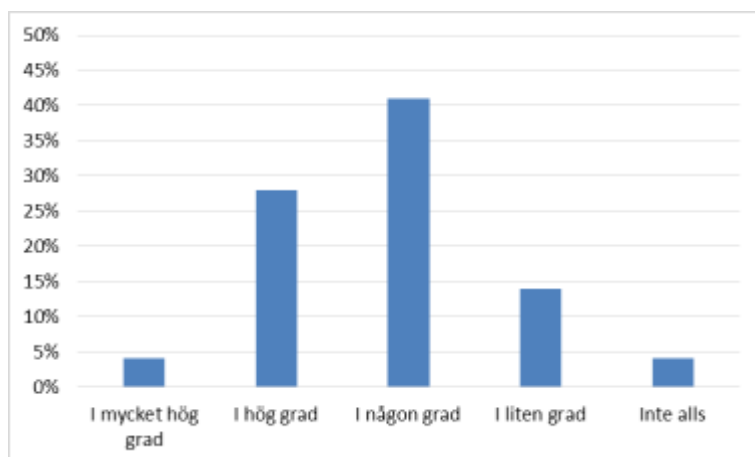


Figur 13: Enkätfråga 51, Har du energiklassade vitvaror?

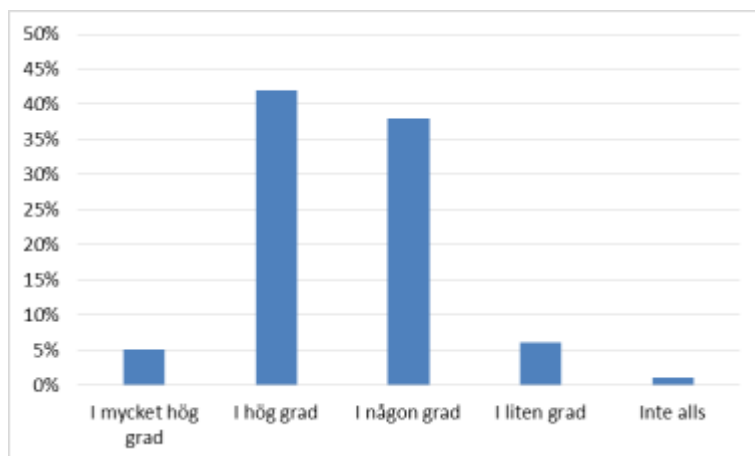
Hur ägandeform påverkar resultatet har inte undersökts men bedöms ha viss påverkan.

I innemiljöenkäten ställdes en del frågor om de boendes hushållselanvändning. Av de svarande anger drygt 40 % att de har energiklassade vitvaror, ungefär lika många vet inte.

På frågan om i vilken omfattning den boende upplever att den genom sitt levnadssätt kan påverka energiåtgången i huset, svarar knappt 70 % att de i hög- eller någon grad kan påverka. Knappt 80 % svarar även att de i hög- eller någon grad skulle säga att de i sin vardag lever energi- och miljömedvetet.



Figur 14: Enkätfråga 58, I vilken omfattning upplever du att du genom ditt levnadssätt kan påverka energiåtgången i huset?



Figur 15: Fråga 60, Skulle du säga att du i din vardag lever energi- och miljömedvetet?

Vädring

Vädringens omfattning i de studerade byggnaderna undersöks i ett examensarbete, beskrivs i kapitel 8.2 och 8.3.

8 Inneklimatstudier

8.1 Enkät till boende – analys av utdelad inneklimatenkät

Vid den första undersökningen som genomfördes 2010 upplevdes inneklimatet upplevdes generellt tillfredsställande (Hansson, Nordquist, 2010). Dock framkom några frågeställningar bl a uppgavs frekvent vädring förekomma. Även upplevelse av drag och för varmt på sommaren rapporterades. Flera av de iakttagna frågeställningarna och faktorerna upplevs generellt även i nya bostäder enligt den rikstäckande undersökningen BETSI (Boverket, 2009) och är därför relevanta att undersöka. Faktorerna har betydelse för både inneklimatet och har även kopplingar till den verkliga energianvändningen. I denna fördjupade undersökning är även information från de boende kring de brukarrelaterade energiposterna av värde.

En ny enkät har därför delats ut och insamlats i den genomförda förstudien med målet att i denna fördjupade studie sammanställa och analysera svaren. Samma enkätfrågor som användes vid den förra studien har kompletterats med ett antal specifika frågor kring bl a vädring, drag, solavskärmning samt förekomst av bl a disk- och tvättmaskin i lägenheten. Möjligheten ges även att följa upp och undersöka hur inneklimatet upplevs efter några år då injusteringsproblem och andra nybyggnadsrelaterade problem bör ha klingat av och även jämföra med upplevelsen då husen var några år yngre.

Syfte med denna delstudie är att undersöka de boendes upplevelse av inneklimatet och även jämföra upplevelsen med den tidigare studien för de frågeställningar som väcktes i den första undersökningen.

Metod

De boendes upplevelse av inneklimat samt fördjupade frågeställningar kring energivanor och vädring har undersökts med hjälp av standardiserade enkätfrågor till de boende vilka kompletterats med specifika frågor för den aktuella undersökningen.

Samma enkät som användes i den första studien, har använts. Denna inomhusmiljöenkät används av Malmö stad i Miljöbyggprogram Syd och har sitt ursprung i den sk Stockholmsenkäten. Den har även använts i tidigare studier i samma område i Malmö; Västra hamnen (Nilsson, 2003). Den rikstäckande undersökningen BETSI (Boverket, 2009) har även i vissa delar använts som ett referensmaterial. Två kompletterande frågor, varav en återfinns i BETSI, har tillfogats enkäten för att bl a möjliggöra en övergripande jämförelse för inneklimatet. Dessutom har ytterligare ett antal frågor formulerats kring vädring respektive energivanor hos de boende. Enkäten finns redovisad i bilaga A. Samtliga svar redovisas i bilaga B (excel-fil).

De kompletterande frågorna kring vädring har formulerats av Birgitta Nordquist och övriga energirelaterade frågor av Jenny Wahl. Inmatning av rådata har utförts av Akram Abdul-Hamid, Victor Fransson och Ola Lindberg.

De kompletterande enkätfrågorna togs fram och enkäten delades ut och samlades in i en förstudie med syftet att sammanställa och analysera i denna studie.

12 fastighetsägare/bostadsrättsföreningar gav sitt godkännande till att delta i denna uppföljande undersökning. Vid den förra deltog 10 st. De uppfyllde kriteriet då som var att vara färdigställda och ha varit i drift under minst två uppvärmningssäsonger. Två har tillkommit till den nya undersökning-

en. De som ingått i båda undersökningarna 2010 respektive 2012 har följaktligen varit i drift minst fyra uppvärmningssäsonger.

Enkäter har delats ut till samtliga lägenheter i dessa tolv fastigheter. Enkäterna delades ut i de postfack som finns utplacerade i varje trapphus den 5 mars och 6 mars 2012. Samtidigt placerades papplådor bredvid postfacken, där de besvarade enkäterna skulle läggas. Den 22 mars delades en påminnelse ut. De boende ombads svara senast den 30 mars 2012. Efter detta datum plockades samtliga svarslådor ner. Vid insamlingen saknades en låda i en trappuppgång. De boende besvarade alltså enkäten under en period på året då uppvärmning sker och har skett under en längre tid. Den förra enkätundersökningen genomfördes under samma period, dvs under mars månad 2010.

Resultat

Varje bostad har erhållit ett följebrev samt två tomma enkäter för att säkerställa att alla vuxna fått möjligheten att besvara enkäten individuellt. Totalt har enkäter delats ut till 523 lägenheter. 257 enkäter har besvarats. Följande resultat redovisar hur de svarande upplever inomhusklimatet.

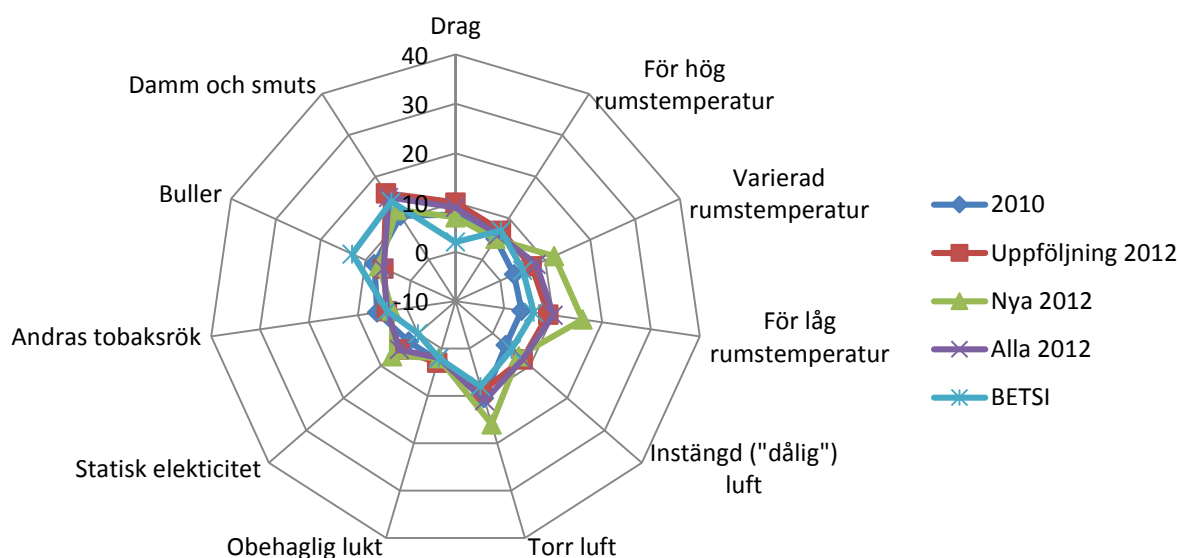
De boendes svar redovisas i diagram- och eller tabellform. För överskådlighetens skull redovisas ibland även en bedömning/tolkning av svaren i anslutning till resultaten. Några jämförelser med den rikstäckande undersökningen BETSI har även gjorts. Dess siffror redovisas även i anslutning till respektive fråga. Jämförelsen har gjorts med den grupp i BETSI som omfattar flerbostadshus med nyaste byggår (1996-2005).

Först redovisas en övergripande studie av inneklimatet. Sedan redovisas specifika inneklimatfaktorer. En delstudie 4.2 omfattar vädring och svar på frågor kring vädring redovisas därför i ett eget avsnitt efter den övergripande analysen av inneklimatet.

Upplevelse av inneklimatfaktorer

I den nya enkätundersökningen har ytterligare två fastigheter tillkommit. Om en uppföljning ska göras är det även lämpligt att bara jämföra samma fastigheter, därför har svaren delats upp i olika kategorier; Uppföljning 2012 utgörs av de fastigheter som även ingick i undersökningen 2010. Alla 2012 omfattar alla fastigheter i den nya undersökningen 2012 inkluderande de nya. Nya 2012 omfattar de nytillkomna fastigheterna vilka ej ingick i den första 2010.

För de två övergripande frågorna har andelen svarande som upplever besvär "ofta, varje vecka" beräknats som procentandel av det totala antalet svarande. Denna andel används ofta som ett mått på upplevelsen och eventuell omfattning av problem. I cirkeldiagrammen har en skala använts för att grafiskt efterlikna de diagram som dessa inneklimatrelaterade faktorer traditionellt brukar redovisas med, bland annat i den så kallade Örebroenkäten. Denna typ av diagram ger ofta en lättöverskådlig bild av helheten. Om allting upplevs tillfredsställande bildar kurvorna en liten cirkel och om många faktorer upplevs besvärande skapas en stor cirkel. För att framställa motsvarande diagram grafiskt finns värdet -10 även med på skalan. Några resultat under noll finns logiskt ej med.



Figur 4.1.1 Fråga 34. Har Du de senaste 3 månaderna känt dig besvärad av någon eller några av följande faktorer i din bostad? Svar: % andel "Ja, ofta, (varje vecka)"

De exakta svarsprocenten redovisas i tabell 4.1.1.

Tabell 4.1.1 Andel av de svarande som upplever besvär ofta, varje vecka för olika inneklimatefaktorer under de senaste 3 månaderna; under uppvärmningssäsongen.

Inneklimatfaktor	2010	Uppföljning 2012	Alla 2012	Nya 2012	BETSI
Drag	8%	10%	9%	7%	2%
För hög rumstemperatur	5%	7%	6%	5%	7%
Varierad rumstemperatur	3%	7%	8%	12%	5%
För låg rumstemperatur	4%	9%	10%	16%	6%
Instängd ("dålig") luft	4%	8%	8%	7%	5%
Torr luft	11%	9%	11%	16%	8%
Obehaglig lukt	3%	3%	2%	2%	2%
Statisk elektricitet	3%	5%	5%	7%	0%
Andras tobaksrök	6%	4%	4%	3%	4%
Buller	8%	6%	6%	7%	13%
Damm och smuts	11%	16%	15%	12%	14%

Alla 2012

Fyra av inneklimatefaktorerna (för hög rumstemperatur, obehaglig lukt, andras tobaksrök samt buller) upplevs besvärande av färre eller lika många som för det rikstäckande genomsnittet i BETSI. Sju av faktorerna upplevs av något fler jämfört med riksgenomsnittet; 11% upplever torr luft jämfört med 8%, 8% upplever varierad rumstemperatur jämfört med 5%, 10% upplever för låg rumstemperatur jämfört med 6%, 8% upplever instängd "dålig" luft jämfört med 5%, 5% upplever statisk elektricitet jämfört med 0% samt 15% upplever damm och smuts jämfört med 14%. Skillnaderna är emellertid små. En faktor är signifikant högre än riksgenomsnittet; drag. Denna upplever 9% besvär av ofta jämfört med 2% i BETSI.

Ett inomhusklimat med vilket alla är nöjda bör eftersträvas. Dock är det statistiskt svårt att uppnå att alla är nöjda, bland annat på grund av individuella skillnader. Ett mål på mindre än 10 % missnöjda rekommenderas att eftersträvas för ett mycket bra inomhusklimat i Energi- och miljö tekniska föreningens riktlinjer (EMTF, 2013). Denna siffra kan vara ett relevant mål att jämföra med. Detta kan översättas till att om faktorer upplevs besvärande av färre än 10 % tyder detta på ett mycket bra inomhusklimat. Detta uppfylls för alla faktorer utom *torr luft* (11%) respektive *damm och smuts* (15%). Detta tyder på ett bra inomhusklimat. I det nationella miljöklassningssystemet Miljöbyggnad ska 80 % av de svarande vara nöjda för att bli godkänd dvs högst 20 % missnöjda. Detta är ett annat lämpligt mått att jämföra med, vilket samtliga faktorer klart understiger i alla kategorier. För att uppnå högsta klassen guld krävs 90% nöjda vilket motsvarar det tidigare måttet.

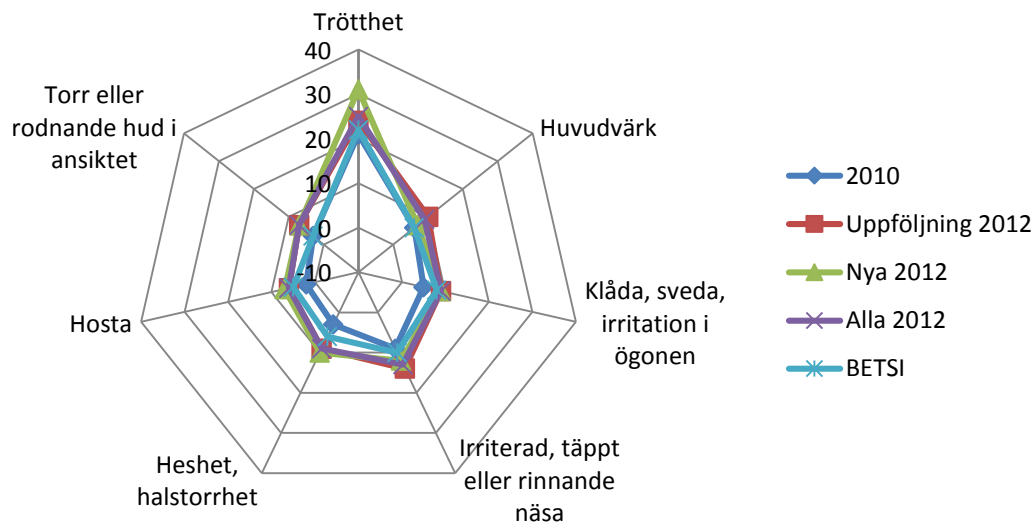
Uppföljning 2012

Andelen som upplever besvär ofta, varje vecka har minskat jämfört med tidigare undersökning eller är på samma andel för fyra av faktorerna *torr luft* 9% jämfört med tidigare 11%, *obehaglig lukt* samma 3%, *andras tobaksrök* 4% jämfört med tidigare 6% samt *buller* 6% jämfört med tidigare 8%. Sju faktorer har ökat något *drag* 10% jämfört med 8%, *för hög rumstemperatur* 7% jämför med tidigare 5%, *varierad rumstemperatur* 7% jämfört med 3%, *för låg rumstemperatur* 9% jämfört med 4%, *instängd "dålig" luft* 8% jämfört med 4%, *statisk elektricitet* 5% jämfört med 3% samt *damm och smuts* 16% jämfört med 11%. Alla faktorer utom damm och smuts (16%) uppfyller måttet högst 10% missnöjda.

Nya 2012

Inneklimatet upplevs något sämre i de två tillkommande byggnaderna. Fyra av faktorerna överskrider 10%; *varierande rumstemperatur* (12%), *för låg rumstemperatur* (16%), *torr luft* (16%) och *damm och smuts* (12%). De tre förstnämnda överstiger även BETSIs motsvarande värden.

Övergripande upplevelse av hälsobesvär



Figur 4.1.2 Fråga 18. Har Du under de tre senaste månaderna haft något/några av nedanstående besvär? Svar: % andel "Ja, ofta, (varje vecka)"

Tabell 4.1.2 Andel av de svarande som upplever besvär ofta, varje vecka för olika hälsobesvär under de senaste 3 månaderna; under uppvärmningssäsongen.

Besvär	2010	Uppföljning 2012	Alla 2012	Nya 2012	BETSI
Trötthet	21%	24%	25%	31%	22%
Huvudvärk	6%	10%	9%	7%	6%
Klåda, sveda, irritation i ögonen	5%	9%	9%	9%	8%
Irriterad, täppt eller rinnande näsa	9%	14%	13%	12%	10%
Heshet, halstorrhet	3%	9%	9%	10%	6%
Hosta	2%	6%	6%	7%	5%
Torr eller rodnande hud i ansiktet	3%	7%	7%	7%	3%

Alla faktorer upplevs av en något större andel jämfört med BETSI. Skillnaderna är inte av någon anmärkningsvärd omfattning. Upplevelsen av besvären har ökat något vid jämförelse 2010. Alla faktorer har ökat 3-4%-enheter utom irriterad, täppt eller rinnande näsa som har ökat 5% samt heshet, halstorrhet som har ökat 6%. Samtliga faktorer är något högre än riksgenomsnittet, dock i samma storleksordning, varför inga anmärkningsvärda nivåer förekommer.

För de ny tillkomna fastigheterna förekommer samma mönster; de överstiger BETSI något, dock ej anmärkningsvärt förutom faktorn trötthet.

Samtliga enkätsvar redovisas i bilaga B. Några faktorer redovisas i det följande. De har valts ut utifrån de frågeställningar och faktorer som observerades i den första undersökningen.

Torr luft

Torr luft är en av de faktorer som möjligen kan ge högre besvär i början då en byggnad är nyuppförd. Nya byggnadsmaterial och inredning avger högst mängd emissioner i början. Dessa emissioner kan upplevas av människan. Om det förekommer emissionsnivåer eller enskilda ämnen i luften som människan kan uppfatta som irriterande har det visat sig att denna irritation kan rapporteras som en upplevelse av torr luft.

Tabell 4.1.3 Andel av de svarande som upplever besvär ofta, varje vecka av torr luft under de senaste 3 månaderna; under uppvärmningssäsongen.

Faktor	2010	Uppföljning 2012	Alla 2012	Nya 2012	BETSI
Torr luft	11%	9%	11%	16%	8%

Upplevelsen av torr luft har minskat något för de fastigheter som svarade både 2010 och 2012 från 11% till 9%. Någon större skillnad upplevs dock inte, vilket kan bero på att andelen som upplever besvär redan är förhållandevis liten. I de nytilkomna fastigheterna upplever dock 16% besvär av torr luft varje vecka.

Drag

En annan faktor som avvek i den första studien var en ökad upplevelse av drag jämfört med det nationella riksgenomsnittet i BETSI; 8% i Flagghusen och 2% i BETSI. I tabell 4.1.4. kan ses att efter några år har dragupplevelsen ökat något, 2%, vilket bedöms som en mindre skillnad.

Tabell 4.1.4 Andel av de svarande som upplever besvär ofta, varje vecka av drag under de senaste 3 månaderna; under uppvärmningssäsongen.

Inneklimatfaktor	2010	Uppföljning 2012	Alla 2012	Nya 2012	BETSI
Drag	8%	10%	9%	7%	2%

Den förhöjda dragupplevelsen i den första undersökningen studerades mer detaljerat i (Nordquist et al, 2010). Kvarteret Flagghusen har ett vindutsatt läge beläget nära havet. Svaren delades in i två undergrupper; trappuppgångar placerade på utsidan av kvarteret respektive trappuppgångar placerade inne i kvarteret. I den första gruppen rapporterade de svarande att de upplevde dragbesvär i vardagsrummet på 28%. I gruppen med bostäder inne i kvarteret rapporterade 14% motsvarande upplevelse. Denna skillnad i vindutsatt läge finns även i uppföljningsstudien, respondenterna rapporterar 30% på utsidan och 16% på insidan av kvarteret.

Termiskt klimat på sommaren

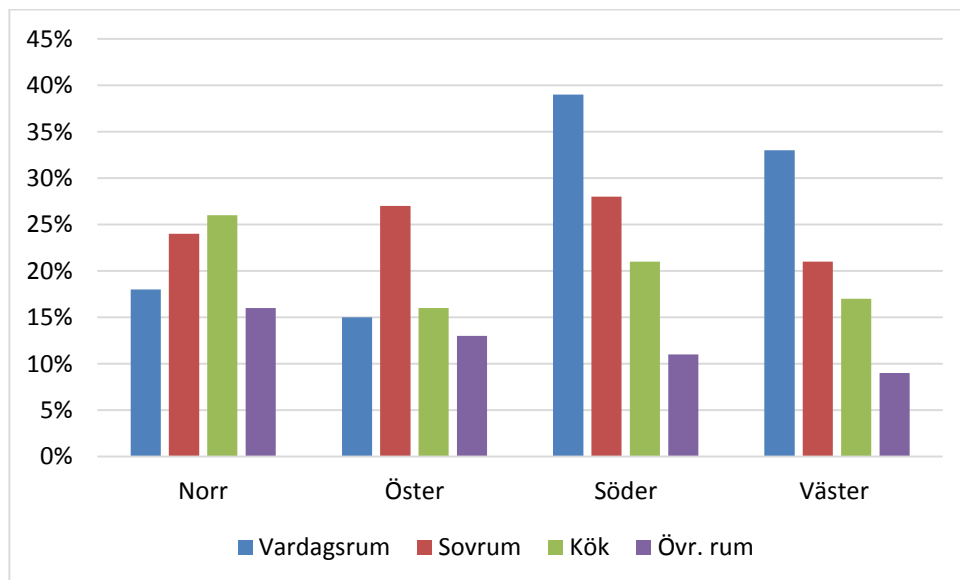
Förhållandevis många upplevde att det är för varmt i framförallt vardagsrum och sovrum i den första undersökningen. I tabell 4.1.5 kan ses att upplevelsen av för varmt på sommarhalvåret kvarstår.

Tabell 4.1.5 Fråga 3. Tycker du det är för varmt i något rum i lägenheten under sommarhalvåret?
Svar % andel för alternativen: "för varmt" + "mycket för varmt"

Rum	2010	Uppföljning 2012	Alla 2012	Nya 2012
Kök	20+6=26%	20+11=31%	20+10=30%	21+9=30%
Vardagsrum	27+9=36%	29+12=41%	28+11=39%	28+10=38%
Sovrum	27+13=40%	29+13=42%	27+12=39%	21+9=30%

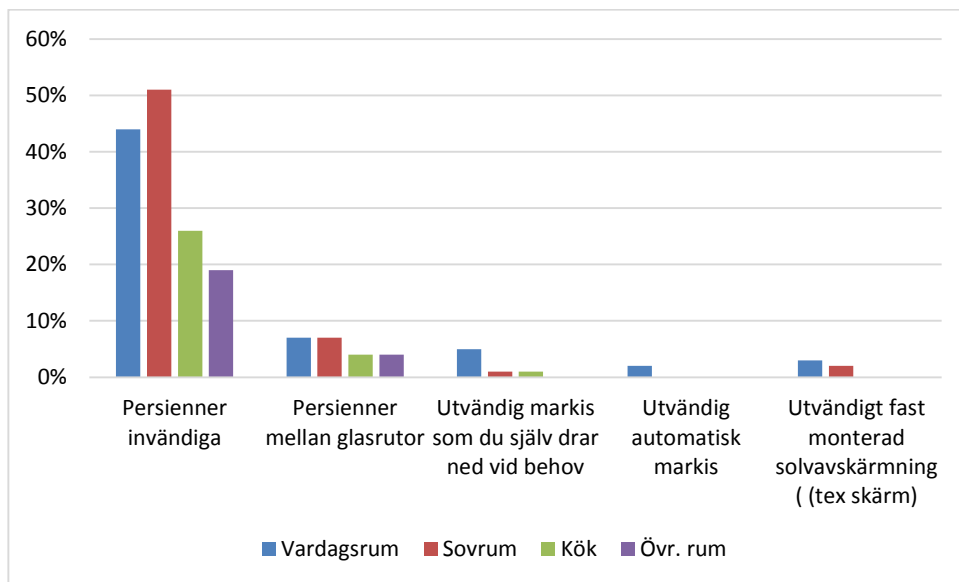
Redan i den första undersökningen upplevde förhållandevis många att det är för varmt under sommarhalvåret. Andelen har ökat något för kök och vardagsrum samt minskat något för sovrum i denna uppföljande studie för alla svarande. Samma höga andel som i den första studien rapporteras för alla grupper.

Sommarförhållanden i bostäderna kan även studeras genom att undersöka placering av fönster och förekomst av solavskärmning.



Figur 4.1.3 Fråga 48 Vilket väderstreck är fönstren i rummen riktade mot?

Flest fönster är riktade mot söder i vardagsrum (39%) och mot väster (33%), totalt 72% vilket är två av de väderstreck i vilka det kan bli mest solinstrålning från. Även i sovrum är flest fönster riktade mot söder och sedan väster. Det tredje mest förekommande väderstrecket öster kan även ge en uppvärmning av rummet under förmiddagen.



Figur 4.1.4 Fråga 47 Har du någon solavskärmning i dina rum?

Den vanligaste solavskärmningen i vardagsrum och sovrums är invändiga persiennor; 44% i vardagsrum respektive 51% i sovrums. Denna form av solavskärmning ger minst reducering av värme i rummet eftersom värmen kan passera in. Mellanliggande solavskärmning förekommer i 7% av dessa rum. Utvändig solavskärmning vilken är den typ som ger minst värme i rummet och bäst avskärmning förekommer endast i totalt 10% av vardagsrummen och 3% i sovrums.

Slutsatser

Övergripande

Slutsatsen dras att samtliga inneklimatfaktorer förutom drag upplevs av de svarande som besvärande i samma omfattning som den rikstäckande undersökningen BETSI. Flera faktorer upplevs av något fler som besvärande dock inte i någon anmärkningsvärd omfattning. Men andra ord avviker upplevelsen inte från ett riksgenomsnitt förutom faktorn *drag*.

Ett mått på ett mycket bra inneklimat är högst 10% missnöjda vilket uppfylls för alla faktorer utom *torr luft* (11%) respektive *damm och smuts* (15%). Samtliga faktorer i alla kategorier och undergrupper understiger klart den andel missnöjda 20% som ska uppnås i ett nationellt miljöklassningssystem. Slutsatsen dras att *inneklimatet under uppvärmningssäsongen upplevs övergripande som tillfredsställande av de svarande*. Den enskilda faktor som främst avviker från denna andel efter några års drift är damm och smuts. I närområdet pågår fortfarande byggnation vilket kan vara en orsak till denna upplevelse.

Andelen som upplever besvär har minskat något för några inneklimatfaktorer och ökat något för flera andra faktorer vid jämförelse med den tidigare undersökningen. Som helhet visar resultaten att någon större skillnad i upplevelse av inneklimatfaktorer under uppvärmningssäsongen rapporteras inte av de svarande efter några års tid. För alla faktorer förutom damm och smuts är skillnaden förhållandevis begränsad och uppfyller kriteriet högst 10% missnöjda. Slutsatsen dras att den övergripande upplevelsen av inneklimatet har inte förändrats anmärkningsvärt jämfört med tidigare undersökning.

Inneklimatet under uppvärmningssäsongen upplevs besvärande av en något större andel i de två nytillkomna fastigheterna. I de nytillkomna fastigheterna upplevs även för låg rumstemperatur av 16% samt torr luft av 16%. Båda dessa faktorer uppfyller kriteriet högst 20% missnöjda.

Slutsatsen dras att inneklimatet upplevs övergripande som tillfredsställande i de nytillkomna fastigheterna med en liten reservation för torr luft och för låg rumstemperatur.

Sammanfattningsvis kan slutsatsen dras att inneklimatet i sin helhet och dess enskilda faktorer upplevs av de svarande såsom tillfredsställande.

Alla hälsofaktorer upplevs av en något större andel jämfört med BETSI för alla grupper. Besvärsandelen är dock i samma storleksordning som riksgenomsnittet och inga hälsobesvär kan bedömas vara anmärkningsvärt höga. Skillnaderna bedöms inte vara av någon anmärkningsvärd omfattning. Slutsatsen dras att den övergripande upplevelsen är av samma storleksordning som i den rikstäckande undersökningen.

Förutom faktorerna trötthet och irriterade, täppt eller rinnande näsa upplevs övriga besvär av färre än 10%. Faktorn trötthet brukar rapporteras överstigande 10% i de flesta studier av inneklimat. Slutsatsen dras att de svarande upplever förhållandevis låga hälsobesvär i bostäderna. Den faktor som avviker är upplevelsen av trötthet i de nytillkomna fastigheterna vilket upplevs av 31%.

Enskilda faktorer

Upplevelsen av *torr luft* har minskat något för de fastigheter som svarade både 2010 och 2012 från 11 till 9%. Detta kan bero på att emissionerna från byggnadsmaterial och inredning har klingat av. Skillnaden är dock liten.

Slutsatsen dras att *dragupplevelsen* är i samma storleksordning efter några år jämfört med tidigare. Den är fortfarande förhöjd (10%) jämfört med riksgenomsnittet (2%) vilket kan förklaras av det vindutsatta läget. Boende i lägenheter placerade på utsidan av kvarteret upplever fortfarande i storleksordningen fördubblade besvär av drag jämfört med boende inne i kvarteret.

I dessa nya byggnader upplever anmärkningsvärt många; cirka fyra av tio, att det är *för varmt på sommarhalvåret* även efter några års tid. Detta är dubbelt så många som kan tillåtas vara missnöjda om ett tillfredsställande klimat ska kunna bedömas förekomma. Det kan nämnas att det inte finns några kylsystem i byggnaderna, såsom exempelvis det kan förekomma i kontorsbyggnader.

Slutsatsen dras att det termiska klimatet under sommartid inte är tillfredsställande hos de svarande, det upplevs alltför varmt.

I cirka tre av fyra vardagsrum och i hälften av sovrummen är fönstren riktade mot söder och väster. Den solavskärmning som förekommer i största omfattning är invändig som finns i cirka hälften av vardagsrummen och sovrummen. Denna typ av solavskärmning ger sämst reducering av solvärmen. Värt att notera är att i dessa välisolerade nya byggnader utgörs solavskärmningen i endast 10% av utvändig solavskärmning i vardagsrummet och i endast 3% i sovrummen vilket är det rum som boende ofta vill ha lite svalare i. Denna typ som ger minst värme och bäst solavskärmning.

Svaren på frågan om placering av fönster i kombination med förekomst av solavskärmning tyder på att det behov som finns av solavskärmning i vardagsrum och sovrum inte är tillräckligt. Förekommande solavskärmning kan vara otillräcklig och är med största sannolikhet en bidragande orsak till höga innetemperaturer sommartid och därigenom en upplevelse av för varmt uppstår.

Diskussion

De faktorer som avviker från BETSI alternativt överstiger 10% tydligt är drag vilket kan orsakas av det vindutsatta läget respektive damm och smuts. Det kan nämnas att byggarbeten förekommer i stadsdelen vilket kan skapa problem med damm och smuts vilket även har framförts av de boende vid samtal.

De faktorerna som ytterligare kan observeras är den något förhöjda upplevelsen av torr luft samt trötthet i de nytillkomna fastigheterna. Det har i andra studier framkommit att vid en kombinerad upplevelse av dessa kan detta kopplas till ventilationen. Upplevelsen i de nytillkomna kommer även att studeras i den fördjupade studien om vädring och ventilation.

De boende upplever att det är för varmt på sommaren i vardagsrum och sovrum. Svaren att cirka tre av fyra av dessa rum har fönster riktade mot söder och väster samtidigt som det endast förekommer solavskärmning i 61% av dessa rum och endast 10% i vardagsrum och 3% i sovrum utgörs av utvändig solavskärmning samt endast 7% är mellanliggande solavskärmning skulle kunna innebära att förhållandena; väderstreck i kombination med typ av solavskärmning ger otillräcklig solavskärmning.

I första studien framkom bara upplevelsen av för varmt men det gick inte att undersöka bakomliggande orsaker. I denna uppföljande studie kan svaren innebära att solavskärmning ej utformats tillräckligt tillfredsställande utifrån förutsättningarna. Det finns omfattande forskning och kunskap kring hur effektiv solavskärmning kan utformas. Resultaten indikerar att detta inte tillämpas i verkliga byggnader i tillräcklig omfattning. En viktig del i att uppnå ett tillfredsställande termiskt klimat sommardag kan även innefatta större kunskapsspridning till berörda verksamma parter. Det bör även nämnas att ytterligare faktorer förutom solförhållanden kan bidra till en hög rumstemperatur sommardag. Ett flertal faktorer förutom solavskärmningen påverkar värmebalansen på sommaren; värmekapaciteten hos materialen, luftflödet, antal värmeavgivande människor och apparater etc. Men i bostäder utan aktiv kyla är dock solavskärmning en av de få faktorer som i driftskedet kan reducera temperaturerna och därför måste beaktas. Frågeställningen kring upplevelsen av varmt sommardag tas även med till den fördjupade studien.

8.2 Fördjupad studie av vädring och ventilation

En faktor som har påverkan på både energianvändning och inneklimat är brukarnas vädring. Denna kan vara en av de faktorer som bidrar till att det uppstår en skillnad mellan beräknad och verklig energianvändning.

Vid den tidigare studien framkom att många vädrar ofta; 57 % vädrar dagligen/nästan varje dag. Många vädrar även under lång tid; ca 60% har öppet hela dagen/natten eller några timmar (Hansson, Nordquist, 2010). Även i Boverkets nationella undersökning BETSI framkom att man vädrar i lika stor omfattning generellt i nya bostäder som i Flagghusen (Boverket, 2009). Detta tyder på att det är allmänt förekommande i nya hus. Det är anmärkningsvärt att en så stor andel av de boende vädrar så frekvent och under lång tid i helt nybyggda hus med modern ventilationsteknik både ur energi och inomhusmiljösynpunkt.

Om vädring sker i stadsmiljöer med smutsig uteluft, vilket innebär att andelen ofiltrerad uteluft som tillförs rummen ökar kan detta ha en negativ inverkan på inomhusmiljön. De föroreningar som förekommer i stadsmiljö har påvisats ha påverkan på hälsan, bl a barns lungutveckling. Det kan samtidigt nämnas att det ur beteendesynpunkt är viktigt att människan upplever att den kan kontrollera sin situation och sin miljö genom att exempelvis kunna påverka sitt inneklimat genom att öppna fönstret.

Utifrån svaren i den tidigare studien kan *orsakerna till att de boende vädrar* inte klarläggas. Vädring kan behövas av flera anledningar; om ventilationsflödena är otillräckliga eller om övriga ventilationsparametrar ej skapar en tillräckligt god luftkvalitet i rummet eller om temperaturen upplevs som för hög i rummet. De boende kan därför uppleva att det finns ett behov av ett ökat luftflöde. Det kan även bero på vanor, att det finns ett invariant vädringsbeteende utan att ett egentligt behov finns.

För att undersöka detta har både orsakerna till att de boende vädrar i kombination med ventilationssystemets funktion studerats. En viktig del är att fördjupat studera de som vädrar under lång tid och undersöka varför de gör detta. Syftet med denna delstudie är att undersöka orsakerna till varför man vädrar och förhållandena i bostäderna.

Flera studier föreslår luftflödestillägg/schablon för vädring vid beräkningar. Om en optimerad vädring och tillfredsställande inneklimat ska eftersträvas bör även orsakerna till varför de boende vädrar undersökas. Det är även angeläget att inte bara kunna förklara skillnader mellan beräknad och uppmätt användning utan även att eftersträva reducerad överskottsvädring under uppvärmningssäsongen för minska den faktiska energianvändningen.

Studien har utförts av avd. för Installationsteknik; Victor Fransson, Ola Lindberg och Birgitta Nordquist. Birgitta Nordquist har ansvarat för upplägget och studien och har författat avsnittet.

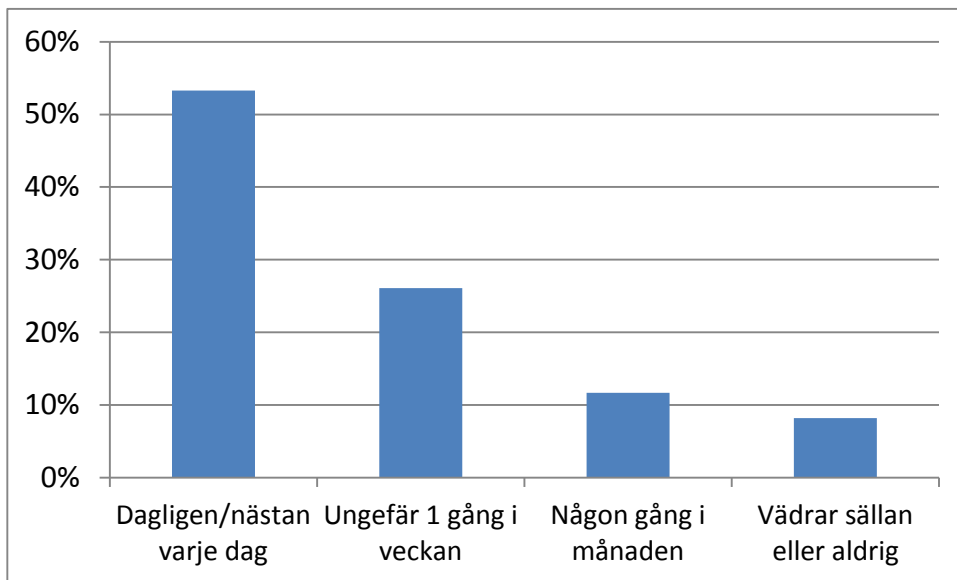
Metod

Orsakerna till varför de boende vädrar har undersökts både genom att fråga de boende med hjälp av en enkät respektive att välja ut lägenheter där vädring uppges ske förhållandevis omfattande och genomföra mätningar i dessa. Angreppssättet att genomföra både enkäter och mätningar i samma lägenheter möjliggör att dessa kan relateras till varandra och de orsaker som kan finnas bakom de boendes svar kan utredas och bekräftas alternativt uteslutas. Inneklimatet undersöks med fokus på ventilationssystemets funktion och det termiska klimatet genom mätning av bland annat luftflöden och temperaturer.

Resultat

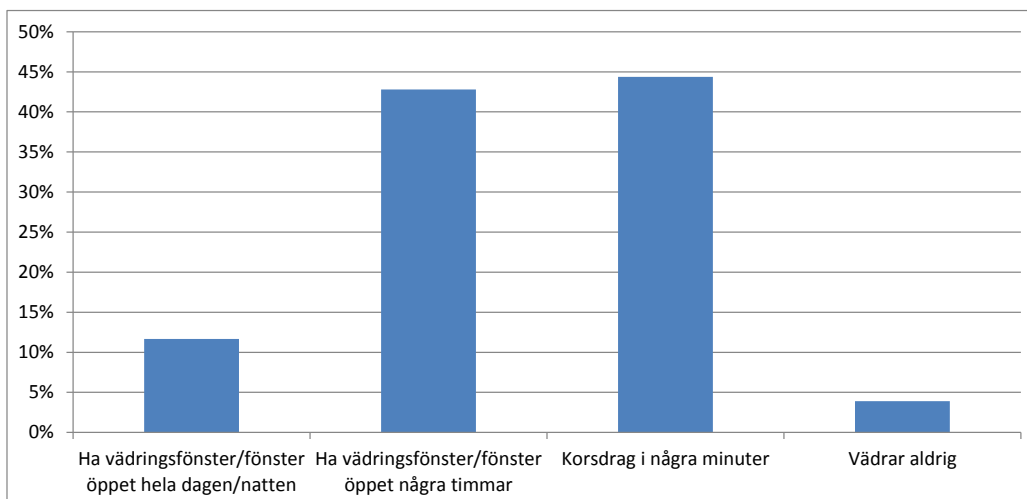
Enkät svar

Till den befintliga enkäten med generella frågor om inomhusmiljö har ett antal specifika frågor kring de aktuella frågeställningarna i denna delstudie tillfogats. I detta avsnitt redovisas svaren på de vädringsrelaterade frågorna. Fråga 15-16 är ingår i ursprungsenkäten och övriga är formulerade i denna studie. I denna sammanställning ingår svar från samtliga fastigheter, dvs även de som inte deltog i den första studien som genomfördes två år tidigare.



Figur 4.2.1 Fråga 15. Hur ofta vädrar Du vanligtvis under eldningssäsongen? Svar: % andel

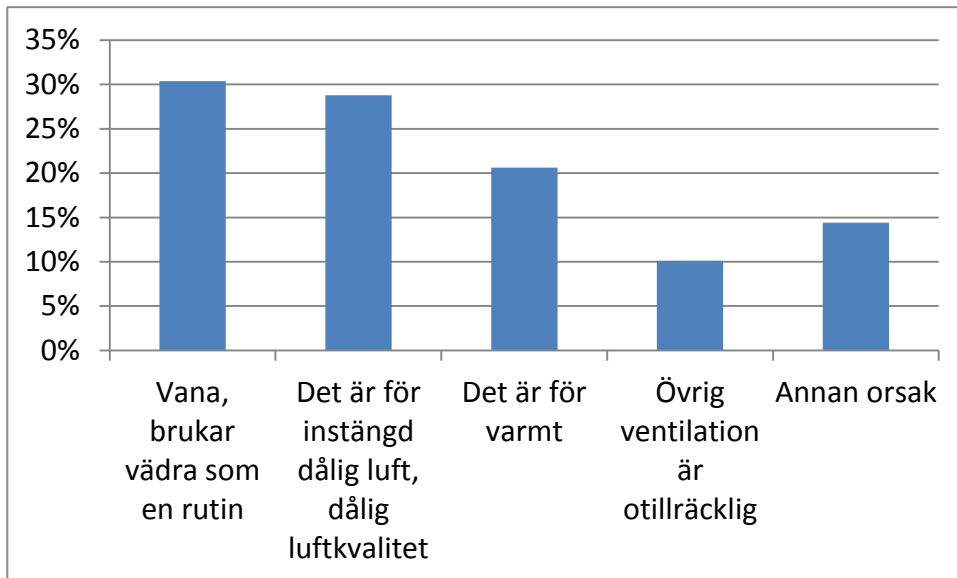
55% vädrar dagligen eller nästan varje dag, 26% någon gång i veckan, 12% någon gång i månaden samt 8% vädrar sällan eller aldrig.



Figur 4.2.2 Fråga 16. När Du vädrar, vädrar Du då oftast genom att ... ? Svar: % andel

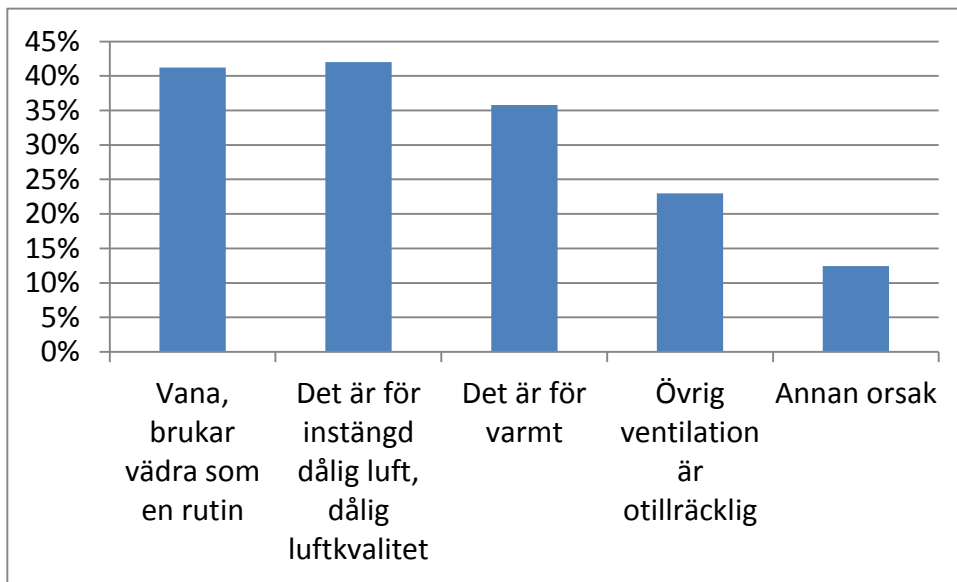
12% har vädringsfönster/fönster öppet hela dagen/natten, 43% har öppet några timmar, 44% har öppet i några minuter och 4% vädrar aldrig. 55% har alltså öppet hela dagen/natten eller några timmar.

Utifrån dessa två frågor går det inte att få fram orsakerna till varför man vädrar. Ett antal frågor kring detta redovisas därför nedan.



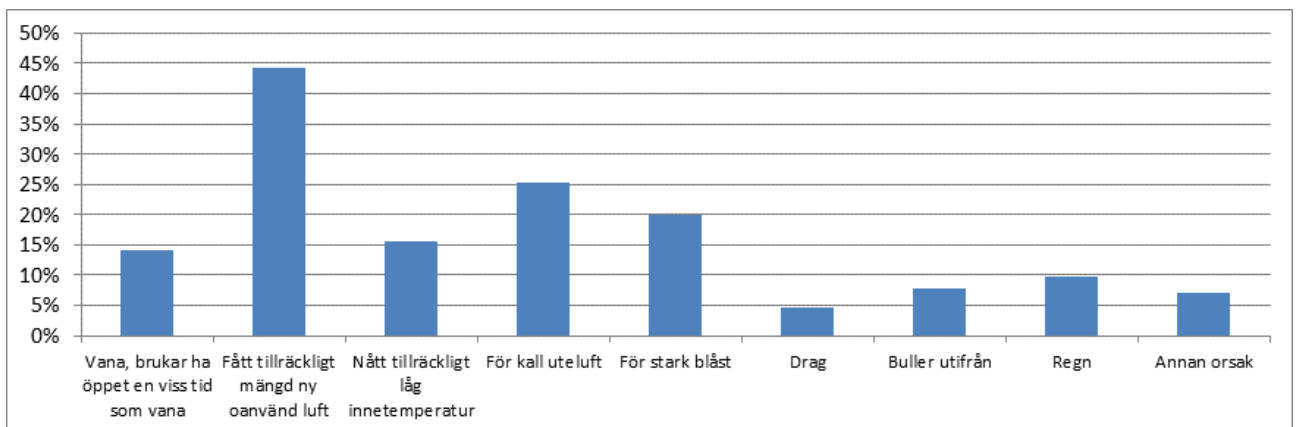
Figur 4.2.3 Fråga 34. Vad brukar vara den främsta anledningen till att du vädrar under eldnings-säsongen? Svar: % andel

Den främsta anledningen till att man vädrar under eldningssäsongen är "vana, brukar vädra som en rutin" (30%) tätt följt av upplevelse av instängd dålig luft, dålig luftkvalitet (29%). Även det termiska klimatet upplevs vara en orsak; 21% anger denna som den främsta orsaken. 10% upplever att övrig ventilation är otillräcklig som den främsta anledningen till att vädra under eldningssäsongen och 14% svarar annan orsak.



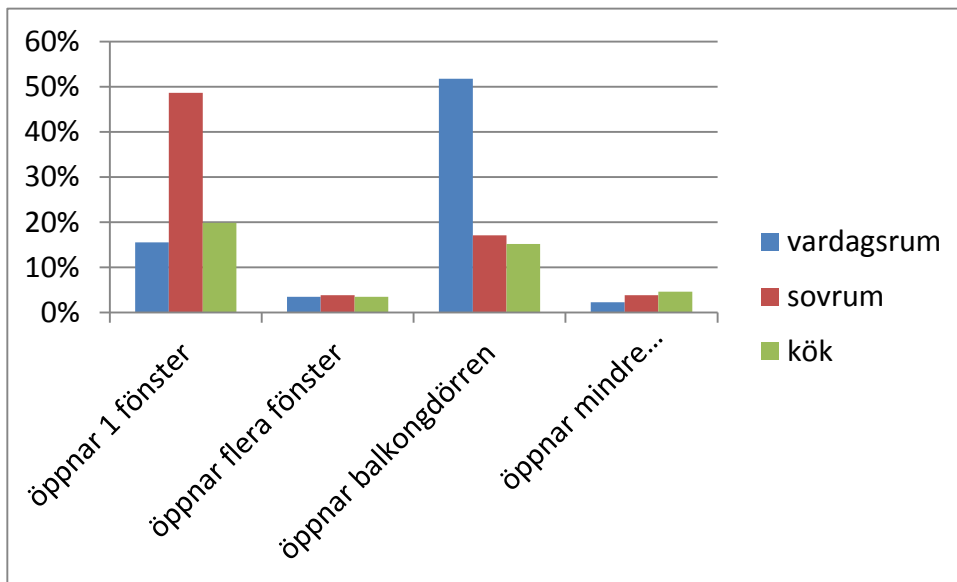
Figur 4.2.4 Fråga 35. Vilka av följande alternativ kan vara orsaker till att du börjar vädra under eldningssäsongen? (flera alternativ kan väljas). Svar: % andel

42% uppger att de börjar vädra under eldningssäsongen pga av upplevelse av dålig luftkvalitet, 41% pga vana, 36% pga av upplevelse att det är för varmt, 23% pga av att övrig ventilation är otillräcklig samt 12% anger annan orsak.



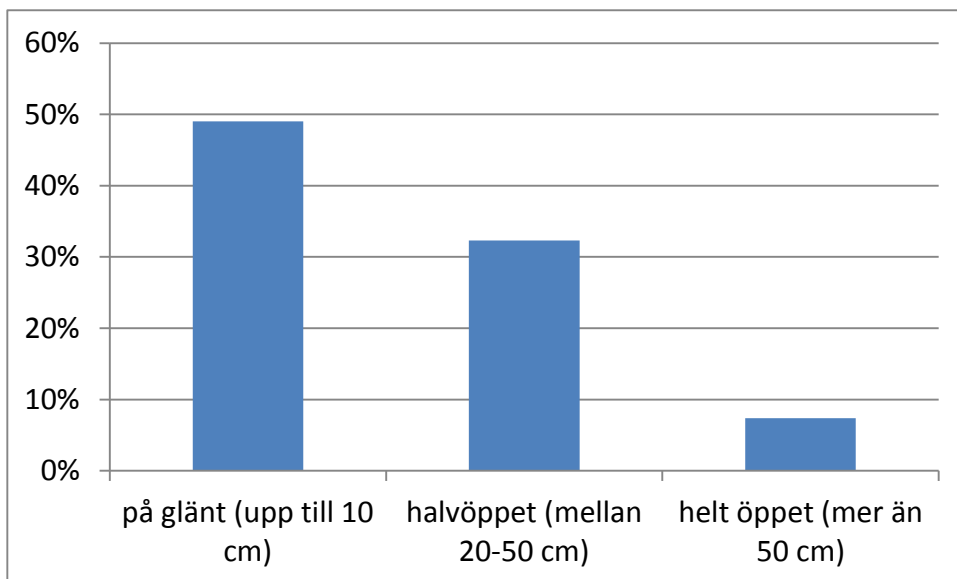
Figur 4.2.5 Fråga 36. Vad är orsaken till att du slutar vädra? Svar: % andel

Den största anledningen (44% av de svarande) till man slutar att vädra, är att man upplever att man har fått tillräckligt mängd ny oanvänd luft. Sedan anges för kall uteluft (25%), för stark bläst 20%, vana, brukar ha öppet en viss tid som vana (14%). Något färre anger regn (10%), buller utifrån (8%), annan orsak (7%) samt drag (5%).



Figur 4.2.6 Fråga 37. När du vädrar under eldningssäsongen brukar du oftast öppna...? Sista alternativet "öppnar mindre vädringsfönster". Svar: % andel

Endast få (2-5%) öppnar flera fönster eller mindre vädringsfönster. Antingen öppnar man 1 fönster främst i sovrums (49%) eller i kök (20%) eller i vardagsrum (16%) eller så öppnar man balkongdörren i främst vardagsrum (52%), i sovrums (17%) samt i kök (15%).



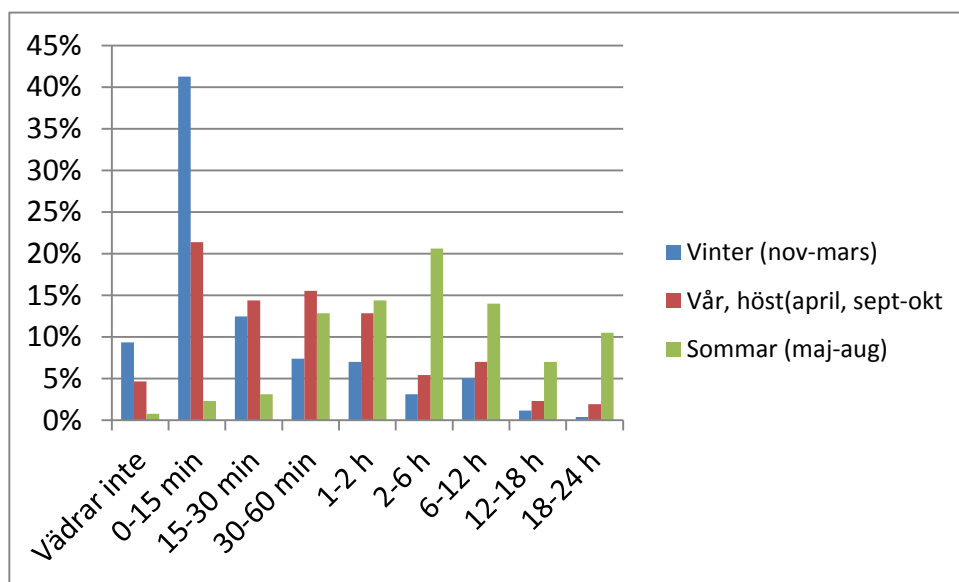
Figur 4.2.7 Fråga 38. Med hur stor öppning vädrar du under eldningssäsongen med? Svar: % andel

49% av de svarande öppnar vädringsöppningen på glänt (upp till 10 cm), 32% öppnar halvöppet (mellan 20-50cm) och 7% öppnar helt öppet (mer än 50 cm).



Figur 4.2.8 Fråga 39. Hur stort är fönstret/dörren som du brukar vädra med under eldningssången? Svar: % andel

Fönstrens/dörrens bredd är i de flesta fall mer än 0,5 m (69%) och högre än 0,5 m (72%).



Figur 4.2.9 Fråga 40. Hur lång tid vädra ni totalt varje dag? Svar: % andel

Svar på fråga 40 redovisas även i Tabell 4.2.1.

Tabell 4.2.1 Svar på fråga 40 Hur lång tid vädrar ni totalt varje dag? Svar: % andel

	Vinter (nov-mars)	Vår, höst (april, sept-okt)	Sommar (maj-aug)
Vädrar inte	9%	5%	1%
0-15 min	41%	21%	2%
15-30 min	12%	14%	3%
30-60 min	7%	16%	13%
1-2 h	7%	13%	14%
2-6 h	3%	5%	21%
6-12 h	5%	7%	14%
12-18 h	1%	2%	7%
18-24 h	0%	2%	11%

I Figur 4.2.9 och Tabell 4.2.1 kan ses att under vintern vädrar flest (41%) under kort tid 0-15 minuter varje dag. Vädringstiden blir längre för perioden vår, höst och ännu längre för sommaren. Enligt svaren vädrar 76% kortare eller längre tid varje dag på vintern. Under vår, höst vädrar 80% varje dag och under sommaren 85%.

Av de svarande anger 16% att de vädrar en timme eller längre varje dag under vintern och 23% vädrar 30 minuter eller längre varje dag under vintern. Motsvarande siffra för vår, höst är 29% respektive 45% och för sommaren 67% respektive 80%. På vintern har ingen öppet hela dygnet; vår, höst har 2% öppet under 18-24 h och 11% på sommaren.

Slutsatser enkätsvar

En majoritet av de svarande vädrar dagligen/nästan varje dag. 55% vädrar dagligen eller nästan varje dag. Motsvarande siffra för 2010 var 57% och för riksgenomsnittet i BETSI 61%. Vädringsfrekvensen har minskat något efter några år, dock ej i någon större omfattning. *Slutsatsen dras att det förekommer fortfarande frekvent vädring i lägenheterna.*

En majoritet av de svarande vädrar under förhållandevis lång tid; 55% vädrar genom att ha öppet hela dagen/natten eller några timmar dagligen. Motsvarande siffra för 2010 var 59% och för riksgenomsnittet i BETSI 69%. Även detta mått på vädringsfrekvens har alltså minskat något efter några år, dock ej heller i någon större omfattning. *Slutsatsen dras att det förekommer fortfarande vädring under förhållandevis lång tid i många lägenheter.*

Flera orsaker anges som anledning till att man vädrar under eldningssäsongen; ungefär fyra av tio anger "det är för instängd dåligt luft, dålig luftkvalitet", "vana, brukar vädra som en rutin", respektive att "det är för varmt". Cirka en av fyra anger upplevelse av att övrig ventilation är otillräcklig. Detta innebär att både upplevelse av bristfälligt termiskt respektive hygieniskt klimatet kan vara orsak till vädringen. Om man i vädringssammanhang vill hitta de bakomliggande orsakerna bör alltså både det termiska och det hygieniska inneklimatet undersökas. En frågeställning inför studien var om vädring sker pga vana eller pga brister i inneklimatet. Det är i storleksordningen ungefär lika många som anger att de vädrar pga dålig luftkvalitet och för varmt som pga av vana. *Slutsatsen dras att det förekommer flera orsaker till att man vädrar under eldningssäsongen; upplevelse av dålig luftkvalitet, dvs bristfälligt hygieniskt klimat, att det görs som vana, upplevelse av bristfälligt termiskt klimat samt att övrig ventilation upplevs otillräcklig.*

Flera faktorer anges som faktorer till att man slutar vädra. Den största anledningen (44% av de svarande) är att man upplever att man har fått tillräckligt mängd ny oanvänd luft. De två näst största anledningarna är negativa faktorer som kan uppstå pga uteklimatet. Detta kan innebära att man vid dessa fall upplever ett behov av att vädra längre än det upplevs som möjligt.

I vardagsrummet öppnar flest, drygt hälften, balkongdörren när de vädrar under eldningssäsongen. I sovrum öppnar flest, knappt hälften, 1 fönster. I kök öppnar en av fem 1 fönster eller en av sju en balkongdörr. Flera fönster respektive mindre vädringsfönster öppnas av förhållandevis få, färre än en av tjugo. *De två främsta öppningsalternativen är ett fönster i sovrum eller balkongdörren i vardagsrum.*

Flest, nästan hälften, öppnar på glänt, ca en tredjedel öppnar halvöppet (mellan 20-50 cm) och färre än en av tio öppnar helt öppet. *Den mest förekommande öppningsgraden är fönster på glänt.*

Fönstrens/dörrens bredd är i de flesta fall; sju av tio, mer än 0,5 m och högre än 0,5 m. *Vädringsöppningarna är oftast större än 0,5*0,5 m.*

Under vintern vädrar flest, fyra av tio, under kort tid; 0-15 minuter varje dag. Vädringstiden blir längre för perioden vår, höst och ännu längre för sommaren. Tre av fyra svarar att de vädrar varje dag under vintern, kortare eller längre tid. Ännu fler; åtta av tio vädrar varje dag under vår och höst och 85% vädrar varje dag under sommaren. *Slutsatsen dras att vädringstiden ökar ju varmare uteklimat.*

Cirka en av fyra vädrar 30 minuter eller längre varje dag under vintern. Cirka fyra av tio vädrar motsvarande tid vår och höst samt åtta av tio på sommaren. *Slutsatsen dras att cirka en av fyra svarande vädrar minst 30 minuter eller längre varje dag året om.*

Diskussion

Att en majoritet av de svarande anger att de vädrar frekvent bör beaktas ur både komfort och energisynpunkt. Detta tyder på att det inneklimat som de tekniska systemen tillsammans med klimatskalet och byggnaden skapar inte upplevs tillräckligt tillfredsställande.

Ett delmål med vädringsstudien var även att få fram mer information kring hur länge och hur mycket man vädrar som underlag till beräkning av energiförluster pga vädring. Detaljerade svar kring detta redovisas under enkätsvaren där *vädringstidens längd* uppdelad för olika årstider bäst hittas. Två frågor; fråga 16 och fråga 40 rör båda vädringstidens längd. Svaren för vädringstid på fråga 16 och 40 skiljer sig åt något. Fler synes vädra längre tid enligt fråga 16 jämfört med fråga 40. En anledning till detta kan vara att upplösningen är högre för svarsalternativen för fråga 40 jämfört med fråga 16; det finns inget svarsalternativ mellan öppet några timmar och korsdrag några minuter för fråga 16. Fråga 16 är ej heller uppdelad för olika årstider vilket kan antas ge ett medelvärde för hela året. Svaren på fråga 40 ger en något mer uppdelad bild av vädringstiden för olika årstider. Vädringstiden är kortare på vintern då värmeförlusterna är större pga den ökade temperaturskillnaden. Om svaren på denna fråga används som underlag för energiberäkningar blir den totala energiförlusten för året lägre än för fråga 16. Men även svaren på fråga 40 visar att förhållandevis många vädrar; bl a tre av fyra på vintern, och förhållandevis många av dessa vädrar under längre tid även under kallare årstid; en av fyra svarar att de vädrar en halvtimme eller längre varje dag under vintern. Ett överensstämmande svar är hur många som vädrar under några minuter. På fråga 15 svarar 44% att de har öppet i några minuter. På fråga 40 svarar 41% att de har öppet 0-15 minuter under vintern.

Mätningar i lägenheter med omfattande vädring

I denna undersökning var syftet att undersöka inneklimatet i lägenheter i vilka vädring rapporteras förekomma under förhållandevis lång tid.

Genomförande

Denna undersökning har genomförts av Viktor Fransson, Ola Lindberg och Birgitta Nordquist. Birgitta Nordquist har ansvaret för studien inkluderande upplägg av undersökning.

Urvalsmetod

12 fastigheter ingår i den uppföljande enkätundersökningen. Fem fastigheter av de totalt tolv fastigheter som deltog i enkätundersökningen valdes ut för att få en hanterbar mängd lägenheter och samtidigt täcka alla förekommande boendetyper; bostadsrätter respektive hyresrätter samt typer av ventilationssystem; mekanisk till- och frånluftsventilation med aggregat centralt placerade respektive enskilda lägenhetsaggregat placerade i varje lägenhet samt mekanisk frånluftsventilation och de mest förekommande formerna av uppvärmning; vattenburna radiatorer respektive golvvärme. Fastighet 3 är en av de nytillkomna fastigheterna.

Tabell 4.2.2 Fastigheter som ingår i den uppföljande undersökningen.

Fastighet	Boendetyper	Ventilationssystem	Uppvärmningssystem
1	Hyresrätt	FTX-C	V-Rad
2	Hyresrätt	F-L	V-Rad
3	Bostadsrätt	FTX-LP	V-Rad
4	Hyresrätt	FTX-LR	V-Rad
5	Bostadsrätt	FTX-LR	Golv.

FTX-C centralt placerat ventilationsaggregat, F-L lägenhetsplacerat frånluftsaggregat, FTX-LP lägenhetsplacerat aggregat med plattvärmewäxlare, FTX-LR lägenhetsplacerat aggregat med roterande värmewäxlare
V-Rad vattenburet radiatorsystem, Golv. Vattenburen golvvärme

Urvalet av lägenheter har gjorts utifrån de erhållna svaren i enkätundersökningen. I dessa fem fastigheter var målet var att genomföra mätningar i tio lägenheter i vilka vädring angavs förekomma i större omfattning. I denna studie betraktades större omfattning av vädring motsvara att man svarat enligt följande:

Fråga 15 Hur ofta vädrar du under eldningssäsongen? (samma fråga som i BETSI)

Svarsalternativ: *Dagligen / nästan varje dag*

Fråga 16 När du vädrar, vädrar du då oftast genom att ...? (samma fråga som i BETSI)

Svarsalternativ: *Har vädringsfönster/fönster öppet hela dagen/natten* Urvalsgrupp 1

Svarsalternativ: *Har vädringsfönster/fönster öppet några timmar* Urvalsgrupp 2

Detta innebär att mätningar har skett i lägenheter i vilka har uppgetts att vädrings sker *dagligen/nästan varje dag* samt att fönster är *öppet minst några timmar*.

Svaren för Fråga 40 som även efterfrågar vädringstiden har även beaktats (Hur lång tid vädrar du varje dag?). Denna är något annorlunda formulerad med högre upplösning på svarsalternativen och ger för någon lägenhet kortare vädringstid än fråga 16. Urvalet skedde från de lägenheter vilka kunde identifieras utifrån angivna lägenhetsnummer i enkätsvaren.

Några lägenheter i vilka mindre vädring angavs valdes också ut. I dessa uppgavs vädring ske under kortare tid genom *korsdrag i några minuter* respektive *vädrar aldrig* som svar på Fråga 16.

Först delades informationsblad ut till respektive lägenhet om att fördjupade undersökningar av inneklimatet skulle göras och att vi hoppades att de ville delat och att de kom att bli kontaktade. De gavs också möjlighet att själva höra av sig. Sedan togs kontakt per telefon. Av de som kontaktades på telefon ställde alla utom en lägenhet upp. För några lägenheter kunde inte telefonnummer hittas alternativt svarade ingen vid påringning och de föll bort av dessa orsaker. Nitton lägenheter ingick i den första gruppen som uppfyllde ovannämnda vädringskriterier. När målet att hitta tio lägenheter i vilka vädring uppgav ske i större omfattning uppfyllts tillfrågades inte fler.

Tabell 4.2.3 *Lägenheter i vilka frekvent vädring förekommer och mätningar har genomförts.*

Fas-tighet lgh	Boen-detyp	Venti-lations-system	Upp-värm-nings-system	Väder-streck	Fr. 15 Väd-ringsfrekvens	Fr. 16 Väd-ringslängd Har vädrings-fönster/ fönster öppet	Fråga 40 Vädrings-tid /dag vinter
1	Hyres-rätt	FTX-C	V-Rad	V	Dagligen /nästan varje dag	några timmar	6-12h
2:1	Hyres-rätt	F-L	V-Rad	N,Ö,S	Dagligen /nästan varje dag	hela dagen/ natten	2-6h
2:2	Hyres-rätt	F-L	V-Rad	S	Dagligen /nästan varje dag	hela dagen/ natten	6-12h
3:1	Bo-stads-rätt	FTX-LP	V-Rad	S	Dagligen /nästan varje dag	hela dagen/ natten	12-18h
3:2	Bo-stads-rätt	FTX-LP	V-Rad	V,S	Dagligen /nästan varje dag	några timmar	2-6h
3:3	Bo-stads-rätt	FTX-LP	V-Rad	S	Dagligen /nästan varje dag	några timmar	1-6h
4:1	Hyres-rätt	FTX-LR	V-Rad	S,N	Dagligen /nästan varje dag	några timmar	30min.-2h
4:2	Hyres-rätt	FTX-LR	V-Rad	S,N	Dagligen /nästan varje dag	några timmar	1-2h
5:1	Bo-stads-rätt	FTX-LR	Golv.	N,S	Dagligen /nästan varje dag	några timmar	Inget svar
5:2	Bo-stads-rätt	FTX-LR	Golv.	N,S	Dagligen /nästan varje dag	några timmar	15-30 min.

FTX-C centralt placerat ventilationsaggregat, F-L lägenhetsplacerat frånluftsaggregat, FTX-LP lägenhetsplacerat aggregat med plattvärmväxlare, FTX-LR lägenhetsplacerat aggregat med roterande värmväxlare

V-Rad vattenburet radiatorsystem, Golv. Vattenburen golvvärme

Några lägenheter i vilka vädring anges förekomma i mindre utsträckning har även studerats, vilka redovisas i Tabell 4.2.4.

Tabell 4.2.4 *Lägenheter i vilka mindre vädring anges förekomma.*

Fas-tighet lgh	Boen-detyp	Venti-lat-ions-sy-stem	Upp-värm-nings-sy-stem	Väder-streck	Fr. 15 Väd-ringsfre-kvens	Fr. 16 Väd-ringslängd	Fråga 40 Väd.r. tid /dag
2:3	Hyres-rätt	F-L	V-Rad	N,S	Någon gång i månaden	Korsdrag i några minu-ter	Vädrar inte
3:4	Bo-stads-rätt	FTX-LP	V-Rad	N,S	Dagligen /nästan varje dag	Korsdrag i några minu-ter	15-30 min.
3:5	Bo-stads-rätt	FTX-LP	V-Rad	N,S	Vädrar sällan eller aldrig	Vädrar aldrig	Vädrar inte

F-L lägenhetsplacerat frånluftsaggregat, FTX-LP lägenhetsplacerat aggregat med plattvärmeväxlare

V-Rad vattenburet radiatorsystem

Mätutrustning och mätutförande

Momentana mätningar

Vid mättillfällena vistades 3-5 personer i lägenheten. Vid mätningarna användes SWEMAs ISO7730 mätutrustning för operativ temperatur inkluderande globtermometer, lufttemperatur, lufthastighet samt relativ luftfuktighet. Luftflöden genom don mättes med SWEMA Air 300 samt SWEMAFlow 125 Mätstos. Mätutrustningen från SWEMA var ny och levererades direkt från fabrik. Koldioxidhalten uppmättes med KIMO AQ200 med prob SCO2TH vilken loggade halten under hela mätperioden som pågick ca 2h. Vädring skedde inte under tiden momentana mätningar genomfördes.

De boende tillfrågades om hur de upplever inneklimatet. Om de uppgav att de vädrar efterfrågades dels hur de vädrar och orsaken till det. Ett samtal skedde även kring de boendes interaktion med installationssystemen och funktionen och driften av dessa samt även lägenhetens utformning vad gäller planlösning och byggnadsteknik; dvs de parametar som tillsammans skapar inneklimatet; främst det termiska och det hygieniska.

Långtidsmätningar

Temperatur och relativ luftfuktighet mättes under 2 veckors period med hjälp av Onset HOBO data-logger. Loggrarna placerades ut vid slutet av de momentant mätningarna. En logger placerades i vistelsezon oftast i vardagsrum. En logger placerades i närheten av fönster/balkongdörr som öppnas vid vädring enligt de boende. Mätvärden för relativ fuktighet och temperatur lagrades varje minut under mätperioden. En logger placerades utomhus; i kvarteret på tak riktat mot norr. Denna mätning pågick under längre tid och användes som utomhusvärde för samtliga lägenheter. Syftet var att undersöka både temperaturer och vädringsbeteende varför även de boende ombads anteckna när och hur länge de vädrade under mätperioden.

Resultat av mätningar

I Appendix 8.1 Vädning och ventilation redovisas resultaten av mätningarna. Först visas en sammanställning av ett antal relevanta parametrar samlat för lägenheterna. Sedan redovisas resultat även lägenhetsvis.

Resultaten redovisas även i (Fransson, Lindberg, 2013), (Fransson et al, 2014) samt (Nordquist et al, 2014).

Slutsatser mätningar i lägenheter

De tilluftsflöden som tillförs lägenheterna uppfyller i flera lägenheter inte BBRs krav på uteluftsflöde.

I fem av de sju lägenheterna uppfylls inte flödet 4 l/s person för det antal personer som normalt vistas i sovrummet nattetid. *Slutsatsen dras att det hygieniska klimatet uppvisar brister vid jämförelse med myndigheters riktvärden.*

Slutsatsen dras att den operativa temperaturen är förhållandevis hög i lägenheterna i vilka ett behov av vädning upplevs. Om den operativa temperaturen på 1,1 m höjd jämförs med rekommenderade temperaturer enligt Folkhälsomyndigheten och Socialstyrelsen överstigs det generella värdet på 23°C i samtliga lägenheter utom en, i vilken vädning skett under lång tid före mätningen. Värdet för känsliga grupper; 24°C överstigs i fem av tio lägenheter. Temperaturerna är inte mycket anmärkningsvärt höga. Men de är förhållandevis höga och skulle kunna utgöra en orsak till att det upplevs ett behov av att vädra. Som tidigare nämnts finns det individuella skillnader och om de boende i dessa lägenheter upplever ett behov att ett svalt klimat, vilket flera rapporterat, kan behovet upplevas ännu större.

Fukttillskottet under normala förhållanden då vädning sker understiger det av Folkhälsomyndigheten och Socialstyrelsen rekommenderade värdet på 3 g/m³ i samtliga lägenheter utom en.

Driften av de lägenhetsplacerade ventilationsaggregaten är sedd ur de boendes perspektiv med de instruktioner som de har att tillgå och den utformning och interface som de boende ser eftersom detta kommer att vara de förutsättningar som de boende kan styra utifrån. Iakttagelserna indikerar att dessa är otillräckliga i flera av de lägenheter där detta studerats.

De iakttagelser och mätningar som gjorts i lägenheterna, i vilka det förekommer förhållandevis omfattande vädning under eldningssäsongen, indikerar att det kan förekomma tekniska brister för ett antal faktorer; begränsad omfattning av solavskärmning, buller från ventilationsaggregat, otillräcklig information om olika driftsfall både vad gäller storlek på luftflöde och funktion på värmning av uteluft både på själva ventilationsaggregatet respektive i instruktionerna samt utformning av aggregat. Dessa kan samverka med de boendes interaktion och upplevelse samt planlösning av flera lägenheter; ej genomgående, placerade i söder, väster, ibland förhållandevis stora fönsterytor. Alla dessa faktorer sammantaget skulle enskilt och i kombination kunna bidra till ett inneklimat som av de boende upplevs ej helt tillfredsställande ur termisk respektive hygieniskt synpunkt. Detta skulle kunna föranleda det behov av vädning som rapporteras av de boende. Antalet lägenheter som studerats är förhållandevis begränsat men det är intressant att i samtliga lägenheter utom en har avvikande faktorer identifierats.

Diskussion

I denna studie har omfattande och ingående mätningar skett av inneklimatet i ett antal lägenheter. Detta har möjliggjort att samband mellan flera faktorer, inkluderande de boendes upplevelse och interaktion och en större helhet därigenom har kunnat studeras. Utifrån studiens omfattning har

antalet lägenheter begränsats till ett tiotal. Detta innebär att det inte är möjligt att extrapolera resultaten till en nationell nivå. Det finns dock inget som talar för att lägenheterna skulle skilja sig från andra nya bostäder varför resultaten och de iakttagelser som gjorts i dessa lägenheter kan vara värdefulla att beakta vid planering av bostäder.

Det kan även nämnas att om å andra sidan ett stort antal lägenheter hade undersökts hade en ingående heltäckande studie för sambanden inuti varje lägenhet inte kunnat genomföras.

Angreppssättet att studera lägenheter fysikaliska inneklimat och brukarnas upplevelse i kombination och de resultat som framkommit ger upphov till många intressanta tankar för verksamma inom byggnadsområdet.

Termiskt klimat

Den förhållandevis höga operativa temperaturen kan vara en orsak till att behov av vädring föreligger speciellt med tanke på att de boende i flera av lägenheterna uppger att de har ett behov av att ha svalt. De uppmätta ventilationsflödena understiger i flera lägenheter BBRs uteluftsflödeskrav, vilket även kan vara en möjlig orsak till att ett vädringsbehov föreligger. Mätningarna påvisar alltså brister i både det termiska och det hygieniska klimatet vilket kan förklara att ett vädringsbehov föreligger.

Mätresultaten av det termiska klimatet och ventilationen är intressanta för de som projekterar, planerar och installerar uppvärmnings- och ventilationssystemen. Ett flertal faktorer kan orsaka höga inomhustemperaturer; t ex dålig solavskärmning, planlösning i förhållande till väderstreck, ej tillräcklig injustering av uppvärmnings- och ventilationssystem. Både termiska och luftkvalitetsmässiga faktorer kan vara orsaker till att öppna – jämför med enkätsvar på orsaker. Detta innebär att både ingenjörer och arkitekter bör beakta hur både det termiska samt det hygieniska klimatet kommer att bli i nya eller renoverade byggnader. Resultaten är viktiga att beakta inför planering av välisolerade nya byggnader, bl a med tanke på lågenergihus såsom sk passivhus och plusenergihus.

En viktig aspekt kring höga temperaturer inomhus är hur uteklimatet kommer att bli i framtiden. Om det uppstår fler och längre värmeböljor under sommaren kommer personer med bland annat hjärt-kärl sjukdomar och framför allt äldre att påverkas negativt av förhöjda temperaturer. Vid värmeböljor i Europa har dödligheten ökat. I bostäder förekommer hittills ingen aktiv kylning och i dessa är det viktigt att projektera för passiva åtgärder. Med tanke på hur dagens äldrevård är utformad, med syfte att allt fler äldre bor kvar i sin bostad, är detta en viktig parameter att beakta vid planeringen av bostäder i framtiden. Kanske ska framförallt sovrummet utformas för att en sval temperatur ska kunna uppnås i dessa. Anmärkningsvärt många fyra av tio upplever att det är för varmt på sommaren. Detta bör både arkitekter och ingenjörer beakta vid projekteringen.

Det kan även nämnas att vädring är ett komplext område där även brukarnas upplevelse påverkar. Med tanke på den omfattande vädring som rapporterat i enkätsvaren är detta ett område som bör studeras mer. Det har påvisats brister i det termiska och hygieniska klimatet i lägenheterna vilket skulle kunna förklara behovet. Vissa brukare rapporterar ibland att de har ett behov av att känna det de kallar "frisk luft", dvs en luft rörelse utifrån med en lägre temperatur än inomhus. Det är möjligt att vissa människor har detta behov och kommer att öppna fönstren även om det termiska och hygieniska inneklimatet uppfyller de normer och riktlinjer som finns för bostäder. Detta återstår att undersöka.

Man vet att det finns ett temperaturintervall inom vilket en viss statistisk andel kommer att bli missnöjda. Det finns individuella skillnader och preferenser. På samma sätt borde det kunna antas vara för luftflöden. Vissa människor har behov av större luftflöden. Ska orsakerna bakom vädring undersökas måste det beaktas att det är den subjektiva upplevelsen som avgör om fönstret kommer att öppnas eller inte. Mätningarna och besöken visar på vilka förhållanden som kan få människor att uppleva ett behov av att vädra oavsett uppfyllelse av myndighetskrav eller inte.

Luftflöden

För de fall då småbarn sover i föräldrasovrummet blir flödena i samtliga lägenheters sovrum för lågt per person om detta jämförs med 4 l/s person. Detta fall är å andra sidan ett av de viktigaste driftsfallen då barn tillhör en känslig grupp. Sovrummet är också det rum man vistas i under lång tid i en bostad, ca 8 timmar nattetid. Det kan relateras till lokaler där man vistas motsvarande tid; åtta timmar dagtid såsom kontor och skolor ska flödet vara 7 l/s person + 0,35 l/s m². Skulle de uppmätta flödena jämföras med de luftflödeskrav som finns för motsvarande tid dagtid, skulle inga lägenheter uppfylla detta, inte ens om endast en person vistades i sovrummet under natten. Om tre personer vistas i sovrummet; två vuxna och ett barn blir flödet 1,2-2,8 l/s person, dvs långt ifrån de luftflödeskrav som förekommer dagtid. Tanken uppstår om det helt enkelt är för låga luftflödeskrav i ett sovrum i en bostad under natten och att de boende upplever detta och därför vädrar.

Det är en anmärkningsvärt hög andel som vädrar. Vådringsflödet, dvs flödet ut respektive inom genom fönsteröppningen är vid vinterförhållanden många gånger större i storlek än det totala flödet via ventilationssystemet i lägenheten enligt gällande lagar; BBR och Folkhälsomyndighetens allmänna råd. Storleken på vådringsflödet beror på många faktorer bl a hur öppet fönstret är, utetemperatur, storlek på fönster. Om man drar ner på ventilationsflödet via ventilationssystemet ur energibesparings-synpunkt, exempelvis genom att inrätta ett läge för då man inte vistas där på ett ventilationsaggregat som ska styras av de boende eller projekterar låga luftflöden i ett sovrum jämfört med luftflödeskrav dagtid under motsvarande tid har det i de studerade lägenheterna visat sig att låga luftflöden kan uppstå via ventilationssystemet. Om detta då leder till att de boende upplever för låga flöden eller dålig luftkvalitet eller dålig termisk komfort, vilket alltså inte alls är orimligt och därför öppnar fönstren kommer alltså mycket högre flöden att omsättas i lägenheten och större värmeenergi försvinna ut genom fönstret. Flödena via ventilationssystemet förändras inte nämnvärt då ett fönster öppnas (Nordquist, 2002). Detta innebär att den största andelen av luftflödet kommer att passera fönstret och inte passera värmeväxlaren och därför inte ge möjlighet till återvinning av värmen i denna luft.

Kunskapen om uteluftens kvalitet har ökat under de senaste åren. I stadsmiljö är uteluften inte så ren och frisk som vi skulle vilja. Flera studier visar att det finns en påverkan på hälsan pga uteluftsföroreningar. WHO har under hösten 2013 klassificerat uteluftsföroreningar som en ledande miljömässig orsak till cancerdöd. När man öppnar ett fönster kommer denna ofiltrerade uteluft rakt in i rummet. Tanken uppstår att istället för att snåla med flödena via ventilationssystemet om detta leder till frekvent vädring med ökad energiförlust istället kanske öka flödena via ventilationssystemet och då reducera behovet av vädring. Detta ger både förbättrad luftkvalitet genom att all uteluft filtreras i aggregatet samt att värmeåtervinning kan göras på hela detta luftflöde. Detta kan ge både en förbättrad inomhusmiljö samt även en totalt sett lägre energianvändning. Kan det vara t o m så att vi ventilerar med för låga flöden i våra bostäder och de boende, helt rationellt, öppnar fönstren.

Det är intressant att det i det förhållandevis begränsade antalet lägenheter som studerats har iakttagits ett flertal faktorer vilka både enskilt och i kombination kan bidra till att ett bristande termiskt och hygieniskt klimat kan uppstå. Faktorerna omfattar både arkitektoniska, tekniska samt beteenden; utformning och placering av lägenheter; ej genomgående, i vissa fall ingen solavskärmning i de väderstreck vilka solen kan värma, utformning av ventilationssystem i kombination med bristfälliga instruktioner, vilka kan ge både bristande förståelse och därmed handhavande, bullerproblem samt även beteende hos de boende; stänger ej av radiator trots upplevelse av för varmt. Vädring är ett komplext område och resultaten har gett insikter i att många grupper berörs; arkitekter, ingenjörer, förvaltare och boende och alla dessa grupper måste uppmärksamma möjliga faktorer inom sina områden.

Lägenhetsaggregat

Om ventilationsaggregat placeras i lägenheter är dess funktion till större del beroende av de boendes interaktion, deras intresse och kunskap. Detta kan innebära en sårbarhet. Dock är flödet även för lägenheten med centralt placerat aggregat även för lågt.

Det är anmärkningsvärt att för fyra av de sju lägenhetsplacerade FTX aggregaten, dvs i mer än hälften av fallen, är systemet inställt på det läge som är avsett för då personer inte vistas där och därigenom inte uppfyller BBRs flödeskrav. I flera av fallen är orsaken att de boende upplever störande buller för det läge som är tänkt för när personer vistas där. Okunskap om installationssystemet är en annan anledning. Detta resultat ger en tankeställare då lägenhetsaggregat är tänkta att användas vid exempelvis energieffektiviserande åtgärder vid ny- och ombyggnad. Klarar lekmän av att sköta ett ventilationssystem, ska de boende behöva kunna göra det? Är de instruktioner som tilldelas de boende tillräckliga? Ska det överhuvudtaget finnas en manuellt styrd sk borta-knapp vilket utgör en sårbarhet och risk för att flöden enligt myndigheter ej uppnås då människor vistas där? Denna knapp kan ställas in både på grund av okunskap eller ointresse eller av glömska, man glömmer att ändra när man kommer hem från en längre resa.

Resultaten visar på att det är ett komplext samspel mellan ett flertal faktorer som berör både tekniska lösningar, människors upplevelse och beteende. Upplevelsen av en bristande faktor påverkar hur människan beter sig och hur den därigenom styr de olika tekniska systemen vilket i sin tur kan påverka andra faktorer. De fördjupade studierna i lägenheterna visar att detta innebär även att alla dessa bör studeras och undersökas samtidigt. Hela detta sampel mellan människa och teknik är mycket intressant och inte helt enkelt att undersöka. Detta innebär nya dimensioner för forskare att beakta. Att exempelvis enbart mäta ventilationsflöden kan innebära risk för att fel slutsatser dras.

Exempelvis understiger luftflödet BBR i flera lägenheter. Orsakerna visade sig vara flera; i flera fastigheter upplever de boende buller från det lägenhetsplacerade aggregatet och reducerar flödet medvetet, alternativt de boende vet inte hur ventilationssystemet fungerar och har inte ställt in rätt driftsfall. Den första orsaken man skulle misstänka vid uppmätta för låga flöden skulle vara att aggregatet inte kan uppfylla tillräckliga flöden och om man bara visste uppmätt flöde dra den felaktiga slutsatsen att aggregatet ej fungerar. Men detta är alltså inte fallet utan detta driftsfall används inte av andra anledningar. Om orsaken är att de boende sänkt flödet pga exempelvis buller, då utgör buller det bristfälliga som bör åtgärdas men detta kommer varken att upptäckas eller därigenom heller åtgärdas. Den grundläggande orsaken/problemet kommer att förbigås.

Att enbart mäta fysikaliska parametrar kan även vara begränsande. Begreppet buller är ett subjektivt mått motsvarande gäller den termiska upplevelsen och luftkvaliteten. Det kan vara så att en ljudnivå som uppfyller riktvärden/BRR uppmäts. Men om de boende subjektivt upplever buller kan detta leda till att de ändå reducerar flödet från ventilationssystemet. De boendes upplevelse måste inkluderas och beaktas.

Tolkningen av enkätsvar kan även påverkas av detta och ger nya intressant tanke-/ frågeställningar. Vad är det de boende svarar på, är det det inneklimat som de tekniska systemen skapar eller är det det totala inneklimatet som även innefattar de åtgärder som de boende vidtagit. Om ventilationssystemet av någon orsak tillför för låga flöden vilket ger en dålig luftkvalitet kan de boende påverka sin situation genom att öppna fönstren, öka den totala luftomsättningen och därigenom uppleva en resulterande bra luftkvalitet. Frågan uppstår då vad de svarar på i en enkät, den boende kan svara att de upplever ett bra inneklimat eftersom de gör det efter att de har öppnat fönstren. Detta tas även upp av Fransson & Lindberg, (2013).

Buller

Ett begränsat antal lägenheter har studerats men det är anmärkningsvärt att i flertalet av lägenheter-na som har lägenhetsaggregat, dvs egna ventilationssystem och fläktar placerade inuti lägenheten, upplevs buller från ventilationen som ett problem. Detta tyder på att i de studerade lägenheterna har ventilationssystemet ej dimensionerats tillräcklig tillfredsställande ur bullersynpunkt. Frågan uppstår om detta kan vara ett problem även i andra byggnader.

De boendes beteende måste beaktas och människan kan antas bete sig rationellt. Om man upplever störande buller, åtgärdar man detta problem. Följden blir för låga luftflöden via det mekaniska ventilationssystemet, vilket i sig skulle kunna vara en orsak till att vädring sker. Buller från fläktaggregat och ventilationssystem är därför ytterligare en viktig faktor att beakta. Det som framkommit vid sam-talen är intressant.

8.3 Temperaturstudier

Inomhustemperaturen i fyra lägenheter per byggnad loggas under ett halvårs tid (Feb-Aug). Temperaturen loggas på två ställen i varje lägenhet; utanför badrum samt i vardagsrum. Både temperatur och RF loggas.

För återkoppling väljs lägenhetsinnehavare ut som ombeds föra dagbok över sitt vädringsbeteende. I dagboken ställs också frågor om deras normala vädringsbeteende under eldningssäsong. Denna detaljerade information används som underlag för ett examensarbete med syfte att kvantifiera värmeförluster till följd av brukarnas vädringsvanor.

Energiförluster på grund av vädring

Ett delmål med den vädrings-enkät-studie som redovisas i avsnitt 8.2 var att få fram mer information kring hur länge och hur mycket man vädrar som underlag till beräkningar av energiförluster pga vädring. Detaljerade svar kring detta redovisas under enkätsvaren där *vädringstidens längd* uppdelad för olika årstider bäst hittas. Detta kan användas som underlag. Förutom en mer detaljerad uppdelning för tidslängd har följande har sammanfattningsvis framkommit: Endast få (2-5%) öppnar flera fönster eller mindre vädringsfönster. Antingen öppnar man 1 fönster främst i sovrum (49%) eller i kök (20%) eller i vardagsrum (16%) eller så öppnar man balkongdörren i främst vardagsrum (52%), i sovrum (17%) samt i kök (15%). *De två främsta öppningsalternativen är ett fönster i sovrum eller balkongdörren i vardagsrum.*

Flest, nästan hälften, öppnar på glänt, ca en tredjedel (32%) öppnar halvöppet (mellan 20-50 cm) och färre än en av tio (7%) öppnar helt öppet. *Den mest förekommande öppningsgraden är fönster på glänt.* Fönstrens/dörrens bredd är i de flesta fall mer än 0,5 m (69%) och högre än 0,5 m (72%). *Vädringsöppningarna är oftast större än 0,5*0,5 m.*

En uppskattning av energiförlusterna vid vädring har gjorts med hjälp av enkätsvaren på vädringstid och öppningsgrad och storlek på öppning (Abdul-Hamid & Ibrahimovic, 2013). Utifrån svaren har energiförlusten under ett år beräknats. Detta innebär att vädringsförlusten som erhålls utgår från de förhållanden som gällt för de svarande. Dygnsmedelvärdet för varje dygn för av SMHI uppmätta utetemperaturer har beräknats för upp till 48 år mellan 1961-2008. Innetemperaturen har satts till 21°C.

Flödet har beräknats med en analytisk modell utifrån enkätsvaren. Vilket vädringsflöde som erhålls beror på en mängd olika faktorer bland annat; uteklimatet; temperaturskillnad mellan ute och inne, storlek på öppning, vädringstid, hur stor del av lägenheten som vädringsflödet når, dvs bl a vilka innerdörrar som är öppna. Alla dessa kommer att variera. Flödet har beräknats för ytterligheterna att ingen respektive total omblandning kommer att ske mellan inne och uteluften. Fallet med ingen omblandning kommer mest att efterlikna de verkliga förhållanden som råder då öppningen är liten, t ex fönstret står på glänt och låga vindhastigheter. Fallet med total omblandning efterliknar mest fallet om öppningen är fullt öppen och höga vindhastigheter. Sedan har även ett medelvärde mellan de två ytterligheterna beräknats.

Vädringsflödet har beräknats utifrån temperaturskillnaden mellan ute och inne. Eventuell drivkraft från vinden har inte inkluderats i beräkningarna. Vinden kommer att förstärka i vissa fall och motverka den termiska drivkraften i öppningen i vissa fall beroende på vindriktning, vindhastighet och vindfaktorer som kommer att variera beroende på form av byggnad och omgivning. Vindfaktorerna är mer specifika för olika byggnaders utformning. Enkätsvaren tyder på att de flesta öppnar fönstret på glänt och för detta fall kommer vinden inte ha lika stor påverkan som vid fullt öppen öppning.

Det verkliga enskilda vädringsflödet kan dock skilja sig från det beräknade modellerade värdet pga detta beroende på bl a vindhastighet och vindriktning. Vädringsförlusten har beräknats till för Malmö (Falsterbo väderstation) till ett intervall mellan 0,00-12,66 kWh/år, kvm BRA för modell 1 ingen omblandning, med ett medelvärde på 0,83 kWh/år, kvm BRA och en standardavvikelse på 2,13 kWh/år, kvm BRA. För fall med total omblandning modell 2 har beräknats ett intervall på 0,00-20,90 kWh/år, kvm BRA, med ett medelvärde på 1,38 kWh/år, kvm BRA och en standardavvikelse på 3,29 kWh/år, kvm BRA.

Om ett medel för båda modellerna beräknas fås ett intervall på 0,00-16,78 kWh/år, kvm BRA med ett medelvärde på 1,11 kWh/år, kvm BRA och en standardavvikelse på 2,64 kWh/år, kvm BRA. Motsvarande medelvärde för båda modellerna för Haparanda blir 0,00-24,19 kWh/år, kvm BRA med ett medelvärde på 1,82 kWh/år, kvm BRA och för Stockholm 0,00-19,25 kWh/år, kvm BRA med medelvärde 1,32 kWh/år, kvm BRA. En säkerhetspåslagsfaktor på 1,8 bör användas vid eventuell dimensionering.

Energiförluster pga vädring är komplicerade att bestämma eftersom luftutbytet pga vädring varierar vid olika vädringstillfällen till följd av bland annat varierande uteklimat. En hel del andra faktorer som kan variera från brukare till brukare spelar också en stor roll. Då exakta vädringstider, dimensioner på vädringsöppningen och sätt att vädra skiljer sig brukarna emellan måste förenklingar göras för att kunna hantera den stora datamängd som annars finns att bearbeta. Alla dessa faktorer gör att det ligger en viss osäkerhet i resultatets tillförlitlighet. Fallstudien baseras på den vädringsfrekvens och vädringsvanor som de svarande i ett kvarter i Malmö har angett.

Beräkningarna visar att energiförlusten kan variera inom ett relativt stort intervall upp till mellan 0-20 kWh/år, kvm för Falsterbo klimat. Detta beror som nämnts på att många parametrar ingår och varierar även bland annat; innetemperaturen, öppningens höjd och bredd, kontraktionsfaktorn för öppningen, i hur stor andel av lägenheten som uteluften når/vädring sker, fram- och returledningstemperatur och värmeavgivning från radiatorn.

Vädring kan ge enskilt mycket stora luftflöden men det är svårt att noggrant bestämma medelvädringsflöden sammantaget under ett år för verkliga fall pga variationer av utetemperaturen, vädringsfrekvens, vädringstid etc. Till följd av alla dessa variationer är det svårt att få fram ett medelpåslag för ett år som överensstämmer för alla olika bostäder. Beräknade vädringspåslag kan skilja sig stort från vissa enskilda fall. Ett intervall (som tidigare redovisats) kan troligen vara en lämpligare metodik att använda vid projektering.

Vid höga vindhastigheter, stora öppningar och vindriktning mot fasaden där vädring sker kommer större vädringsflöden än de som beräknas med termiska drivkrafter att uppstå. Enkätsvaren visar att de flesta, 49% har fönstret öppet på glänt när de vädrar. 32% har det halvöppet (mellan 20-50 cm) och endast 7% har det helt öppet. I lägenheterna där mätningar skett framkom samma svar, fönstren är öppna på glänt. Fönstren i fastigheterna är utformade med en barnsäker-spärr vilket gör att denna form av öppningsgrad blir dominerande. Resultaten visar alltså att fönstren främst är öppna på glänt och då kommer eventuell vind ha en liten påverkan, dvs vindens bidrag kommer att vara mindre.

Både enkätsvaren och energiberäkningarna visar på att det finns en stor spridning mellan olika lägenheter; vissa vädrar mycket och vissa inte alls. Varje byggnad är unik ur bl a form och orientering till andra byggnader. Det lokala uteklimatet kan variera beroende på skuggning från andra byggnader och vindförhållanden, vilket i sin tur kan påverka både behovet av vädring och vilka vädringsflöden som uppstår. För tydlighetens skull bör nämnas att använda ett schablonvärde för en enskild byggnad kan ge missvisande resultat. Varje projektör får själva ta ställning till för den unika byggnaden huruvida ett schablonvärde kan vara förhållandevis representativt eller om ett mer noggrant värde

bör beräknas utifrån de förutsättningar som är kända för den specifika byggnaden där då även vinden kan inkluderas i ett avancerat energiberäkningsprogram.

Studien av inneklimat i lägenheterna påvisade även andra faktorer som bör vägas in i denna bedömning. Exempelvis så föranledde bl a upplevda bullerproblem med lägenhetsplacerade ventilationsaggregat till en upplevelse av ett behov av vädring. Även andra faktorer såsom kunskap och engagemang av de boende kan antas ha betydelse för inneklimatet i lägenheter med denna typ av aggregat. Både de tekniska systemens prestanda, sårbarhet eller möjliga brister samt brukarnas upplevelse måste vägas in. Denna bedömning av vädringsbenägenhet bör projektören göra.

I dagboken gavs de boende även möjlighet att notera användandet av eventuella solskydd samt förekomst av kondens på fönstren (in-, utvändigt eller mellan glasen). Denna information kommer inte att behandlas vidare inom ramen för detta projekt.

Sammanfattande råd baserat på inneklimatstudier

Vad kan vi som tekniker ta med till framtida projekt och vid drift? Det är som nämnts ett begränsat antal lägenheter som studerats och det kan vara så att de brister som identifierats och iakttagits i dessa inte förekommer någon annanstans. Det finns dock inget som talar för att dessa skulle skilja sig från andra lägenheter och de resultat som framkommit kan därför utgöra en utgångspunkt till följande råd. Dessa råd kanske kan synas självklara och vara redan kända men resultaten styrker behovet och visar att detta inte uppfylls i helt tillfredsställande omfattning i de studerade bostäderna. Dessa kan även generellt ge ett bättre inneklimat. Detta är viktigt att beakta både vid uppförande av nya bostäder men även vid renovering av befintliga hus där moderna FTX system ska installeras.

Vädringsbehov som kan uppstå pga av brister bör kunna reduceras om följande beaktas under projekteringen och uppförandet av byggnaden:

- Säkerställ att ventilationsaggregatet och systemet inte orsakar besvärande buller i lägenheten.
- Säkerställ att ett bra termiskt klimat kan uppnås i lägenheten under vintertid; detta innefattar bland annat injustering av uppvärmnings- och ventilationssystemen.
- Säkerställ att ett bra termiskt klimat kan uppnås i lägenheten under varmare perioder av året; detta innefattar bl a erforderlig solavskärmning, att uteluften inte passerar värmeåtervinning så att dess temperatur höjs.
- Säkerställ att det finns tydliga och förståeliga instruktioner till de boende om uppvärmnings och ventilationssystemet, speciellt om dessa är lägenhetsplacerade, där avsedda driftsfall förklaras.
- Säkerställ att utformningen av installationssystemen för drift och skötsel är anpassad till lek-män om systemen ska skötas av dessa och vara lägenhetsplacerade.
- Säkerställ att uteluftsflödet är tillräckligt för den personbelastning som kan uppstå i sovrummen.

Till de boende

- Reducera i första hand värmeavgivningen från radiatorerna vid upplevelse av för varmt, dvs minska eller stäng av elementen med termostatventiler placerad på element.
- Använd den solavskärmning som finns vid behov.
- Läs och följ instruktionerna till ventilationssystemet hur detta ska styras om detta är lägenhetsplacerat och ska skötas av de boende. Följ även skötselinstruktionerna.

9 Driftsättning

Erfarenheter från många om- och nybyggnader av flerbostadshus visar att de ofta inte uppfyller förväntad energiprestanda. Främst är det brister inom installationssystemen, värme- och ventilationssystemen, men brister finns också i rutiner i förvaltning och avtal med driftentreprenörer. Ofta vet man inte förrän efter flera år att man ligger för högt i energianvändning.

Effektivare idrifttagning är ett fokusområde för BeBo, varför ett "paraplyprojekt" som sammanfattar erfarenheter från olika BeBo-projekt där idrifttagningsfrågan hanteras startats. Målet för paraplyprojektet är att identifiera och kartlägga problembilden såväl ur teknisk- som administrativt- och kompetenshänseende, samt att samla erfarenheter från BeBo-projekt och BeBo-medlemmarnas arbete.

Flagghusen ingår i detta paraplyprojekt tillsammans med HS2020 Energi i Hammarby Sjöstad, ett intervjuprojekt där BeBo-medlemmarnas erfarenheter av idrifttagningsprocess samlats ihop, ett antal Rekorderlig Renovering-projekt samt uppföljningsprojektet Bagartorpsringen.

Som komplement till i rapporten beskrivna mätresultat har samtal genomförs med tillgängliga personer med kunskap om driftsättningsprocessen i Flagghusen; fastighetsägare, bostadsrättsföreningsstyrelser och förvaltningsorganisation. Syftet med insatsen är att försöka fånga in om och/eller hur förvaltningen påverkat variationen i energianvändning under åren sedan drifttagning.

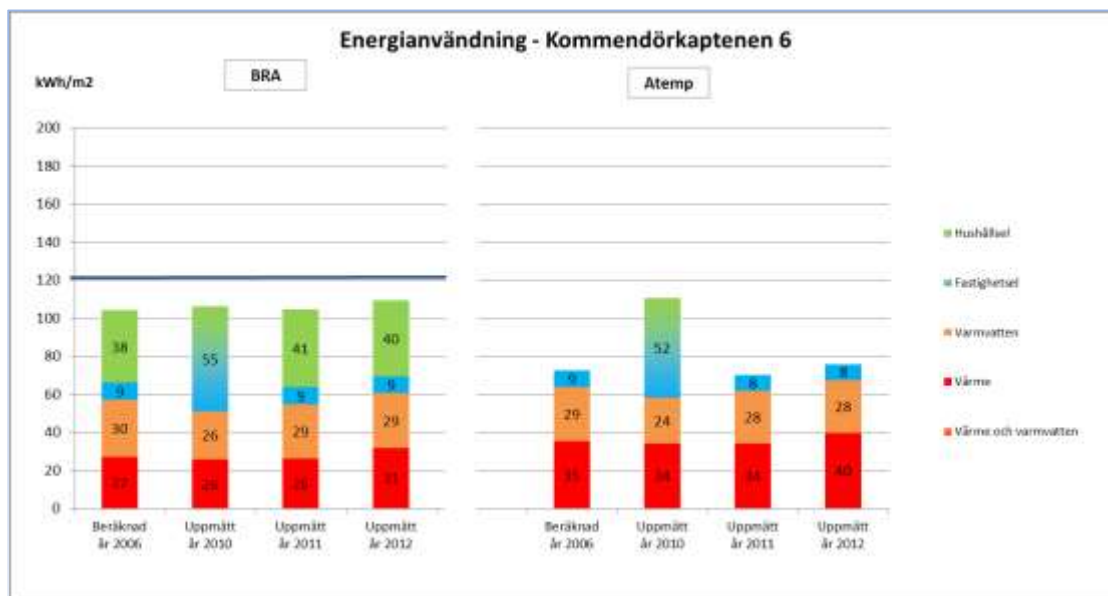
Kommendörkaptenen 6

Fastigheten består av en byggnad med underjordiskt garage. Garaget delas med fastigheten Kommendörkaptenen 7. Samtliga byggnader uppfördes med syfte att säljas som bostadsrätter, två huvudentreprenörer gick i konkurs under byggtiden innan projektet avslutades.

Byggnaden är idag en bostadsrättsförening, gemensam med byggnaden i Kommendörkaptenen 7. Fastighetsskötsel köps av förvaltningsföretag. Under projektets gång har entreprenörer varit inblandade för felsökning och injustering av värmesystem.

Vid en snabb överblick ser det ut som att byggnadens uppmätta energianvändning stämmer väl överens med beräknade värden, och kraven från 2006 uppfylls. Uppvärmningen till det gemensamma garaget bokförs dock på den andra fastigheten, och siffrorna är därför inte helt rättvisande.

Specifik energi relaterad till A_{temp} , enligt BBR 12 ligger betydligt under motsvarande krav på 110 kWh/m²,år.



Fastighetselstatistiken är ungefär en tredjedel av den på plats uppmätta och loggade fastighetselanvändningen. Statistiken inkluderar inte elanvändning till fläktar och värmebatteri i lägenhetsaggregaten, som mäts på hushållselstatistiken.

Inga uppenbara brister i konstruktioner kan konstateras i uppföljningen, men vissa brister i driften.

Lägenhetsaggregaten skall servas av de boende, föreningen köper in filter som delas ut 2 gånger per år. Driftinstruktioner till de boende har ej påträffats vid platsbesök, aggregaten har hemma/bortafunktion och manuell tillslagning av eftervärmningsbatteri. De boende som medverkat i projektet har generellt en grundläggande kunskap om systemen, men påtalar att de inte ändrar något speciellt i inställningarna. I vissa lägenheter har bortafunktionen varit tillslagen vid besök.

Uppmätta ventilationsflöden är betydligt över normkrav, mellan 0,5-0,7 l/s,m². Ventilationen ser ut att vara i obalans. Dock svårigheter i att mäta över aggregat respektive över don. Lägenhetsaggregaten har uppmätt höga SFP-tal.

Byggnaden uppfördes med utrustning för individuell mätning, med värmemängdsmätare för värme och varmvatten i varje lägenhet. Individuell debitering av värme avbröts under 2012 efter stora problem med variationer i kostnad för de boende. Detta problem har uppmärksammats av förvaltaren och injusteringsarbete pågår.

De boende upplevde även stora skillnader i möjligheten att påverka rumstemperaturen, påverkan av andel vägg mot utomhustemperatur respektive omgivande lägenheter upplevdes som stor. Den genomsnittliga inomhustemperaturen är 23 grader, varierar +/- 1 grad.

Varmvattenanvändning inklusive VVC-förluster är något lägre än beräknat. Returtemperaturen på VVCn är varierande och vid flera tillfällen betydligt under 50 grader.

Värmesystemet har flödesljudproblem i radiatorerna efter injustering. Problem som E.On påtalat till föreningen är att undercentralen kallar på värme trots att det är hög returtemperatur på fjärrvärmes. Problemet ligger förmodligen i styrutrustningen.

Byggnaden är utrustad med ett styrsystem, Kieback & Peter, och en styrdator som dock inte är uppkopplad. Föreningen har försökt få Kieback & Peter att koppla upp datorn, bland annat för att underlätta pågående felsökning, men utan framgång.

Enligt styrelsen skall börvärdet på temperaturen i garaget ha sänkts, men detta kan inte bekräftas med uppmätta temperaturer som ligger på 16-18 grader i trapphus och förråd, och 22 grader i garage. Inga förändringar i värmekurvor skall ha gjorts.

Fastighetselen är enligt kartläggningen betydligt högre än den i statistiken redovisade. Detta beror troligtvis på att lägenhetsaggregaten bokförs som hushållsel. Totalt fastighetsel inklusive ventilation blir ca 25 kWh/m². SFP-talen är generellt mkt höga, resterande elanvändare funderar effektivt.

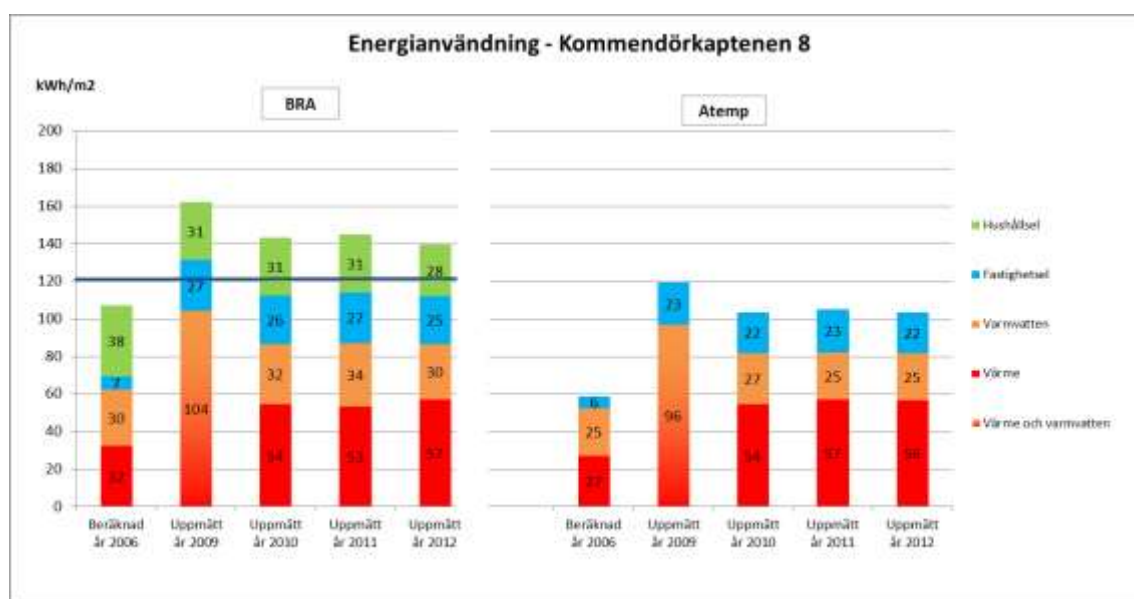
Kommendörkaptenen 8

Fastigheten består av en byggnad med underjordiskt garage. Byggnaden uppfördes av samma fastighetsägare som kontinuerlig förvaltar byggnaden som hyresfastighet.

Byggtreprenören gick i konkurs under byggtid, när stommen var monterad och ventilationskanaler dragna. Fastighetsägaren handlade upp samma underentreprenör för el och VS som byggtreprenören haft, men inte för ventilation. Detaljprojekteringen var enligt uppgift dåligt utförd och mycket fick lösas på plats.

Byggnadens uppmätta energianvändning avseende uppvärmning överstiger beräknade värden med nästan 40 %, ca 23 kWh/m²,år. Fastighetselen är nästan tre gånger så hög som beräknade värden. Energianvändningen är jämn mellan åren.

Specifik energi relaterad till A_{temp} , enligt BBR 12 ligger under motsvarande krav på 110 kWh/m²,år.



Fastighetselstatistik stämmer väl överens med den på plats uppmätta och loggade fastighetselanvändningen. Hushållselen innehåller inga större fastighetselposter, utöver golvvärmen.

Inga uppenbara brister i konstruktioner kan konstateras i uppföljningen, men vissa installationer skulle kunna fungera bättre.

Mätningarna visar att luftflödet över aggregatet stämmer väl överens med de projekterade värdena, och återvinningen är till och med något högre än förväntat. Aggregatet har en bypassfunktion sommartid som ser ut att fungera väl, kopplat till utomhustemperaturen. Elen till ventilationsaggregatet är betydligt högre än vad som förväntats.

Fastighetsägaren har sedan driftsättning sänkt värmekurvan. Kurvan sänktes med 5 grader, men höjdes därefter något efter klagomål från hyresgäster. Fastighetsägaren upplever att värmekostnaderna är fortsatt höga, speciellt i jämförelse med senare byggda projekt. Temperaturer i lägenheter är vad de ska vara, övervakas genom att studera temperaturen på frånluften i FTX. Denna övervakning visar inte på speciellt höga temperaturer, men det kan bero på att de boende till exempel vädrar och tar in svalare luft. Fastighetsägaren byggde även i nästa etapp i området, Fullriggaren. I detta projekt instal-

lerades temperaturgivare i lägenheterna, för bättre övervakning av levererad värme, efter erfarenheterna från Flagghusen.

Det finns enligt uppgift ett styr- och övervakningssystem, men detta är inte uppkopplat.

Varmvattenanvändningen är lägre än beräknat. Individuell mätning och uppskattad VVC stämmer väl överens med baslast i effektsignatur. Fastighetsägaren upplever att varmvattenanvändningen varierar mkt mellan hyresgäster.

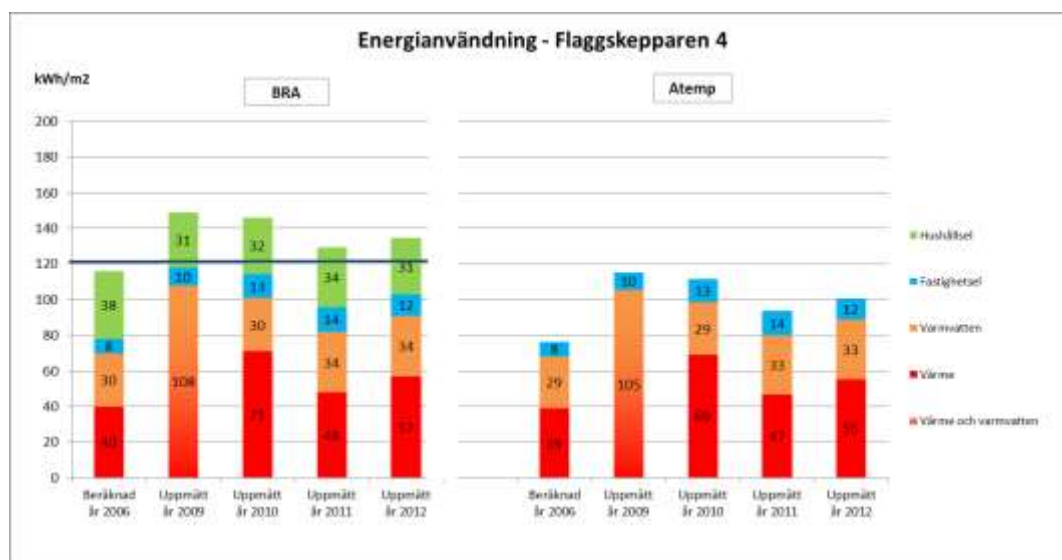
Fastighetsägaren har relativt bra koll på sin byggnad och verkar arbeta med kontinuerlig erfarenhetsåterföring från både bygg- och förvaltningsskede till den egna organisationen. Fastighetsägaren har tagit till sig resultaten från projektet och använt som underlag vid planering av service och underhåll, med den kontrakterade entreprenören.

Flaggskepparen 4

Fastigheten består av en byggnad med garageplatser i bottenplan. Byggnaden uppfördes av en entreprenör som gick i konkurs under byggtiden. Byggnaden har dragits med stora problem sedan färdigställande, hissar och golv har åtgärdats och byggnaden fungerar idag bra.

Byggnadens uppmätta energianvändning avseende uppvärmning överstiger beräknade värden i varierande grad över åren, 20-75 % eller 8-31 kWh/m²,år. Fastighetselen är mer än 50 % högre än beräknade värden. Energianvändningen är relativt jämn mellan åren i uppföljningen.

Specifik energi relaterad till A_{temp} , enligt BBR 12 ligger de senaste åren under motsvarande krav på 110 kWh/m²,år.



Statistiken bekräftas av uppmätta värden, de stämmer relativt väl överens. Loggad fastighetsel för mätperioden är i samma storlek som statistiken för de föregående åren, och statistiken verkar baseras på rätt användning. Hushållselen innehåller ingen fastighetsel utöver den elburna golvvärmen i badrummen.

Varmvattenanvändningens andel i statistiken är baserad på avlästa förbrukningsvärden. Om frånluftsvärmepumpen fungerar skall värmebehovet till tappvarmvattnet minska, vilket skulle synas på att fjärrvärmebehovet minskar.

Byggnaden är idag en bostadsrättsförening. Bostadsrättsföreningen har sedan färdigställande haft ett antal olika entreprenörer och företag avtalade för förvaltning och service, som i flera fall bytts ut efter missnöje från bostadsrättsförening. Nuvarande teknisk förvaltare valdes för ca 2 år sedan, en som hade ett högre pris än andra, men som gav ett proffsig intryck, och bostadsrättsföreningen är nöjd.

För service av värmeanläggningen har bostadsrättsföreningen nyligen avtalat en ny entreprenör, då de upplevt stora problem med den föregående. Bostadsrättsföreningen har under en längre tid känt till, att frånluftsvärmepump varit ur funktion, men de har inte kunnat nå entreprenören för att få problemet åtgärdat. Den nya entreprenören avhjälpte enligt bostadsrättsföreningens styrelse felet med värmepumpen med en enkel insats, under hösten 2013, varpå de därefter upphandlades för kontinuerlig service. Entreprenören skall komma dit 2 gånger per år och se till att allt fungerar.

Bostadsrättsföreningens styrelse har nyligen köpt en underhållsplan, efter rekommendation från den ekonomiska förvaltaren. Tidigare fanns ingen underhållsplan, och styrelsen är mkt nöjd med den de köpt. I denna påvisas många möjligheter till energibesparingar som flertalet av dem redan åtgärdats, bland annat att sänka värmekurvan. Företaget som levererade underhållsplanen var enligt styrelsen mkt pedagogisk och noga med att styrelsen faktiskt skulle förstå innebörden av underhållsplanen, som illustreras med foton av mätare i undercentralen med förklarande bildtexter.

Byggnaden ventileras med central frånluft, spaltventiler i öppningsbara föster för tilluft. Boende som medverkat i projektet berättar att de stängt ventilerna vintertid. I en nyligen utförd OVK underkändes resultatet i första omgången, men efter uppmaning till boende att öppna spaltventiler ventilationen godkänd.

Enligt bostadsrättsföreningens styrelse är det förberett för individuell mätning och debitering av varmvatten, men det finns ingen plan på att verkställa systemet.

Bostadsrättsföreningens styrelse har kontinuerligt varit nyfiken på och intresserad av resultaten, och de har under rapportens färdigställandetid tagit ett antal steg i att minska sin energiförbrukning. Motivationen till dessa åtgärder är dock främst ekonomiska, att minska föreningens kostnader, snarare än med ett fokus på energieffektivitet.

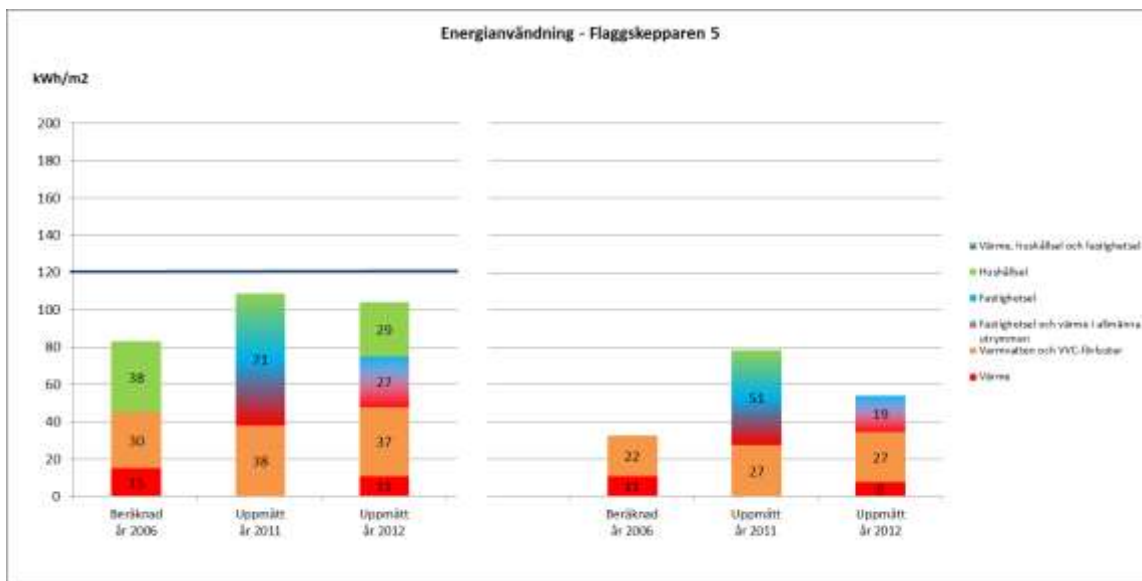
Företaget som utförde underhållsplanen ansåg enligt styrelsen att Energideklarationen bör uppdateras efter genomförda åtgärder, och att resultatet då borde vara betydligt bättre än nuvarande.

Flaggskepparen 5

Fastigheten består av två byggnader med ett stort underjordiskt garage. Byggnaden uppfördes som ett passivhus av en byggsystemleverantör som sedan dess gått i konkurs. Idag ägs byggnaden av HSB Sundsfastigheter som förvaltar byggnaden som hyresfastighet.

Fastigheten var inte med i föregående uppföljning då den inte varit i drift över två uppvärmningssäsonger vid tillfället.

En del problem med mätningarna har förelegat, men fastighetens uppmätta energianvändning avseende uppvärmning överstiger det beräknade värdet med ca 20 %. Varmvattenanvändningen är ca 25 % högre än beräknat. Hushållselen är något lägre. Fastighetsel och uppvärmning kan inte separeras. Ingen "övrig" fastighetsel fanns med i den ursprungliga beräkningen, om denna varit med hade beräknat värde troligtvis stämt bättre överens.



All el mäts på samma, det vill säga utan separat mätning för fastighetsel. I statistiken ingår således förutom hushållsel all fastighetsel inklusive el till fläktar och elbatteri i lägenhetsaggregat. Statistik och uppmätta värden divergerar mkt. Uppmätt fastighetsel för mätperioden 2013 överstiger kraftigt statistiska värden för 2011 och 2012.

Lägenhetsaggregaten servas årligen av entreprenör. Uppvärmningen sker med luftburen värme med eftervärmningsbatteri i ventilationsaggregaten. Boende skall själva slå till värme i aggregatet vintertid. Driftinstruktioner till boende har ej påträffats vid platsbesök. Driftpersonal kan inte svara på vilken maxtemperatur eftervärmningsbatteriet kan leverera. Det kan misstänkas att systemet underdimensionerats.

Boende som medverkat i projektet har generellt endast grundläggande kunskap om ventilations- och värmesystemet.

Byggnaden har konstaterade problem med temperaturer vintertid. Tidigare genomförd termografering visar köldbryggor i hörn, och HSB erbjuder boende kompletterande elradiatorer vintertid till boende som efterfrågar detta.

Den genomsnittliga inomhustemperaturen är 21,5 grader, med stor variation både över tid och mellan lägenheter. Större variation än i övriga byggnader. Vid låga utomhustemperaturer sjunker temperaturen tydligt i byggnaden, inomhustemperaturen följer utomhustemperaturen tydligt, vilket kan bero på att tillförd effekt vid låga temperaturer inte är tillräcklig. Om detta beror på att aggregaten inte kan leverera tillräcklig värme, eller att de boende måste vara mer aktiva i att ställa in aggregaten är okänt.

Varmvattenanvändning inklusive VVC-förluster är betydligt lägre än beräknat. Temperaturen på VVC-returen är många gånger under 50 grader. Flaggskepparen 5 har ett VVC-system utrustat med termostatstyrda injusteringsventiler. Dessa system ger ett variabelt VVC-flöde som ska ge lägre värmecirkulationsförluster. Då injusteringsventilerna sitter ute i anläggningen kan de inte reglera för den fortsatta värmeförlusten fram till undercentralen. Systemet med injusteringsventilerna ska utformas och ställas in så ett erforderligt VVC-flöde finns i hela kretsen under olika driftbetingelser. Utformningen av systemet kan vara förklaringen till att VVC-temperaturen pendlar.

Det är stor skillnad på sammanräknad varmvatten och VVC från undermätning jämfört med baslast sommartid i effektsignatur. Detta kan delvis bero på att tvättstuga och garage inte finns med i undermätning.

10 Slutsatser och rekommendationer

Att energifrågan uppmärksammas i alla skeden, av alla inblandade parter är mkt viktigt. Att ha fokus på energi är inte bara energisamordnarens uppgift, utan tänket måste sippra ut i hela organisationen. Det gäller både vid utformning av byggnad och installationssystem, under byggtid och inte minst vid idrifttagning och kontinuerlig drift.

Kunskapsnivån om energiberäkningar har ökat sedan 2006, men kvalitetssäkringen i processen kan fortfarande förbättras. Kvalitetskontroll är en viktig utvecklingsfråga när det gäller energiberäkningarnas tillförlitlighet. Energiberäkningarna i Flagghusen har inte uppdaterats enligt verkligheten, det är därför mkt svårt att följa upp och lokalisera enskilda anledningar till varför den uppmätta energianvändningen inte stämmer överens med den beräknade.

I studien har inga direkta felbyggen konstaterats, iaf inte i klimatskalen. Vissa lösningar kunde troligtvis projekterats bättre, med mindre köldbryggor t.ex, men det är inget som kan konstateras avgörande i studien.

Installationer däremot är något knepigare, och där har fler brister konstaterats, både sådana som borde hanterats redan i projekteringsstadiet, men övervägande sådana som har att göra med idriftsättning/kontinuerlig drift och övervakning samt underhåll att göra. Direkta brister som att återvinning inte fungerar, eller att värmesystemet underdimensionerats har också påträffats.

- Det är generellt sätt höga inomhustemperaturer i byggnaderna, det kan vara en önskan från de som bor där, eller en felinställning. Att även ytor som garage och förråd värms till höga temperaturer får antas bero på bristande övervakning eller bristande engagemang och förståelse för kopplingen mellan temperatur och räkning.
- Generellt sätt finns stor potential till injustering av system, både värmesystem och VVC-kretsar är inte injusterade och drar onödigt mkt energi.
- Golvvärme finns i stort sett i alla byggnader, vilket skall räknas som specifik energi (uppvärmning) men som i samtliga fall ligger på hushållselsmätare utan att mätas separat.
- IMD på värme är problematiskt.
- IMD på varmvatten är effektivt och de byggnader där varmvatten mäts separat är användningen förhållandevis låg, lägre än beräknat och lägre än schabloner. Dock finns en diskrepans mellan resultaten från undermätarna och värmeräkningen, bättre metoder behöver utvecklas för att säkerställa att det mäts rätt.
- Stor variation i ventilationsflöden, vilket Birgitta kommer tillbaka till. Speciellt i de byggnader där det är lägenhetsaggregat är variationen stor, många lägenheter är överventilerade och drar mkt el då flödena är högre än projekterat. I byggnaderna med centrala aggregat tenderar flödena att snarare ligga något under projekterade värden, behov av injustering för att tillgodose myndighetskrav.
- Fastighetselanvändningen är betydligt högre än beräknat. Det är viktigt att få med alla elanvändare i energiberäkningen, att se till att dessa är energieffektiva och att de fungerar som de ska. Stora användare förutom ventilationsaggregaten och pumpar har konstaterats i hissar och golvvärmeslingor i entréer.

Problem är svåra att hantera för bostadsrättsföreningar. Ingen av de två bostadsrättsföreningarna i studien har en kontinuitet i driften, de kommer i konflikt med upphandlade driftorganisationer och upplever att de inte får någon hjälp. Som lekmän har de dessutom en generellt dålig förståelse för vad som behöver göras.

En av byggnaderna byggdes för långsiktig förvaltning, där ägaren än idag är samma som byggherren. I detta fall finns en större kontinuitet i drifthistorien och möjlighet att koppla uppföljda värden till insatser i driften. Energianvändningen är hög även i denna byggnad, men fastighetsägaren uppger att byggnaden som byggdes efter Flagghuset, med erfarenheterna därifrån i ryggen "blev bättre".

Referenser

- Hansson A. & Nordquist B. 2010. *Uppföljning Flagghusen Energi och inneklimat Slutrapport*, WSP, Avd. för installationsteknik, Lunds tekniska högskola, in Swedish. 110 p.
- Wahl, Rapportering av Förstudie inför en utökad uppföljning av Flagghusen i Västra hamnen, Malmö, 2012.
- Energiprestandaanalys – avvikelse som kan härledas till brukare, verksamhet eller ökat kylbehov, Svebyprogrammet, Version 1.0, 2012-10-10
- Boverket, Regelsamling för byggande, BBR 2012
- Resultat från energiberäkningstävling för ett flerbostadshus, Svebyprogrammet, Projektrapport 2011-10-03
- Normalisering av byggnadens energianvändning – sammanfattad version, Svebyprogrammet, Projektrapport 2013-12-20
- Danebjer M. Ekström T. 2012. *Köldbryggor i lågenergihus, Byggnadssystemens inverkan på transmissionsförluster*. Avdelningen för installationsteknik, Institutionen för bygg- och miljöteknologi, Lunds Tekniska Högskola, Lunds Univesistet.
- Kravspecifikation för nollenergihus, passivhus och minienergihus – Bostäder, FEBY 12, 2012-09-27
- Brukarindata bostäder, Svebyprogrammet, Version 1.02 2012-10-10
- Boverket, 2009. *Enkätundersökning om boendes upplevda inomhusmiljö och ohälsa – resultat från projektet BETSI*. ISBN pdf:978-91-86342-45-6, Boverket, Karlskrona
- EMTF. 2013. *R1 – Riktlinjer för specifikation av inneklimatkrav..* EMTF Förlag AB, ISBN 978-91-976271-8-4
- Folkhälsomyndighetens allmänna råd om temperatur FoHMFS 2014:17 inomhus; Beslutad 2 januari 2014
- Folkhälsomyndighetens allmänna råd om ventilation; FoHMFS 2014:18. Beslutad 2 januari 2014
- Fransson V. Nordquist B. Lindberg O. 2014. Window-opening and indoor climate in new multi-family-dwellings – A questionnaire survey. *NSB 2014*, Lund. 8 p.
- Fransson V. Lindberg O. 2013. *Undersökning av inneklimat och vädring i nybyggda lägenheter*. Building Services, Building and Environmental Technology, Faculty of Engineering, Lund University, Lund. 205 p.
- Malmö Stad. 2009. *Miljöbyggprogram Syd*. Malmö and Lund city
- Nordquist B. 2002. *Ventilation and window opening i schools- Experiment and analysis*. PhD thesis. Lund University.
- Nordquist B, Persson K-J, Hansson A. 2010. People's experience of the indoor climate in wind exposed apartments. *5th International Symposium on Building and Ductwork Air-tightness*, October 21-22, 2010, Copenhagen/Lyngby, Denmark. 8 p.
- Nilsson, A, 2004, *Energianvändning i nybyggda flerbostadshus på Bo01-området i Malmö, andra utgåvan*, Rapport TVBH-3045, ISBN 91-88722-30-9, Avdelningen för byggnadsfysik, Lund
- Warfvinge. 2014. Metodik Miljöbyggnad 2.1, www.sgbc.se 2014-01-19

WHO. 2013. *IARC: Outdoor air pollution a leading environmental cause of cancer deaths*. http://www.iarc.fr/en/media-centre/iarcnews/pdf/pr221_E.pdf . World Health organization; International Center for Research on Cancer. 17th of Oct. 2013. downloaded 2013-12-04.

Appendix 6.1 Uppföljning Energianvändning 2009-2012

En generell avgränsning för projektet är att ingen ytterligare inventering av byggnaderna genomförts, utöver för de fyra i den fördjupade uppföljningen. För mer information om respektive byggnad, se rapport från 2010. Riktigheten i uppgifterna från 2010 har inte kontrollerats i detta projekt.

Metod

Målsättningen vid uppförandet av byggnaderna var att total energianvändning för värme, hushållsel och fastighetsel skulle understiga 120 kWh/m² och år (BRA ovan mark). Uppföljningen 2010 visade att endast en byggnad av 11 använde mindre energi än så, och samtliga byggnader visade på avvikelse mellan beräknat och uppmätt. För att kunna identifiera varför byggnaderna drar mer energi än beräknat har energianvändning avseende dessa parametrar samlats in.

Timvärden för fjärrvärme har erhållits från fjärrvärmeleverantören för fastigheterna i området för perioden 2010-2012. För de byggnader som undersöktes i samband med den förra rapporten redovisas även värden från 2009 baserat på uppmätta värden.

Uppmätta användning av hushållsel och fastighetsel har samlats in för samtliga byggnader. För fyra av fastigheterna¹ finns endast en elmätare per fastighet som mäter både hushållsel och fastighetsel. Dessa byggnader är utrustade med egen mätare för fjärravläsning av hushållsel, och redovisad hushållsel fås från dessa fjärravläsningar.

För de övriga byggnader där hushållselen enligt uppgift mäts separat, har det ändå inte varit möjligt att inom projektet säkerställa vilken faktisk användning som mäts till respektive hushållsel, verksamhetsel eller fastighetsel. Den statistik som erhållits förutsätts stämma, i redovisningen påtalas de fall då det kan antas att det är något som inte stämmer. En del byggnader innehåller butiker och restauranger och endast i de fallen med individuell mätning av hushållselen redovisas denna separat. I övriga fall kan denna ej särskiljas från hushållselen, och medräknas därför i hushållselen även då det egentligen klassas som verksamhetsel.

Elanvändningen för apparater i de gemensamma tvättstugorna bokförs med största sannolikhet som fastighetsel. Utöver för de fyra byggnaderna i den fördjupade studien har detta inte utretts. Det finns därmed en risk att fördelningen mellan hushållsel och fastighetsel inte är helt korrekt.

Enligt tidigare rapport för Flagghuset är uppvärmningen i en del lägenhetsaggregat kopplade till hushållselen, och därmed blir fördelningen mellan hushållsel och uppvärmning inte helt rättvisande. En del av hushållselen i dessa fall bör bokföras som uppvärmning. I de fall det finns kännedom om att så är fallet kommenteras detta i nedan presenterade värden.

Uppmätt fjärrvärmeanvändning har normalårskorrigerats med effektsignaturer och normaliserad klimatdata.

¹ Flaggskepparen 5, Kommendörkaptenen 5, Kommendörkaptenen 6 och Kommendörkaptenen 9

Effektsignaturen ger ett linjärt samband tas för hur byggnaden använder sig av värme beroende av utetemperaturen. Den lutande delen på kurvan beskrivs med räta linjens ekvation, $y = kx + m$, och består dels av värme för uppvärmning av byggnaden och dels av uppvärmning av varmvatten där y är effektbehovet som funktion av utetemperaturen (x). Då utetemperaturen överskrider en viss temperatur upphör uppvärmningsbehovet och byggnaden övergår till att bara använda värme för varmvatten. Detta visas i grafen genom att kurvan planar ut, effektbehovet blir konstant.

För att beräkna byggnadernas värmebehov under ett normalår, för jämförelse med det beräknade värmebehovet, används ekvationen som tagits fram för respektive kurva. För att beräkna effektbehovet under ett normalår så sätts temperaturen (x) för ett normalår in i ekvationen. Från effektbehovet beräknas energibehovet utifrån de timmar under året där utetemperaturen underskrider balanstemperaturen. De timmar då utetemperaturen överskrider balanstemperaturen, d.v.s. den plana delen, motsvarar varmvattenanvändning och normalårskorrigeras därför inte.

Normalårskorrigerings med hjälp av effektsignatur valdes då det tidigare använts vid bland annat uppföljningen av Bo01-området och ger en mer verklig normalårskorrigerings än vad andra metoder ger, som t ex graddagsmetoden.

Arean över vilken energianvändningen skall fördelas skiljer mellan dåvarande- och dagens krav. I *Det goda samtalet* ställdes kravet på energianvändning per BRA ovan mark, idag används areabegreppet A_{temp} .

BRA, Bruksarea är ett standardiserat areabegrepp², som används vid planering, projektering och i förvaltning (hyressättning, taxering, statistisk bearbetning etc). BRA avser mätvärd yta begränsad av omslutande byggnadsdelars insida. Area som upptas av innerväggar och schakt > 0,30 m medräknas ej. A_{temp} är ett begrepp utformat av Boverket³, som används i energiberäkningar. Definitionen av A_{temp} är arean av samtliga våningsplan för temperaturreglerade utrymmen, avsedda att värmas till mer än 10 °C, som begränsas av klimatskärmens insida. Area som upptas av innerväggar, öppningar för trappa, schakt och dylikt inräknas. Area för garage, inom byggnaden i bostadshus eller annan lokalbyggnad än garage, inräknas inte.

Skillnaden mellan ytorna i detta fall utgörs av ytor under mark, samt eventuella tjockare innerväggar och schakt. Den area som angetts vid tidigare energiberäkningar, d.v.s. BRA, har inte kontrollerats utan förutsätts stämma. För att uppföljningen skall kunna relateras till dagens energikrav har A_{temp} för samtliga byggnader mätts upp, baserat på tillgängligt ritningsunderlag. I de fyra byggnaderna i den fördjupade studien har den aktiva uppvärmningen av utrymmen utanför bostadsytor kontrollerats på plats, för att bekräfta om de skall räknas till A_{temp} eller inte.

I Flaggskepparen 5, som även ingår i den fördjupade studien, sker uppvärmning med luftburen värme. Lägenheternas huvudsakliga värmetillförsel sker med hjälp av värmeväxlaren i lägenhetsaggregaten, samt ett eftervärmningsbatteri som slås på manuellt vid behov. Lägenheterna har även elburen golvvärme i badrum. Tappvarmvatten och värme till tvättmaskiner värms med fjärrvärme. För att kunna göra en fördelning mellan tappvarmvatten, uppvärmning, fastighetsel och hushållsel har statistisk elanvändning normalårskorrigerats med effektsignaturerna och jämförts med uppmätt hushållsel från fjärvärläsning med minolmätare. Tappvarmvattnet och VVC-förluster utgörs av total fjärrvärmeanvändning. Elanvändningen som mäts med Minolmätarna går till hushållsel, fastighetsel, fläktel och uppvärmning i lägenhetsaggregaten. För att kvantifiera hur stor del av elanvändningen

² Svensk Standard SS 21054:2009, Area och volym för husbyggnader – Terminologi och mätregler

³ Infördes i och med BBR 12, 2006.

som är hushållsel, fastighetsel eller uppvärmning i aggregatet studeras elanvändningen i lägenheterna under sommaren. Under denna period är uppmätt elanvändning endast hushållsel och el till fläktar. Hushållselen varierar normalt över året, där hushållselen normalt är 30 % lägre under sommaren än resten av året enligt SVEBY. Uppmätt hushållsel korrigeras därför med en faktor 1,43 ($=1/0,7$). Den totala elanvändningen för byggnaden minus uppmätt elanvändning i lägenheterna (inkl. el till aggregaten) utgör fastighetsel och en viss uppvärmning av garage och tvättstugor.

Inom *Det goda samtalet* fastslogs att byggnader med uppvärmda ytor under mark skulle hanteras med ett generellt avdrag om $10 \text{ kWh/m}^2_{\text{BRA}}, \text{år}$ på energianvändningen. För att kunna jämföra beräknad energianvändning enligt tidigare areadefinition med uppmätta värden görs motsvarande avdrag på 10 kWh/m^2 och år på den uppmätta energianvändningen i redovisningen per BRA. Vid redovisning per A_{temp} görs dock inte detta avdrag då uppvärmning av garage ingår i specifik energianvändning.

I redovisningen av uppmätt energianvändning är det önskvärt att kartlägga hur stor del som går till uppvärmning av byggnaden respektive tappvarmvatten, för att veta om den ökade energianvändningen beror på brukaren eller byggnaden. Varmvattenanvändningen mäts endast i några fåtal byggnader i området, uppmätta värden har samlats in för tre av dessa byggnader. För att uppskatta andelen energi för uppvärmning av varmvatten och VVC-förluster i de övriga byggnaderna har tillförd effekt under sommaren, då byggnadens inte har något uppvärmningsbehov studerats. Energiförbehovet sommartid består av uppvärmning av varmvatten och VVC, och baserat på detta har energianvändningen för hela året kunnat uppskattas.

Energi för uppvärmning av varmvatten beror på använd volym, varmvattnets temperatur och inkommande kallvattnets temperatur. Det inkommande kallvattnets temperatur varierar normalt över året, och dess variation beror på var vattnet tas ifrån och skiljer mellan olika orter. Kallvattens inkommande temperatur har mätts av VA Syd i en av fastigheterna i Flagghuset under undersökt period. Varmvattenanvändningen kan även antas variera över året, med högre tappvarmvattenanvändning på vintern än sommaren. Dessa två faktorer samverkar och ger att energianvändningen för uppvärmning av tappvarmvatten på sommaren är betydligt lägre än för resterande delen av året. Temperaturen till vilken kallvattnet värms antas till 55 grader.

Ökad varmvattenanvändning och lägre temperatur för inkommande kallvatten, ökar energianvändningen för varmvatten under vintern jämfört med sommaren. För kvantifiera detta beräknas månadsvisa viktningsfaktorer som beskriver hur mycket energi som går till uppvärmning av varmvatten för respektive månad m.h.t. kallvattnets temperatur och varmvattenanvändning, jämfört med medelvärdet över året. Dessa viktningsfaktorer beräknad enligt följande, där (i) är undersökt månad.

$$\text{Viktningsfaktor } VV_{\text{energi (i)}} = \frac{VV_{\text{flöde(i)}}}{VV_{\text{flöde (årsmedelvärde per månad)}}} * \frac{(55^\circ\text{C} - KV_{\text{temp(i)}})}{(55^\circ\text{C} - KV_{\text{temp(år)}})}$$

Viktningsfaktorn för varje månad redovisas i Tabell 1:

Tabell 1. Fördelning av varmvattenflöde, inkommande kallvattens temperatur och beräknade viktningsfaktorer för energianvändning till varmvatten per månad.

Månad	Fördelning av varmvattenanvändning ⁴	Temperatur för inkommande kallvatten ⁵	Viktningsfaktor energi för varmvatten
Januari	1,13	8,1	1,21
Februari	1,16	6,9	1,28
Mars	1,13	7	1,24
April	1,09	8,5	1,16
Maj	0,89	10,7	0,90
Juni	0,84	13	0,81
Juli	0,71	14,9	0,65
Augusti	0,74	16	0,66
September	0,94	16,1	0,84
Oktober	1,09	15,1	1,00
November	1,13	13,2	1,08
December	1,15	11,1	1,16
Medel	1	11,7	1,0

VVC-förlusterna anses vara i stort sett konstanta över året eftersom VVC-kretsen huvudsakligen är förlagda i tempererade utrymmen. Den delen som utgörs av VVC-förluster skall därmed inte korrigeras över året.

Energi för uppvärmning av varmvatten är under juni-augusti är ca 71 % av den genomsnittliga energin för uppvärmning av tappvarmvatten under året. Energianvändningen ur effektsignaturen skall därför höjas med en faktor 1,41 ($=1/0,71$) för att motsvara hela årets användning av tappvarmvatten.

Nedan följer redovisning per fastighet samt en kort analys av resultatet. Avsnittet avslutas med en sammanfattande tabell för hela området.

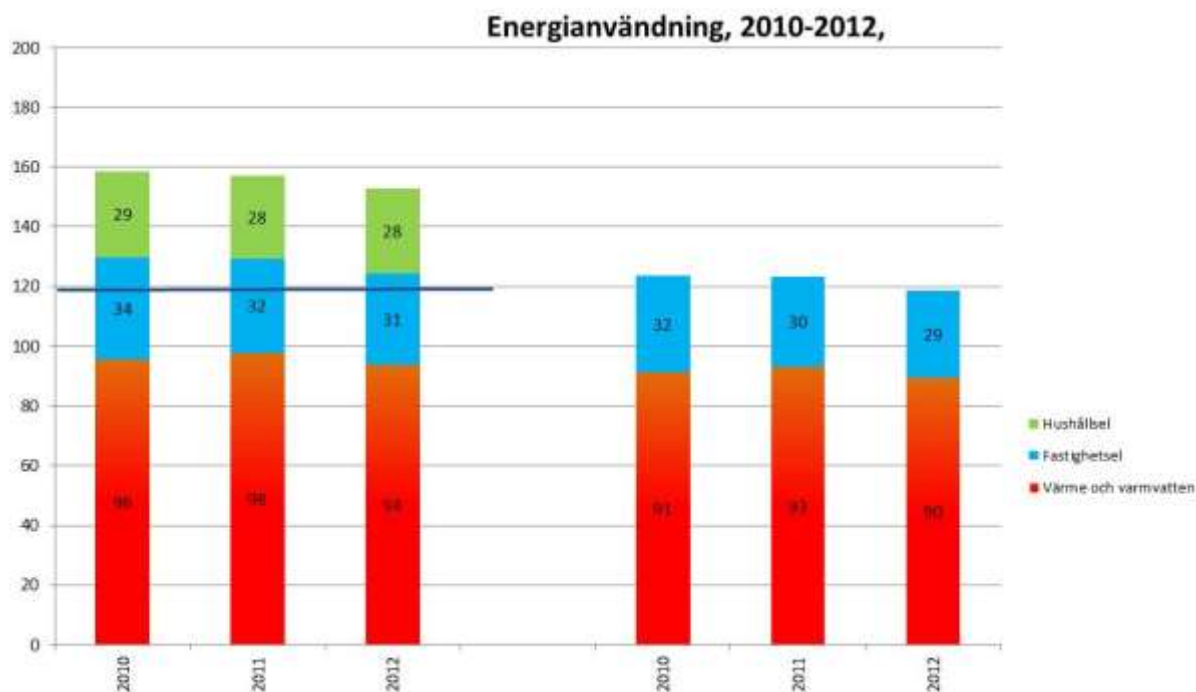
Energianvändningen visualiseras med två typer av diagram: energianvändning per år och kvadratmeter (BRA och A_{temp}) samt i effektsignaturer. I redovisningen per A_{temp} exkluderas hushållselen då denna inte ingår i krav för specifik energianvändning.

⁴ Aronsson Stefan Fjärrvärmekunders värme- och effektbehov Institutionen för installationsteknik, dokument D35:1996, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg, refererat till i FEBY 12.

⁵ Uppmätt av VA-Syd i fastighet i området.

Hela området

Energianvändningen totalt sett för hela området är ca 30 % högre än det då rådande kravet, se Figur 1. Här redovisas total energianvändning för hela området fördelat på total BRA och A_{temp} . Uppvärmningsbehovet och fastighetselen är generellt högre än beräknat, hushållselen är generellt lägre.



Figur 1. Energianvändning per BRA respektive A_{temp} för samtliga fastigheter.

Varje enskild byggnad analyseras med hjälp av effektsignaturer och fördelning av värme, tappvarmvatten, fastighetsel och hushållsel. I Tabell 2 redovisas hur respektive energipost varierar jämfört med beräknat värde. Rött anger om kraven överskrider beräknat värde, grönt om de underskrider beräknat värde.

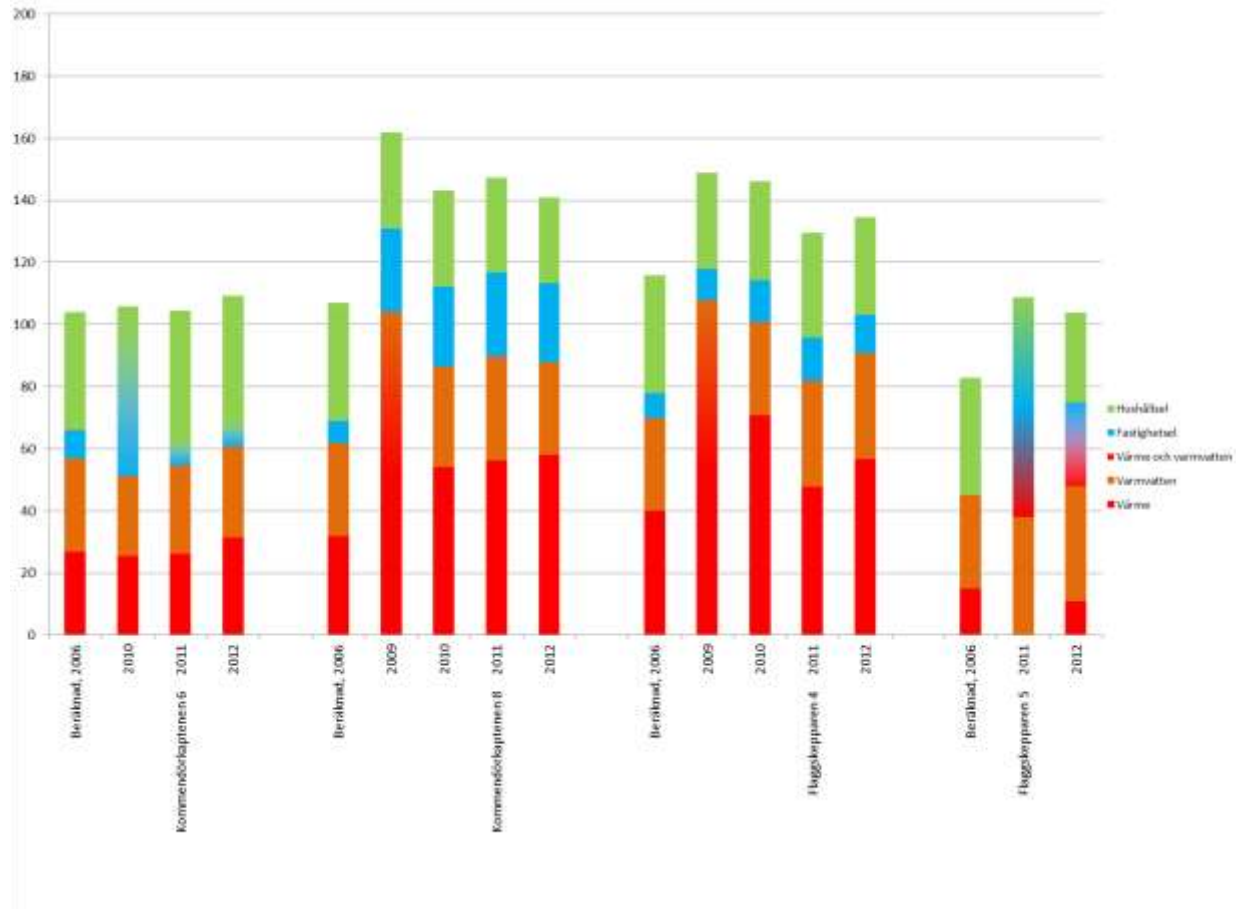
Tabell 2. Uppmätt energianvändning jämfört med beräknat värde för värme, fastighetsel, hushållsel och total energianvändning, fördelat på A_{temp} . Rött – uppmätt värde överstiger beräknat värde, grönt – uppmätt värde underskrider beräknat värde.

	Värme kWh/m ² år	Fastighetsel kWh/m ² år	Hushållsel kWh/m ² år	Totalt kWh/m ² år
Kommendörkaptenen 1 & 10	+36	+11	-9	+39
Kommendörkaptenen 2	+61	+9	+9	+78
Kommendörkaptenen 3	+35	+3	-8	+30
Kommendörkaptenen 4	+30	+12	-8	+34
Kommendörkaptenen 5	+6	-5	-3	-3
Kommendörkaptenen 6	-1	+0	+2	+3
Kommendörkaptenen 7	+13	+9	+7	+29
Kommendörkaptenen 8	+30	+19	-8	+41
Kommendörkaptenen 9	+53	+35	-2	+85
Flaggskepparen 1	+46	+15	-5	+56
Flaggskepparen 2	-4	+16	-3	+9
Flaggskepparen 4	+25	+4	-6	+24
Flaggskepparen 5	+12	+30	-3	+39
Flaggskepparen 6	+30	+18	-11	+37
Flaggskepparen 7	+6	+8	-3	+10
Medel	+25	+12	-4	+34

Tabellen visar att uppmätta värden överskrider beräknade värden för värme och fastighetselen, och att hushållselen är lägre än beräknat i de flesta fall. Totalt sett är det endast Kommendörkaptenen 6 och Flaggskepparen 6 som överskrider beräknat värde med mindre 10 kWh/m² och år.

Nedan redovisas energianvändningen för hela området per byggnad uppdelat i två diagram. Det första visar energianvändningen för alla byggnader som inte ingår i den fördjupade studien, och det andra diagrammet visar energianvändning för de byggnader som ingår i den fördjupade studien.

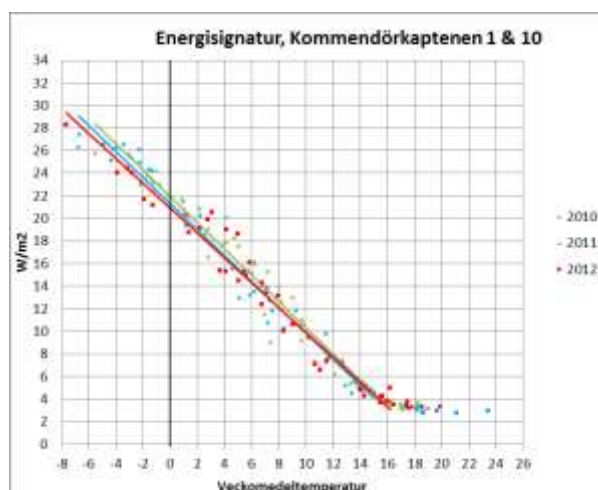
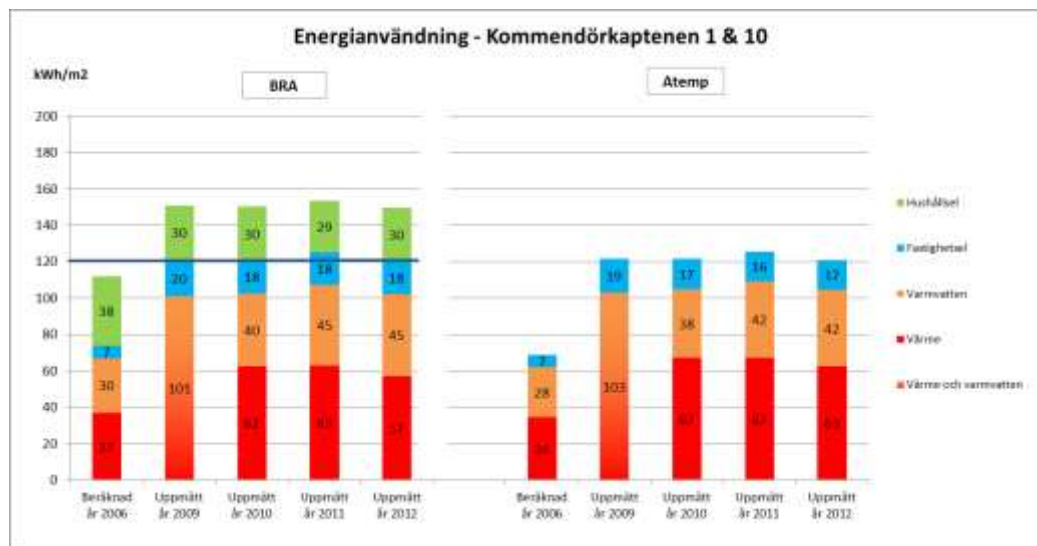
Energianvändning, 2009-2012, per BRA, fördjupade byggnader



Energianvändning per byggnad

1.1 Kommendörkapten 1 & 10

Atemp	Ventilation	Individuell varmvattenmätning	Garage
8471 m ²	Central FTX (ett par trapphus)	Enbart i egenvärme- huset (11 lgh)	Ja

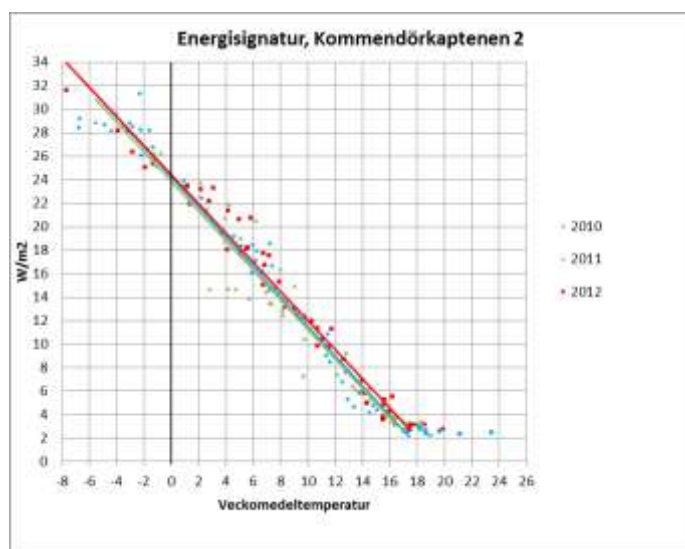
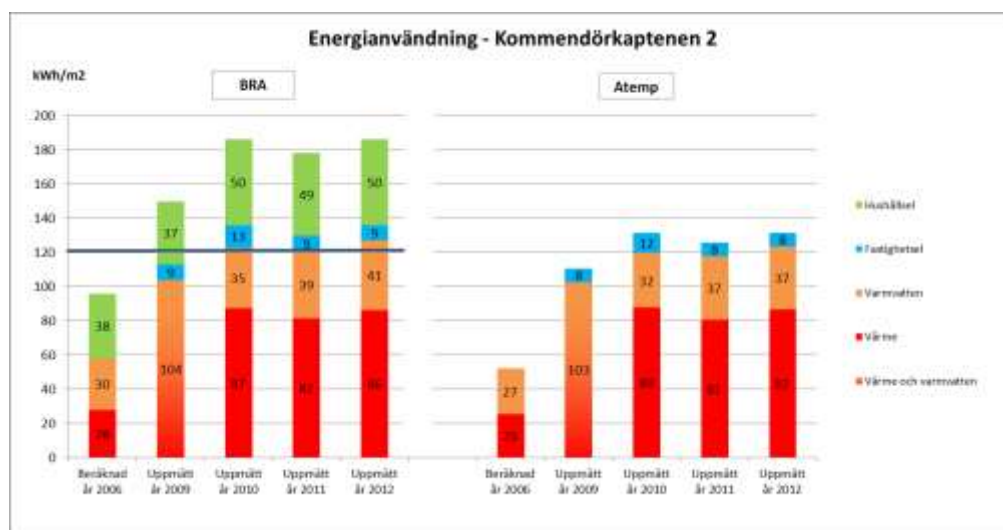


Byggnadens uppmätta energianvändning avseende uppvärmning, tappvarmvatten och fastighetsel överstiger beräknade värden. Hushållselen är mindre än antagit värde. Total energianvändning överstiger beräknade värden med ca 35 % räknat per BRA. Kraven från 2006 uppfylls inte.

Förändring av energianvändning varierar mycket lite mellan åren. Detta tyder på att det inte har skett några förändringar i uppvärmningssystemet eller i övriga installationer som påverkar energianvändningen. Effektsignaturen visar att byggnadens uppvärmningsbehov är mycket konstant över åren.

1.2 Kommendörkaptenen 2

Atemp	Ventilation	Individuell varmvattenmätning	Garage
2291 m ²	FTX per lägenhet	Nej	Ja

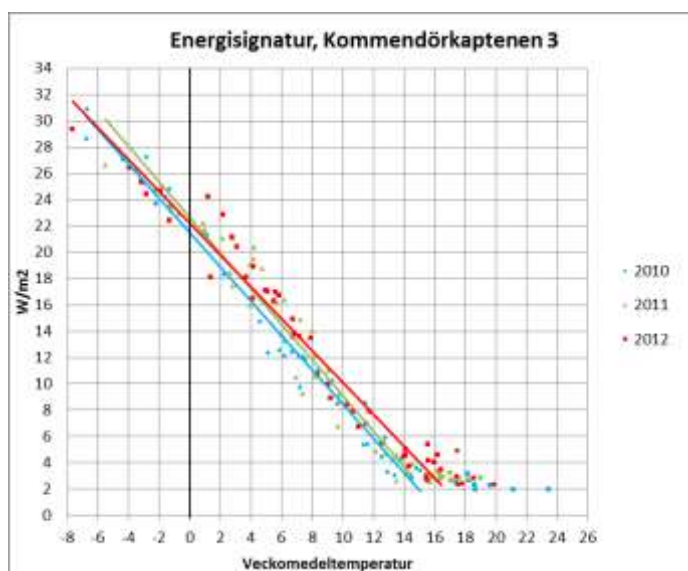
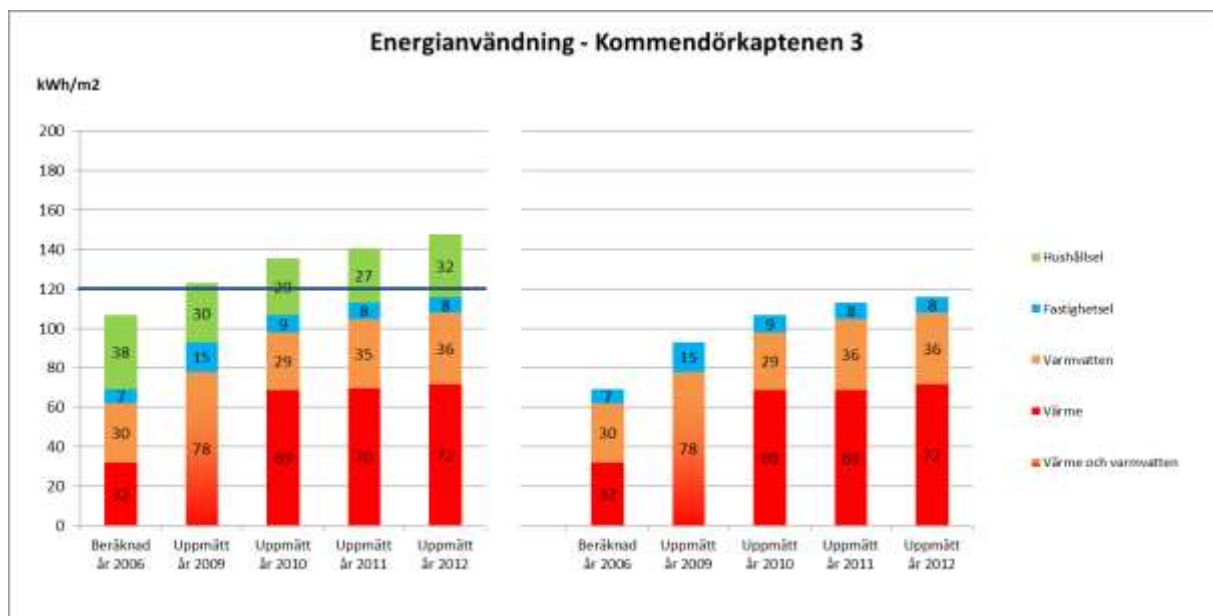


Byggnadens uppmätta energianvändning avseende uppvärmning och tappvarmvatten överstiger beräknade värden. Ingen fastighetsel hade beräknats i den ursprungliga beräkningen. Hushållselen är högre än antagit värde. Total energianvändning överstiger beräknade värden med ca 85 % räknat per BRA. Kraven från 2006 uppfylls inte.

Förändring av energianvändning mellan åren varierar mycket lite mellan 2010-2012. Detta tyder på att det inte har skett några förändringar i uppvärmningssystemet eller övriga parameterar som påverkar energianvändningen. Effektsignaturen visar att byggnadens uppvärmningsbehov är mycket konstant mellan åren.

1.3 Kommendörkaptenen 3

Atemp	Ventilation	Individuell varmvattenmätning	Garage
941 m ²	FTX per lägenhet	Ja, dock oklart om det används.	Nej

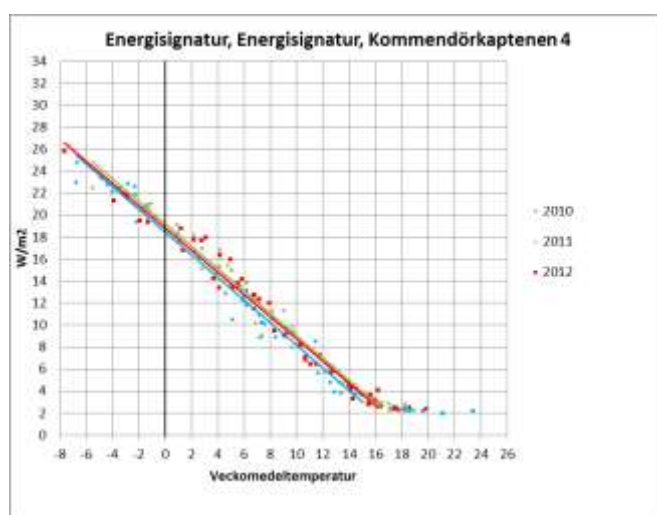
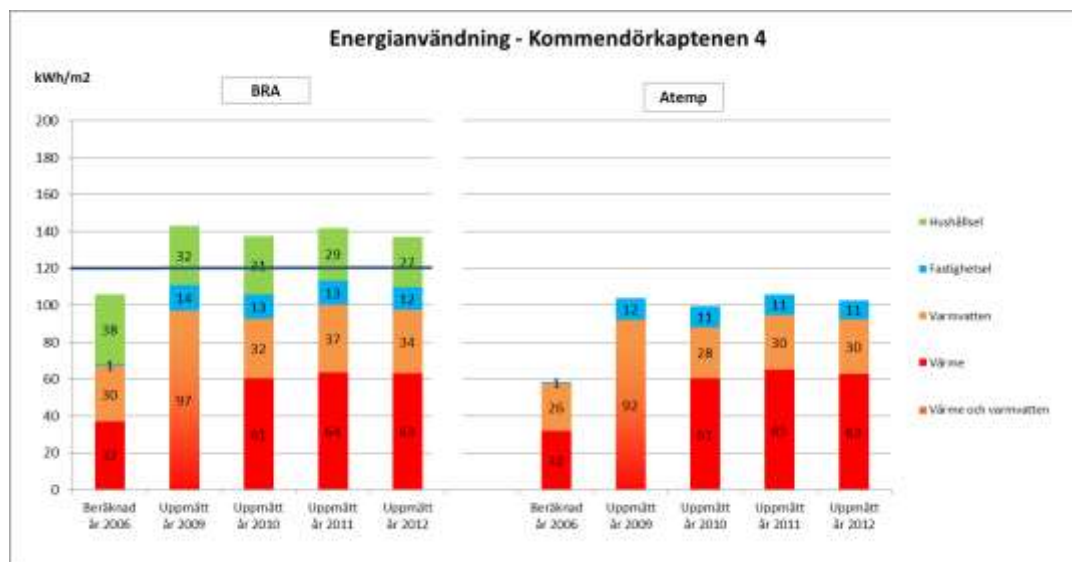


Byggnadens uppmätta energianvändning avseende uppvärmning överstiger beräknade värden. Uppmätt fastighetsel stämmer väl överrens med beräknade värden och hushållselen understiger antaget värde. Total energianvändning överstiger beräknade värden med ca 28 % räknat per BRA. Kraven från 2006 uppfylls inte.

Energianvändning ökar för varje år avseende uppvärmning och tappvarmvatten. Vad detta beror på är oklart. Effektsignaturen visar att byggnadens uppvärmningsbehov är relativt jämt mellan åren.

1.4 Kommendörkaptenen 4

Atemp	Ventilation	Individuell varmvattenmätning	Garage
3526 m ²	F-ventilation	Nej, men finns förbe- rett.	Ja

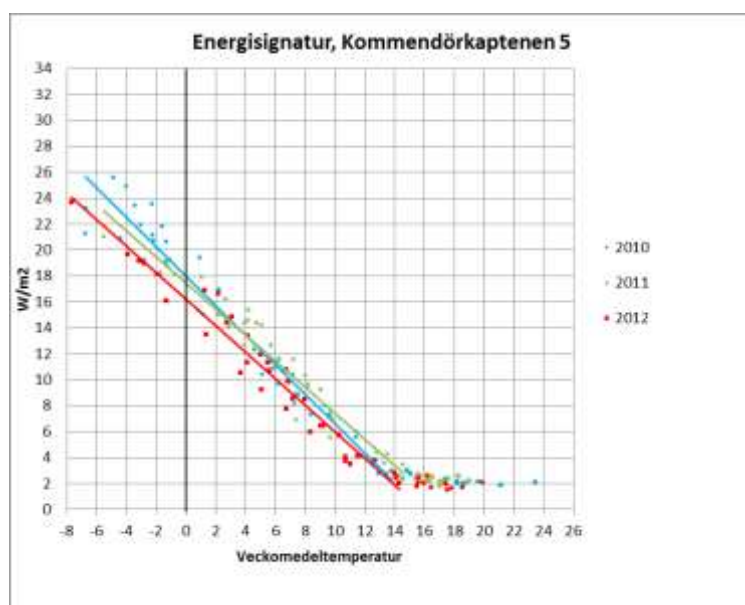
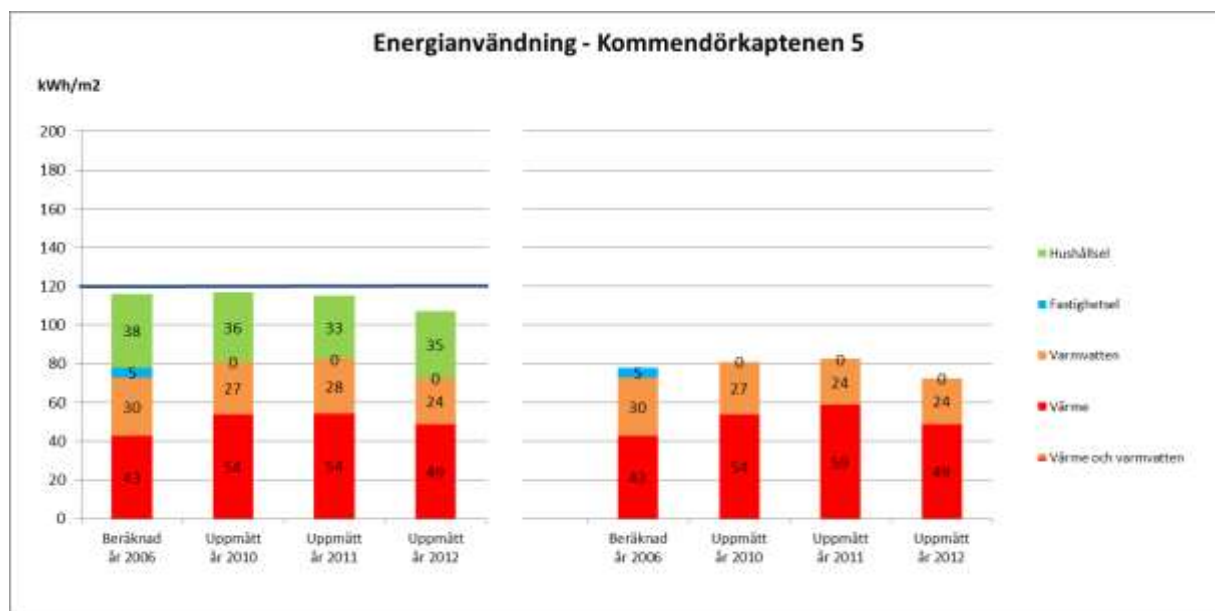


Byggnadens uppmätta energianvändning för uppvärmning överstiger beräknade värden betydligt. Beräknad fastighetsel var endast 1 kWh/m² och år och överskids. Fastighetselanvändning är konstant mellan åren. Hushållselen är lägre än beräknat.

Total energianvändning överstiger beräknade värden med ca 32 % räknat per BRA. Kraven från 2006 uppfylls inte. Energianvändning för samtliga delar är relativt jämn mellan åren.

1.5 Kommendörkaptenen 5

Atemp	Ventilation	Individuell varmvattenmätning	Garage
2013 m2	FTX per lägenhet	Ja	Ja

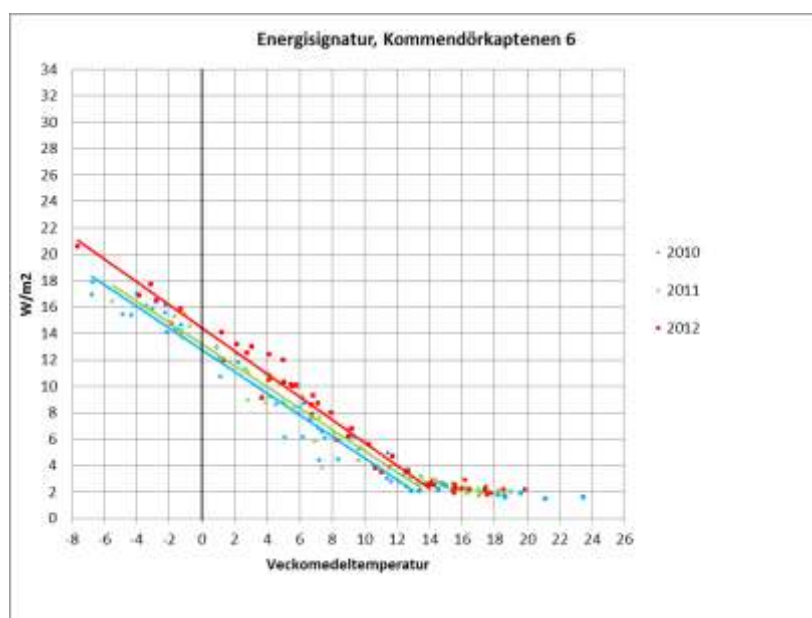
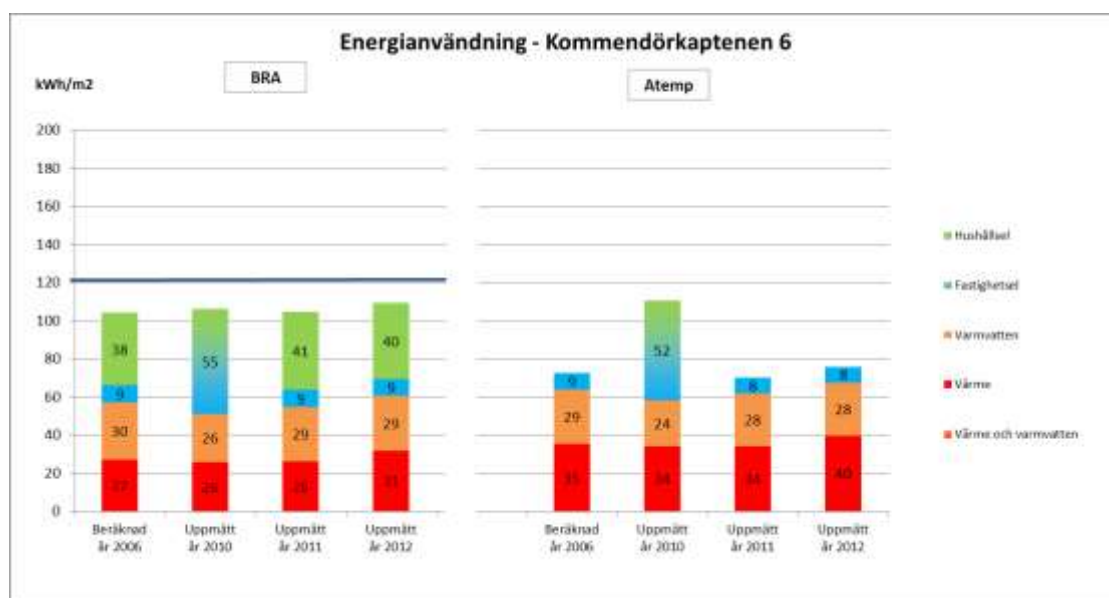


Det saknas uppmätt fastighetsel för byggnaden. Redovisad hushållsel är för elanvändning i lägenheterna. Byggnadens uppmätta energianvändning avseende uppvärmning är ca 10 kWh/m² och är högre än beräknat värde. Uppmätt energianvändning för varmvatten, VVC-förluster och hushållsel stämmer väl överrens med beräknade värden.

Total energianvändning kan ej fastställas då fastighetselen saknas. Det är oklart om kraven från 2006 uppfylls. Energianvändningen för uppvärmning sjunker något under 2012, men övrig energianvändning är jämt mellan åren.

1.6 Kommendörkaptenen 6

Atemp	Ventilation	Individuell varmvattenmätning	Garage
2512 m2	FTX	Ja	Ja



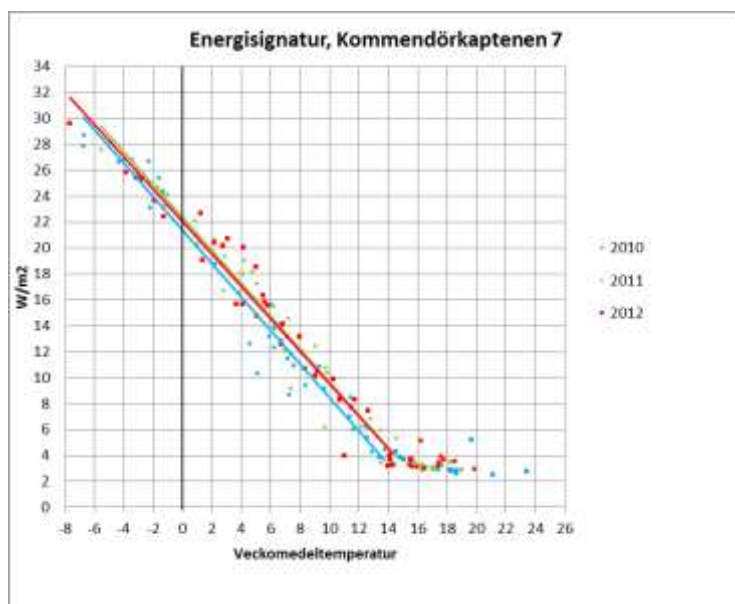
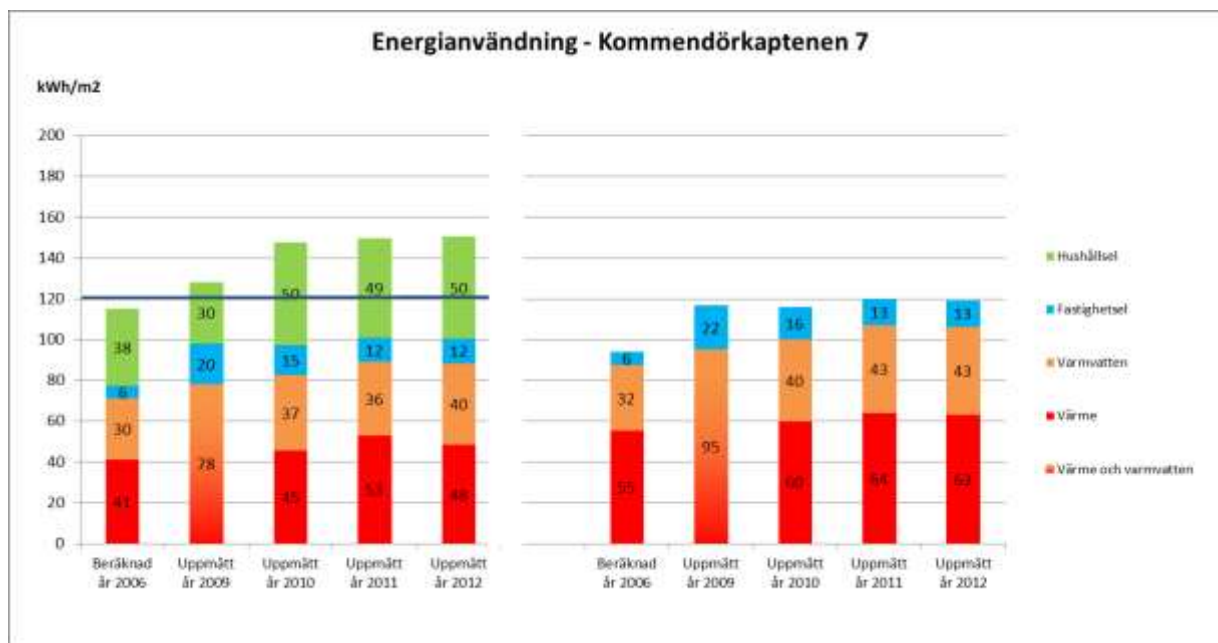
Byggnadens uppmätta energianvändning för värme, varmvatten, fastighetsel och hushållsel stämmer väl överrens med beräknade värden.

Kraven från 2006 uppfylls. Energianvändning är relativt jämn mellan åren.

Denna byggnad väljs som en av de fyra som hanteras i den fördjupade studien.

1.7 Kommendörkaptenen 7

Atemp	Ventilation	Individuell varmvattenmätning	Garage
6618 m ²	FTX	Finns men ej inkopplad	Ja

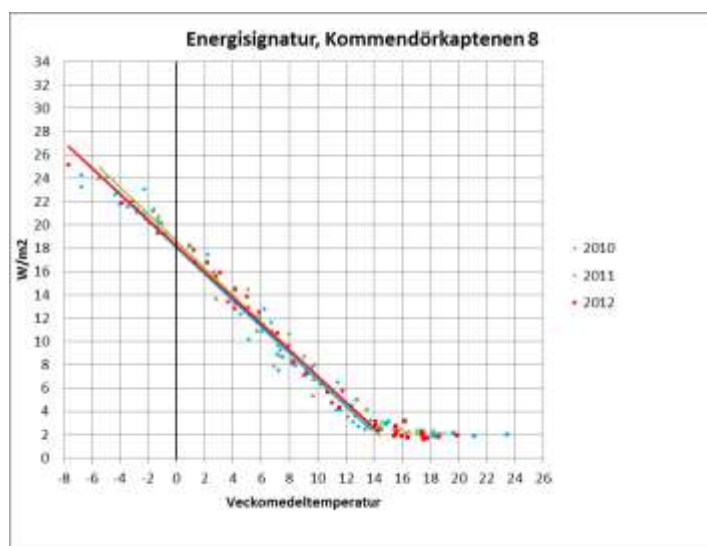
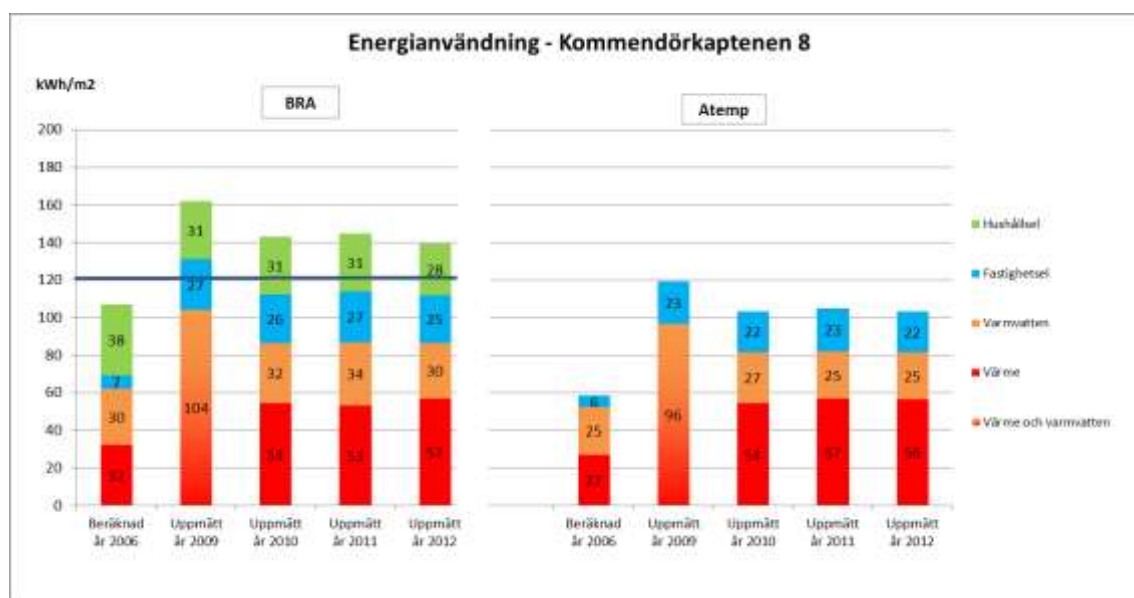


Byggnadens uppmätta energianvändning avseende uppvärmning överstiger beräknade värden med ca 8 kWh/m² och år. Uppmätt fastighetsel och hushållsel är högre än beräknat.

Total energianvändning överstiger beräknade värden med ca 25 % räknat per BRA. Kraven från 2006 uppfylls inte. Energianvändning är jämn mellan åren.

1.8 Kommendörkaptenen 8

Atemp	Ventilation	Individuell varmvattenmätning	Garage
1851 m ²	FTX, centralt aggregat i källare	Ja	Ja



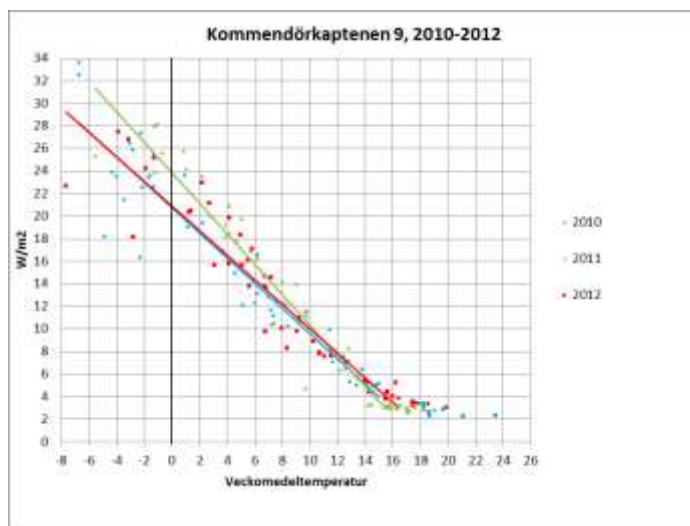
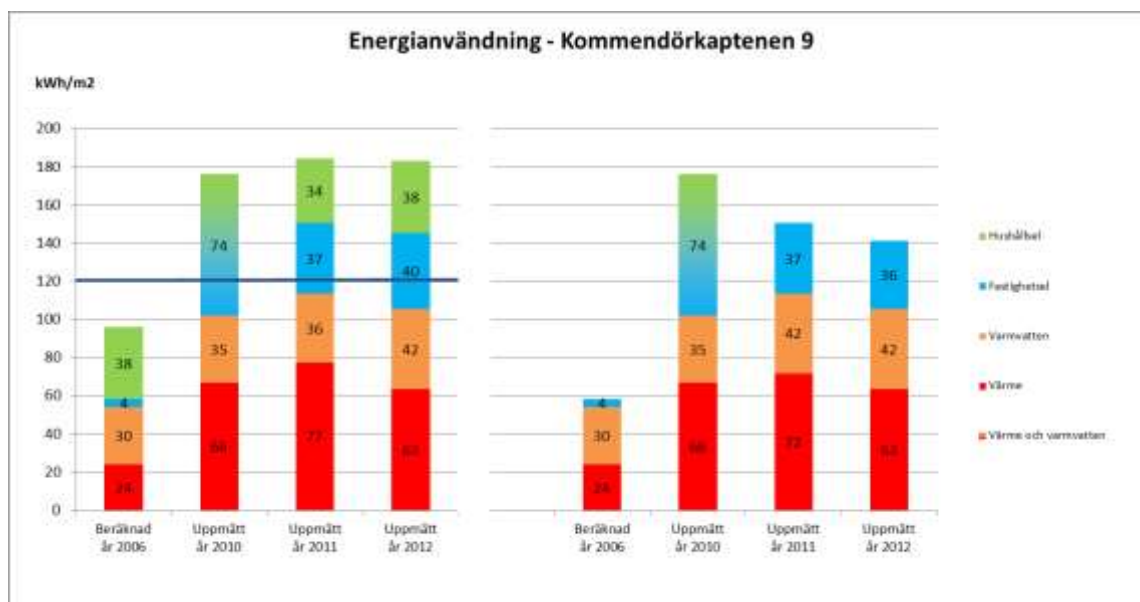
Byggnadens uppmätta energianvändning avseende uppvärmning överstiger beräknade värden med ca 23 kWh/m² och år. Uppmätt fastighetsel är högre än beräknat och hushållsel är lägre än beräknat.

Total energianvändning överstiger beräknade värden med ca 38 % räknat per BRA. Kraven från 2006 uppfylls inte. Energianvändning är mycket jämn mellan åren.

Denna byggnad väljs som en av de fyra som hanteras i den fördjupade studien.

1.9 Kommendörkaptenen 9

Atemp	Ventilation	Individuell varmvattenmätning	Garage
2808 m ²	FTX i lägenheter	Ja	Ja

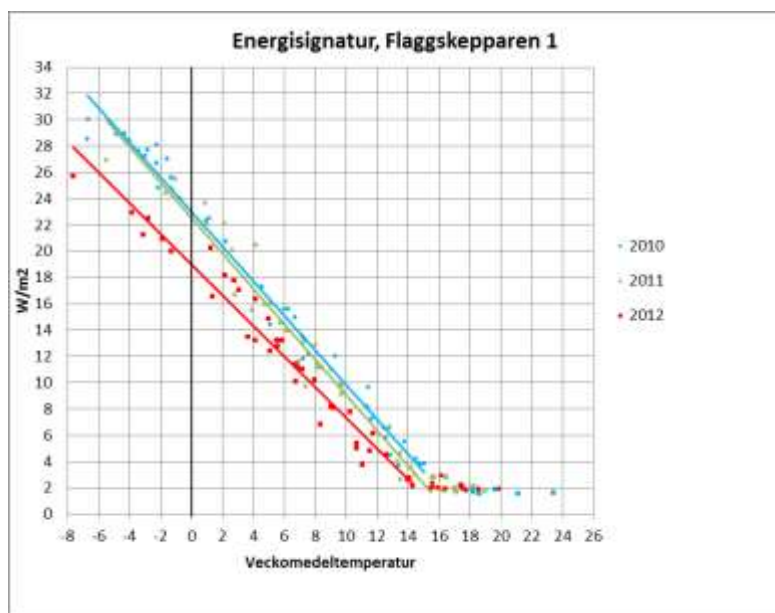
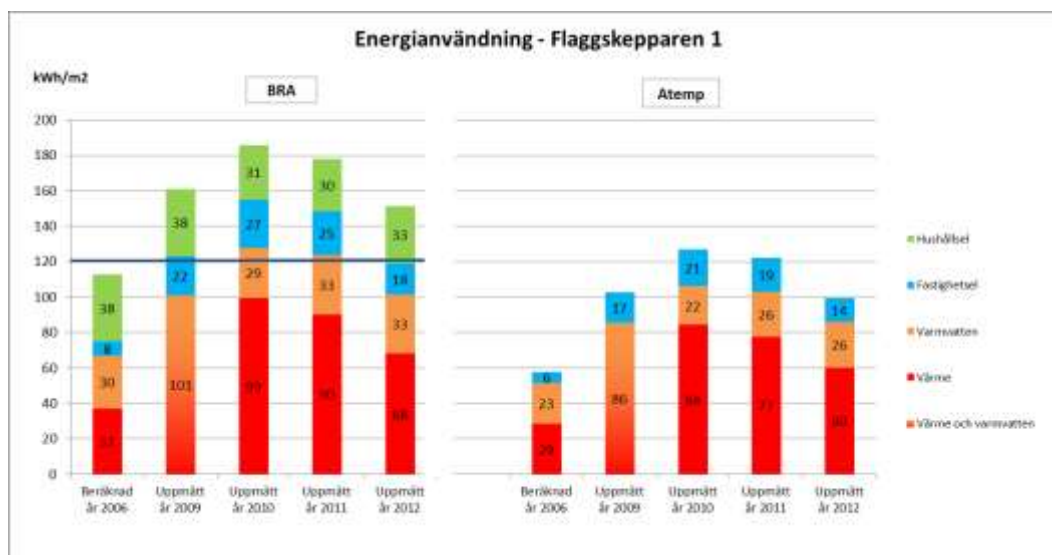


Byggnadens uppmätta energianvändning avseende uppvärmning och fastighetsel överstiger beräknade värden. En förklaring till detta är att drift- och uppvärmning av det för Kommendörkaptenen 6 och Kommendörkaptenen 9 gemensamma garaget mäts till denna byggnad.

Uppmätt fastighetsel är betydligt högre än beräknat och hushållsel är lägre än beräknat. Kraven från 2006 uppfylls inte. Enligt effektsignaturerna blir effekten stundtals förhållandevis låg vid låga utetemperaturer under 2010 och 2012 vilket kan tyda på att uppvärmningsbehovet inte tillgodoses.

1.10 Flaggskepparen 1

Atemp	Ventilation	Individuell varmvattenmätning	Garage
6586 m ²	FTX, 4 st centrala aggregat	Nej	Ja

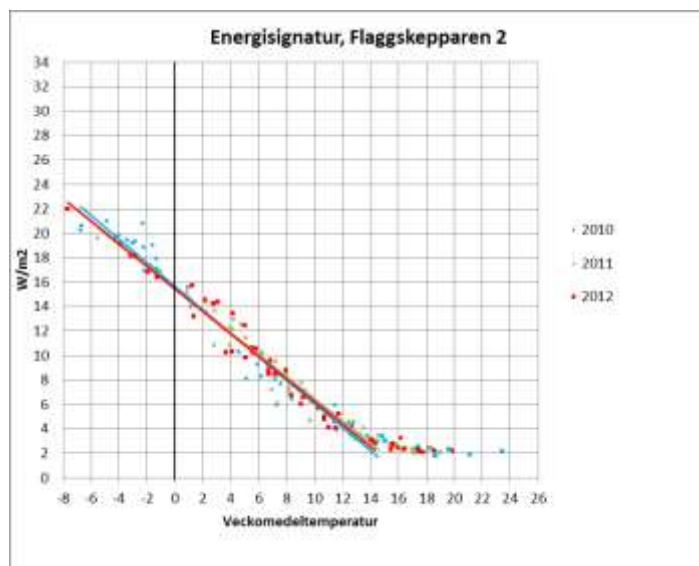
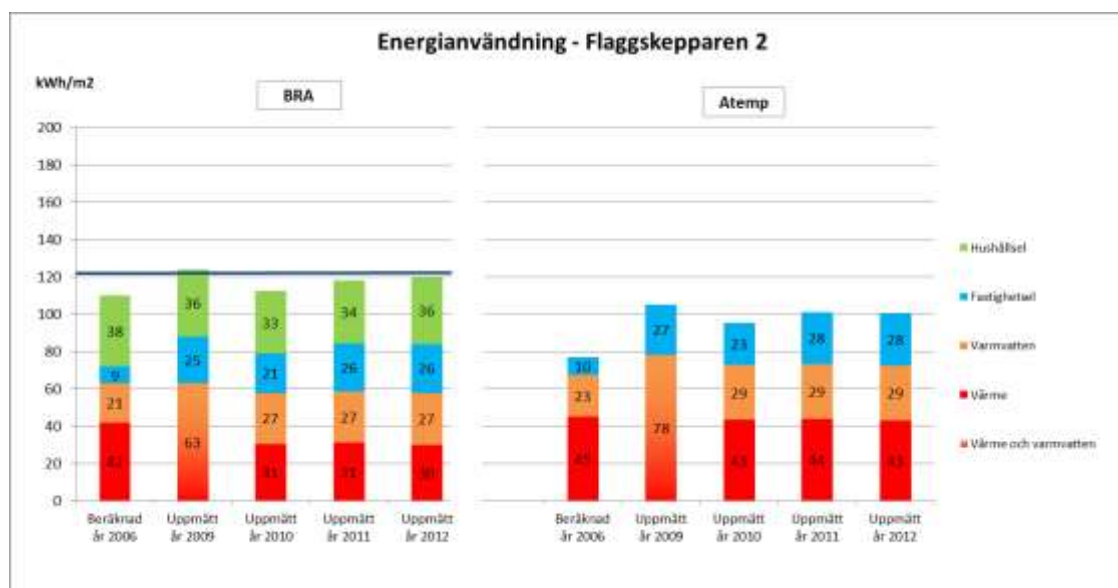


Byggnaden har renoverats under 2010-2011 vilket förklarar det höga energianvändning avseende uppvärmning och fastighetsel. Uppmätt energianvändning avseende uppvärmning och fastighetsel är betydligt högre än beräknat även för övriga år- Hushållselen är lägre än beräknat.

Total energianvändning överstiger beräknade värden med ca 50 % räknat per BRA. Kraven från 2006 uppfylls inte.

1.11 Flaggskepparen 2

Atemp	Ventilation	Individuell varmvattenmätning	Garage
5904 m ²	FTX per lägenhet	Ja	Ja

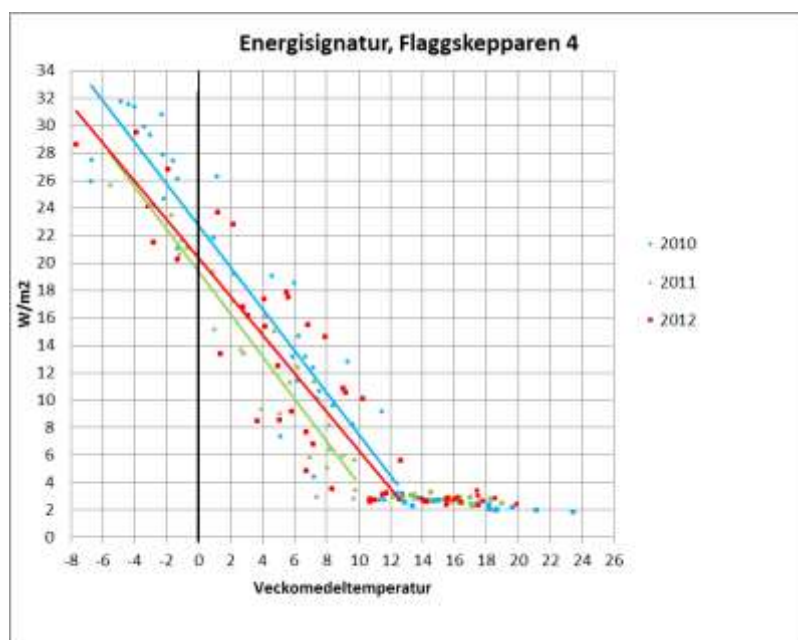
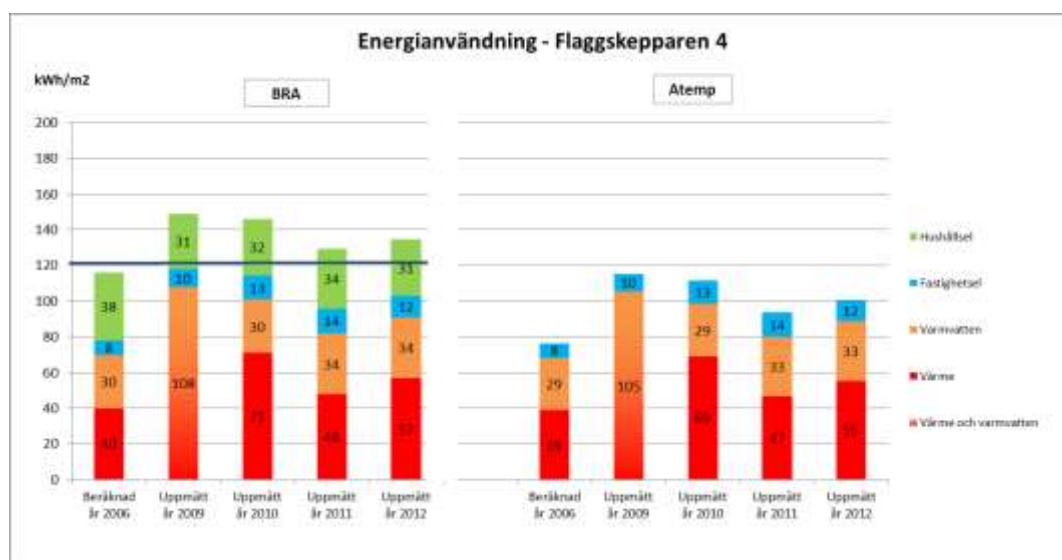


Byggnadens uppmätta energianvändning avseende uppvärmning är lägre än beräknat, men energin över uppvärmningen är något högre. Total uppvärmning stämmer väl överrens med beräknat värde. Fastighetselen är högre än beräknat och hushållselen är likt beräknat värde.

Total energianvändning överstiger beräknade värden med ca 8 % räknat per BRA. Kraven från 2006 uppfylls. Energianvändning är mycket jämn mellan åren.

1.12 Flaggskepparen 4

Atemp	Ventilation	Individuell varmvattenmätning	Garage
1903 m2	F med VP. Värmepump fungerar ej vid platsbesök.	Installerat med ej aktiverat.	Ja (hissgarage)



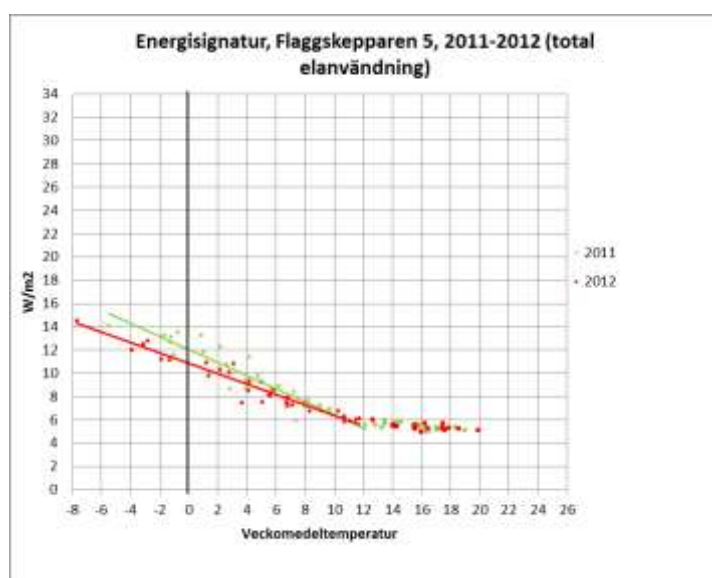
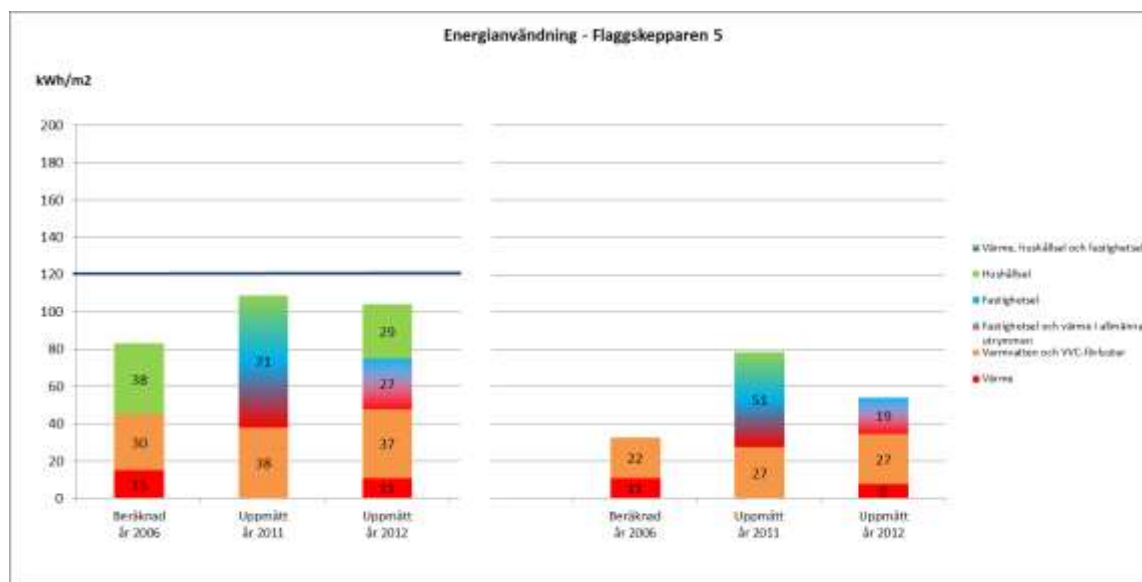
Byggnadens uppmätta energianvändning avseende uppvärmning är betydligt högre än beräknat. Vid platsbesök 2013 fungerade inte frånluftsvärmepumpen och det är oklart om den varit i drift tidigare. Fastighetelen är någon högre än beräknat och hushållselen är något lägre än beräknat.

Total energianvändning överstiger beräknade värden med ca 20 % räknat per BRA. Kraven från 2006 uppfylls inte.

Denna byggnad väljs som en av de fyra som hanteras i den fördjupade studien.

1.13 Flaggskepparen 5

Atemp	Ventilation	Individuell varmvattenmätning	Garage
2908 m ²	FTX per lägenhet	Ja?	Ja



Uppvärmning av lägenheterna görs med elbatteri i lägenhetsaggregatet, och därför görs effektsignaturen för elanvändningen. I en del lägenheter har extra elvärmare lämnats ut till hyresgästerna vilket också inkluderas i elstatistiken ovan. Uppmätt hushållsel från Minolavläsning finns endast för 2012 och därför kan fördelning mellan hushållsel, fastighetsel och värme inte kunnat göras för 2011. Uppmätt fjärrvärme är ca 37,5 kWh/m² och år och utgör energi för uppvärmning av varmvatten och VVC-förluster.

Total elanvändning för byggnaden varierar mellan 63-67 kWh/m² och år. Total elanvändning i lägenheterna enligt Minolavläsningen är 40 kWh/m² och år 2012.

Hushållselen under sommaren är motsvarande ca 25 kWh/m² och år enligt Minolmätarna. Hushållselen under sommaren är i normala fall 30 % lägre än övriga månad på året, och uppmätt hushållsel under sommaren har därför korrigerats upp till 36 kWh/m² och år för att gälla hela året.

Uppvärmningsbehovet i lägenheterna bör motsvara total uppmätt elanvändning i lägenheterna minus hushållselen, vilket blir ca 4 kWh/m²,år. Detta bedöms som orimligt lite och därför antas istället att hushållselen är 15 % lägre på sommaren än övriga tid på året istället för 30 %. Hushållselen utgör då 29 kWh/m²,år och uppvärmningen 11 kWh/m²,år. Total uppmätt elanvändning för hela fastigheten minus total elanvändning i lägenheterna utgörs av fastighetsel och uppvärmning i allmänna utrymmen, ca 27 kWh/m²,år. Här ingår även uppvärmning av garage och allmänna utrymmen såsom tvättstugor, trapphus och golvvärme vid entré.

Energianvändningen är ca 28 % högre än beräknat värde per BRA. Hushållselen är något lägre än beräknat värde. Då det inte går att särskilja fastighetsel och uppvärmningen på ett säkert sätt går det inte att svara på om uppvärmningen eller fastighetselen är högre än beräknat. I tidigare beräkning har ingen fastighetsel medräknats. Om denna skulle medräknas skulle uppmätt värde och beräknat värde kanske stämma väl överrens.

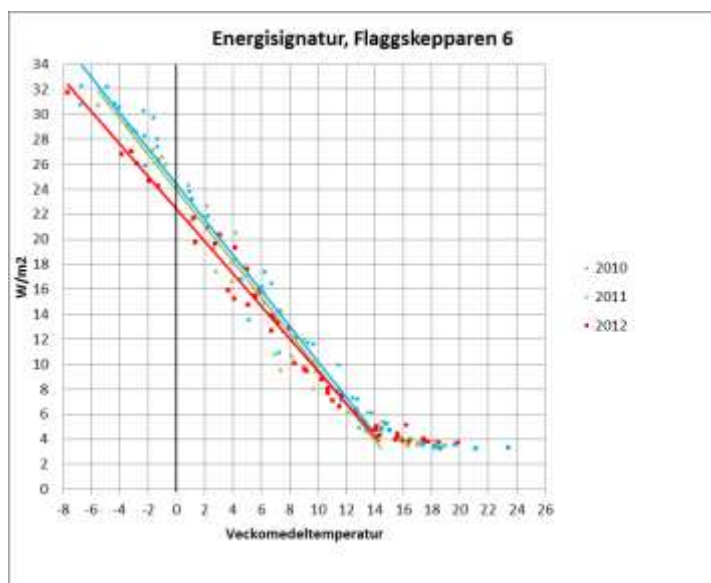
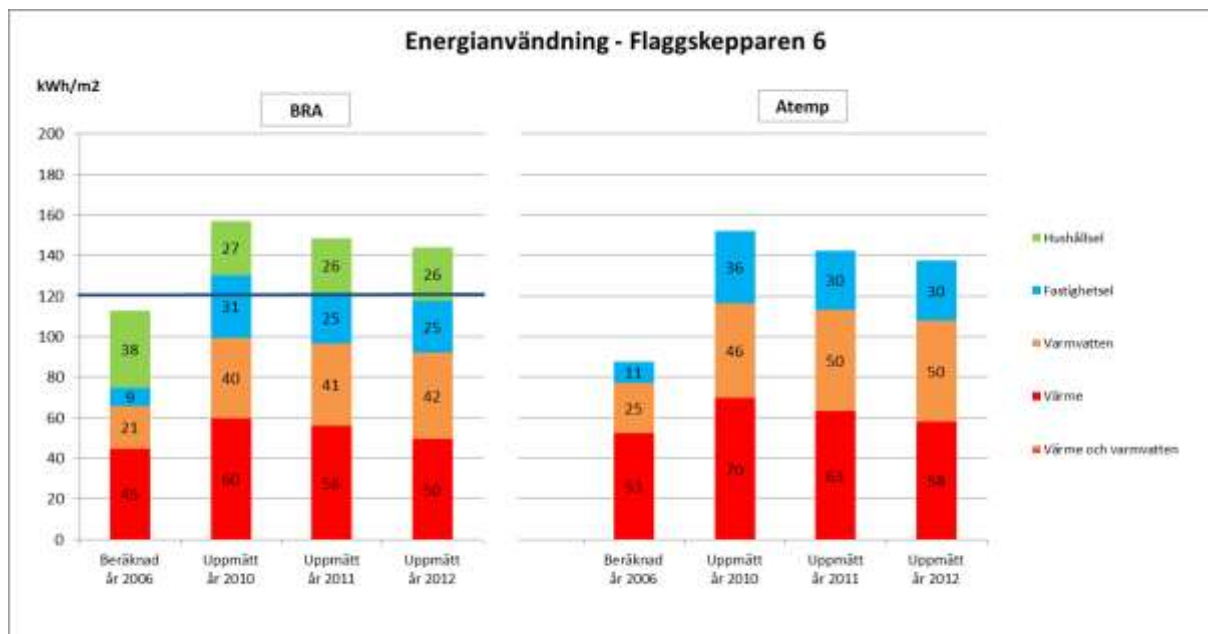
Denna byggnad väljs som en av de fyra som hanteras i den fördjupade studien.

Vidare kartläggning av fastighetselen för denna byggnad redovisas vidare i Appendix 3.4.

1.14 Flaggskepparen 6

Atemp	Ventilation	Individuell varmvattenmätning	Garage
5470 m ²	Vej ej	Vet ej	Vej ej

Flaggskepparen 6 var inte färdigställd vid förra uppföljningen, inga allmänna platsbesök har genomförts under aktuellt uppföljningsprojekt.

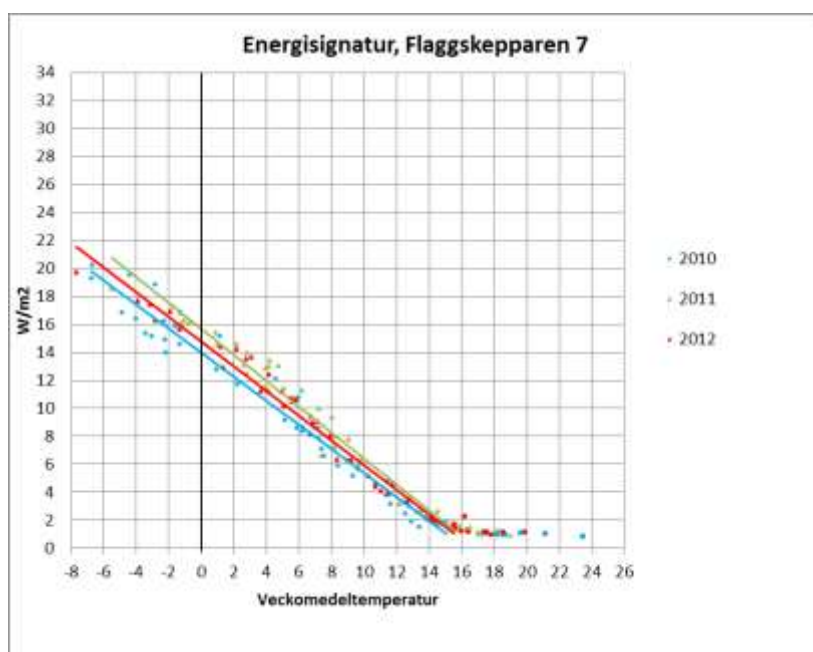
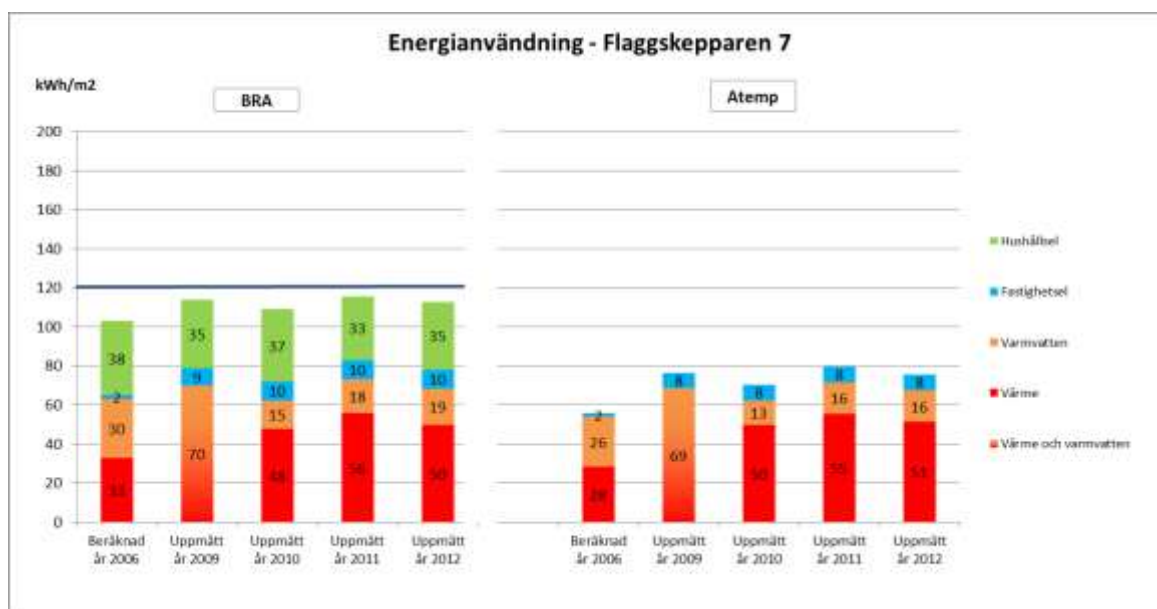


Byggnadens uppmätta energianvändning avseende uppvärmning och tappvarmvatten är högre än beräknat. Fastighetelen är betydligt högre än beräknat och hushållselen är något lägre än beräknat. Trenden mellan åren är att energianvändning ständigt minskar något.

Total energianvändning överstiger beräknade värden med ca 32 % räknat per BRA. Kraven från 2006 uppfylls inte.

1.15 Flaggskepparen 7

Atemp	Ventilation	Individuell varmvattenmätning	Garage
2775 m ²	FTX per lägenhet	Ja	Ja



Byggnadens uppmätta energianvändning avseende uppvärmning och tappvarmvatten stämmer väl överrens med beräknat värde. Beräknat fastighetsel är 2 kWh/m² och år vilket är orimligt lite och överstigs. Hushållselen är likt beräknat värde. Trenden mellan åren är att total energianvändning är relativt konstant.

Total energianvändning överstiger beräknade värden med ca 10 % räknat per BRA. Kraven från 2006 uppfylls.

Appendix 7.1 Lufttätthet

Metod

Mätförfarande

Ventilationen tätades genom att ballonger blåstes upp i FTX-aggregaten i lägenheterna. Imkanalen tätades ovan spisfläkt i taklägenheter. Samtliga vattenlås fylldes. Fläkt i hisschakt demonterades på tak. Kanal tätades med ballong. Tätningarna kontrollerades därefter med indikeringsrök då byggnaden försatts i undertryck.

Dörröppningen i trapphus ersattes av en vindtät duk, uppspänd på en ram, som fläktutrustningen monterades i. Dukens anslutning och tätning kontrollerades med rök då byggnaden försatts i undertryck. Otätheter runt täthetsutrustning lägenhetsvägg tätades med tejp.

Genom flödesjustering av fläkten skapades under- respektive övertryck i byggnaden i förhållande till tryckförhållandet utanför klimatskalet.

Mätutrustning

Mätning enligt EN 13829. Mätningen utfördes med täthetsprovningsutrustning fabrikat Minneapolis Blowerdoor samt datorprogram Tectite software 3.6.

Utdrag ur BBR 18, BFS 2011:6

6:531 Lufttäthet

Allmänt råd

"För att undvika skador på grund av fuktkonvektion bör byggnadens klimat-skiljande delar ha så god lufttäthet som möjligt. I de flesta byggnader är risken för fuktkonvektion störst i byggnadens övre delar, dvs. där det kan råda invändigt övertryck. Särskild omsorg att åstadkomma lufttäthet bör iakttas vid höga fuktbelastningar som i badhus eller vid särskilt stora temperaturskillnader. Lufttätheten kan påverka fukttillståndet, den termiska komforten, ventilationen samt byggnadens värmeförluster. Metod för bestämning av luftläckage finns i SS-EN 13829. Vid bestämning av luftläckaget bör även undersökas om luftläckaget är koncentrerat till någon byggnadsdel. Om så är fallet kan risk finnas för fuktskador."

9:21 Klimatskärmens lufttäthet

"Byggnadens klimatskärm ska vara så tät att krav på byggnadens specifika energianvändning och installerad eleffekt för uppvärmning uppfylls."

Allmänt råd

"Ytterligare regler om klimatskärmens lufttäthet ur fukt- och ventilations- synpunkt framgår av avsnitten 6:255 Täthet och 6:531 Lufttäthet. Regler om täthet mot brandspridning, finns i avsnitt 5 Brandskydd."

Beräkningsmetod enligt EN 13829 vid täthetsprovning av trapphus

Vid täthetsprovning projiceras en tryckskillnad över alla omslutande ytor vilket innebär att uppmätt läckagevärde till viss del kan bestå av interna läckage mellan trapphusen. För att utesluta interna läckage mellan trapphusen kan mottryck skapas i angränsande trapphus. Detta förfarande är ofta mycket omfattande och tidskrävande. För att undvika att luft sprids mellan trapphus, t ex matos och tobaksrök, är det av vikt att trapphusväggen uppförs lika tät som byggnaden som helhet.

Luftläckaget per omslutande kvadratmeter har beräknats i enlighet med vad som anges i standarden EN 13829, dvs. den standard som rekommenderas i BFS 2011:6. Areal innefattar alla byggnadsdelar som omsluter trapphuset, dvs. totalt omslutande area bestående av ytterväggar, trapphusskiljande vägg, grund och tak.

I rapporten presenteras även luftläckaget då den omslutande arean endast består av klimatskiljande byggnadsdelar. För bestämning av hela byggnadens lufttäthet krävs att en täthetsprovning utförs av hela byggnaden.

Resultat

För att kunna jämföra teori och praktik utfördes täthetsprovning av två byggnader. Den ursprungliga avsikten var att samtliga fyra byggnader skulle täthetsprovas, men bara två av fastighetsägarna ville medverka vid en täthetsprovning. Genomförandet av fullskaliga täthetsprovningar i flerbostadshus kräver att såväl fastighetsägare som bostadsinnehavare medverkar vid täthetsprovningstillfället, vilket gör täthetsprovning av flerbostadshus relativt komplicerat.

De kontrollerade byggnaderna består båda av två trapphus. Täthetsprovningen begränsades till endast ett trapphus per byggnad. Detta innebär en viss risk för interna läckage. För att utesluta interna läckage mellan trapphus kan mottryck skapas i det angränsande trapphuset. Detta förfarande är ofta mycket omfattande och tidskrävande. Det bedömdes att täthetsprovning av ett trapphus utan mottryck var en tillräckligt bra metod för aktuellt projekt.

Flagskepparen 4

Beräknad omslutande area enligt EN 13829 är 1309 m². Areal innefattar golv, tak, yttervägg och lägenhetsskiljande vägg. Areal för klimatskiljande ytor är 1106 m².

	Läckageflöde [l/s]	Läckage [l/s·m ²] per omslutande area enligt EN 138 29	Läckage [l/s·m ²] per omslutande area klimatskal	Mätosäkerhet
Undertryck 50 Pa	408	0,31	0,37	±0,2%
Övertryck 50 Pa	473	0,36	0,43	±0,2%
Medelvärde	441	0,34	0,40	

Klimatförutsättningarna inför mätningarna var följande:

Klimat	Utomhustemperatur	Inomhustemperatur	Vindstyrka	Vindriktning
Malmö	9°C	22°C	6 m/s	V

Kommendörkaptenen 6

Beräknad omslutande area enligt EN 13829 är 1745 m². Arealen innefattar golv, tak, yttervägg och lägenhetsskiljande vägg. Arealen för klimatskiljande ytor är 1575 m².

	Läckageflöde [l/s]	Läckage [l/s·m ²] per omslutande area enligt EN 138 29	Läckage [l/s·m ²] per omslutande area klimatskal	Mätosäkerhet
Undertryck 50 Pa	848	0,49	0,54	±0,5%
Övertryck 50 Pa	896	0,51	0,57	±0,6%
Medelvärde	872	0,50	0,56	

Klimatförutsättningarna inför mätningarna var följande:

Klimat	Utomhustemperatur	Inomhustemperatur	Vindstyrka	Vindriktning
Malmö	14°C	22°C	6 m/s	V

Slutsats

I täthetsprovningen anges, enligt tidigare resonemang, två täthetsvärden utifrån två olika sätt att beräkna omslutande areor. Vilket av dessa värden som skall jämföras med eventuellt täthetskrav beror på hur lufttäthetskravet är definierat.

Flaggskepparen 4

Resultaten från täthetsprovningen visar på en lufttäthet på 0,34 l/s,m² enligt EN13829 och 0,40 l/s,m² om endast klimatskärmen räknas i omslutande area.

Under mätningen noterades mycket luftläckage genom hisschaktet. Hisschakt är ej tätat då den är en del av klimatskalet.

Kommendörkaptenen 6

Resultaten från täthetsprovningen visar på en god lufttäthet hos trapphuset 0,50 l/s,m² enligt EN13829 och 0,56 l/s,m² om endast klimatskärmen räknas i omslutande area.

Appendix 7.2 Inomhustemperatur

Metod

Inomhustemperaturer loggas under uppvärmningssäsong, februari – april, för de fyra byggnaderna som ingår i den fördjupade studien. Loggning av temperaturen i lägenheterna syftar till att identifiera om byggnadens uppvärmningssystem fungerar såsom det projekterats, samt för att bedöma om rätt temperatur använts i tidigare utförda energiberäkningar. Identifiering av dessa delar kan ge en del av förklaringen till varför energianvändningen i byggnaden inte är som beräknad.

Förutom lägenheter loggas temperaturer i allmänna utrymmen och garage. Loggningen av temperaturen i de allmänna utrymmena syftar till att dels bedöma vilka av dessa som skall ingå i A_{temp}^1 , samt för att bedöma om rätt temperatur har använts i tidigare genomförda energiberäkningar.

Inomhustemperaturerna i lägenheterna har loggats utanför badrum och i vardagsrum. Vardagsrummet valdes då detta är ett utrymme där de boende vistas mycket och utanför badrum valdes då fuktillskott från badrummet skulle kunna läsas av. Loggrarnas placering har i så stor utsträckning som möjligt valts utom påverkan av direkt solinstrålning.

Loggrarna är av varierande fabrikat, WiSensys, Tinytag, Hobo och Testo. Mätnoggrannheten för loggrarna anges i tabellen nedan.

Tabell 1. Mätnoggrannhet för temperaturloggrar.

Fabrikat	Mätnoggrannhet ²
Wisensys	+/- 0,5 grader
HOB0	+/- 0,25 grader
Tinytag	+/- 0,5 grader
Testo	+/- 0,5 grader

Resultatet av mätningarna analyseras utifrån maximal temperatur, lägsta temperatur, genomsnittlig temperatur och temperaturens variation. Vidare har även lägenheternas temperaturvariation under hela mätperioden analyserats, samt medeltemperatur för alla lägenheter i respektive byggnad. Denna medeltemperatur för byggnaden har även redovisats i histogram, vilket visar varaktighet för respektive temperaturintervall. Uppmätta inomhustemperaturer för byggnaderna har även jämförts med utomhustemperatur för samma period för att besvara om värmesystemet fungerar som avsett eller om det kraftigt varierar beroende på utetemperaturer.

¹ Värms till mer än 10 grader enligt BBR.

² Vid normal rumstemperatur, 15-30 grader.

Resultat, byggnadsvis

Flaggskepparen 4

Inomhustemperaturerna mäts i fyra lägenheter och i fyra allmänna utrymmen. En kort beskrivning av lägenheterna ges nedan.

- Lgh A Lägenhet på plan 2, fönster mot öster och stora fönster mot väster, delvis skuggande balkong mot väster, stängt tilluftsventiler p.g.a. upplevelse av drag, alla golvvärmekretsar är avstängda och är sällan på.
- Lgh B Lägenhet på plan 2, fönster mot öster och stora fönster mot väster, delvis skuggande balkong mot väster.
- Lgh C Lägenhet på plan 4-5 fönster mot öster och stora fönster mot väster, delvis skuggande balkong mot väster, använder invändiga lamellgardiner, upplevs som varm även under vintertid då dessa ej används.
- Lgh D Lägenhet på plan 5, fönster mot öster och stora fönster mot väster, ingen skuggande balkong.

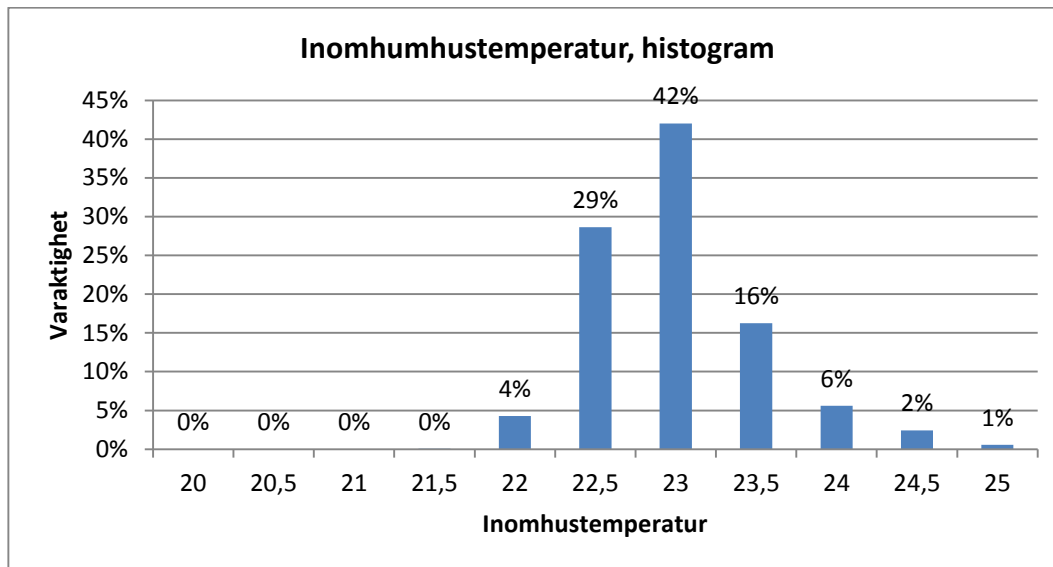
Inomhustemperaturerna i samtliga utrymmen redovisas nedan:

Tabell 2. Temperaturer i lägenheter och allmänna utrymmen för Flaggskepparen 4.

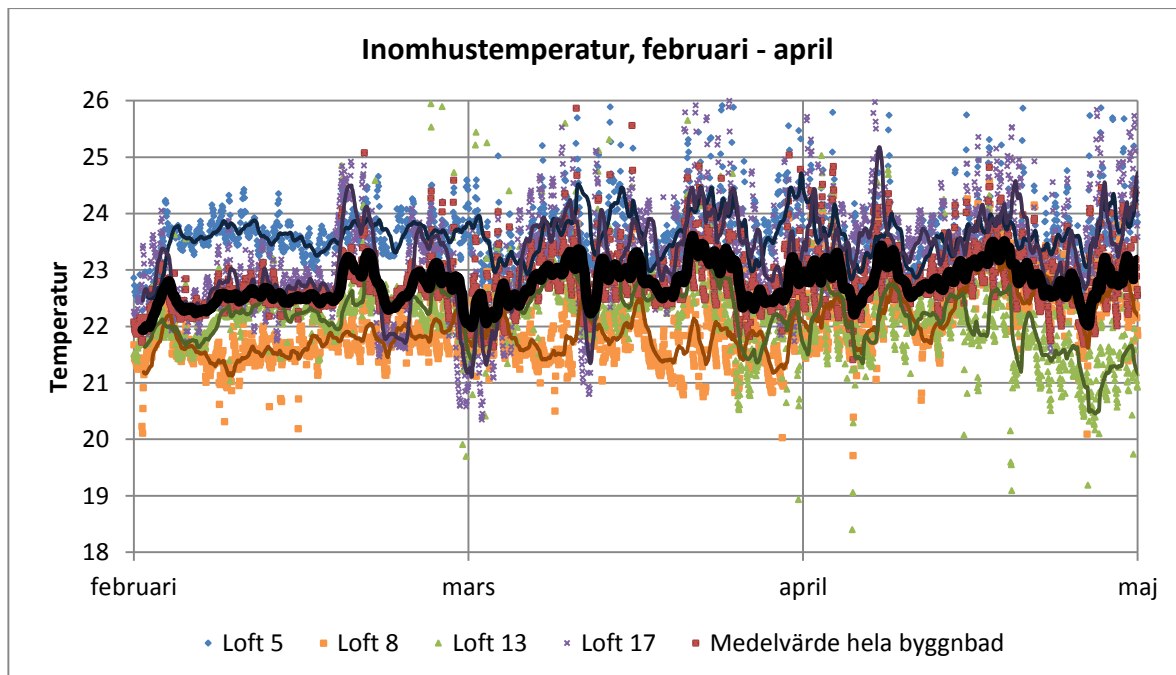
Lägenhet	Rum	Min	Max	Medel	Median	Std
Lgh A	Hall	21,9	29,0	23,8	23,8	0,47
Lgh A	Vardagsrum	20,7	33,0	23,5	23,3	0,91
Lgh B	Hall	19,3	24,6	21,1	20,9	0,72
Lgh B	Vardagsrum	19,9	25,2	22,9	22,8	0,60
Lgh C	Hall, plan 1	16,3	27,2	22,7	22,8	0,96
Lgh C	Hall, plan 2	17,3	30,8	21,8	21,6	0,97
Lgh D	Hall	20,7	28,2	23,8	23,8	0,98
Lgh D	Vardagsrum	20,0	26,5	22,6	22,6	0,88
Totalt		16,3	33,0	22,8	22,7	0,8

Allmänna utrymmen						
Förråd 1, bottenplan		15,4	24,8	18,2	18,2	0,6
Förråd 2, bottenplan		10,7	16,8	13,2	12,6	1,5
Trapphus 1, bottenplan		18,6	29,6	20,2	19,8	1,2
Trapphus 2, bottenplan		17,9	27,1	19,7	19,2	1,3

Lägenheter har vattenburen golvvärme förutom i badrum där den är elburen. Trapphus och förråd har vattenburna radiatorer med termostater. Hisschakten har elradiatorer. Värmen är avsiktligt nedställd eller avstängd i förråden. Garage saknar uppvärmningssystem.



Figur 1. Histogram med medeltemperaturen för alla lägenheter i Flaggsskepparen 4.



Figur 2. Inomhustemperaturer i lägenheter i Flaggsskepparen 4, februari - april.

Den lägsta temperaturen i lägenheterna varierar mellan 16,3 – 21,9 grader, och den högsta temperaturen i lägenheterna uppmäts till 33 grader. Medeltemperaturen för lägenheterna är ca 23 grader, med en spridning på +/- ca en grad.

Flaggskepparen 5

Inomhustemperaturerna mäts i fyra lägenheter och i fyra allmänna utrymmen. En kort beskrivning av lägenheterna ges nedan.

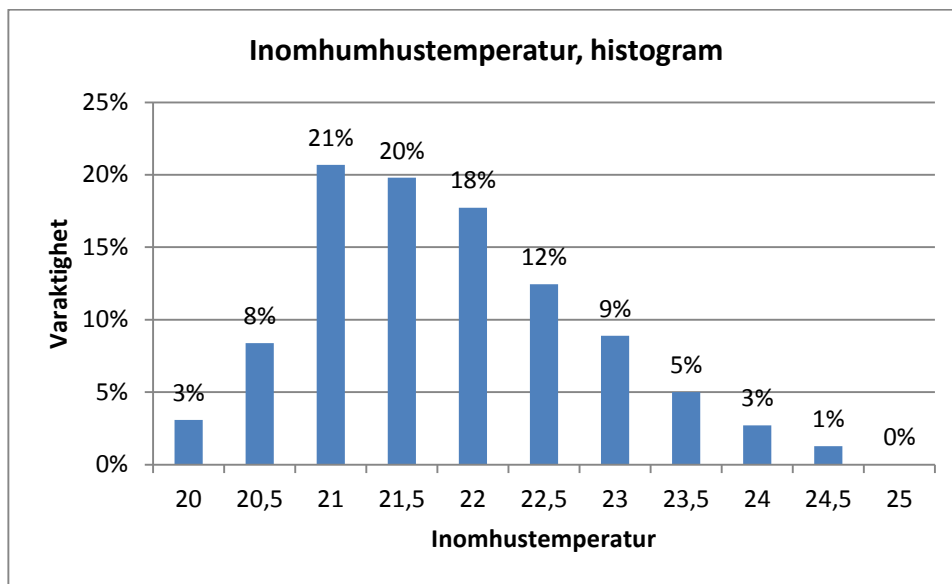
- Lgh A - Lägenhet på plan 1, fönster mot öster och norr, väl skuggande av omkringliggande byggnader, upplever temperaturen som kall på vintern, termostater inställda på 25 grader i vardagsrum, 20 grader i sovrum. Upplever att det inte går att styra temperaturen.
- Lgh B - Lägenhet på plan 3, fönster mot söder och väster, solinstrålning mot söder mycket begränsad p.g.a. skuggande byggnader, termostater ställda på 20 grader, upplever svårt att få behaglig temperatur vid utetemperaturer under 0 grader.
- Lgh C - Lägenhet i etage på plan 4-5, mot söder, väster och öster, mycket kallt på vintern, svårt att justera värmen, termostater ställda på 15 grader i sovrum och 20 grader i vardagsrum.
- Lgh D - Lägenhet på plan 2, fönster mot söder och öster, svårt att reglera temperatur, känner dock till och nämner möjligheten till att slå på eftervärmningsbatteriet i FTX-aggregatet, brukar ha denna inställd på 10 grader (15 grader vid platsbesök), golvvärme på och inställd på 19 grader men når aldrig önskad temperatur.

Inomhustemperaturerna i samtliga utrymmen redovisas nedan:

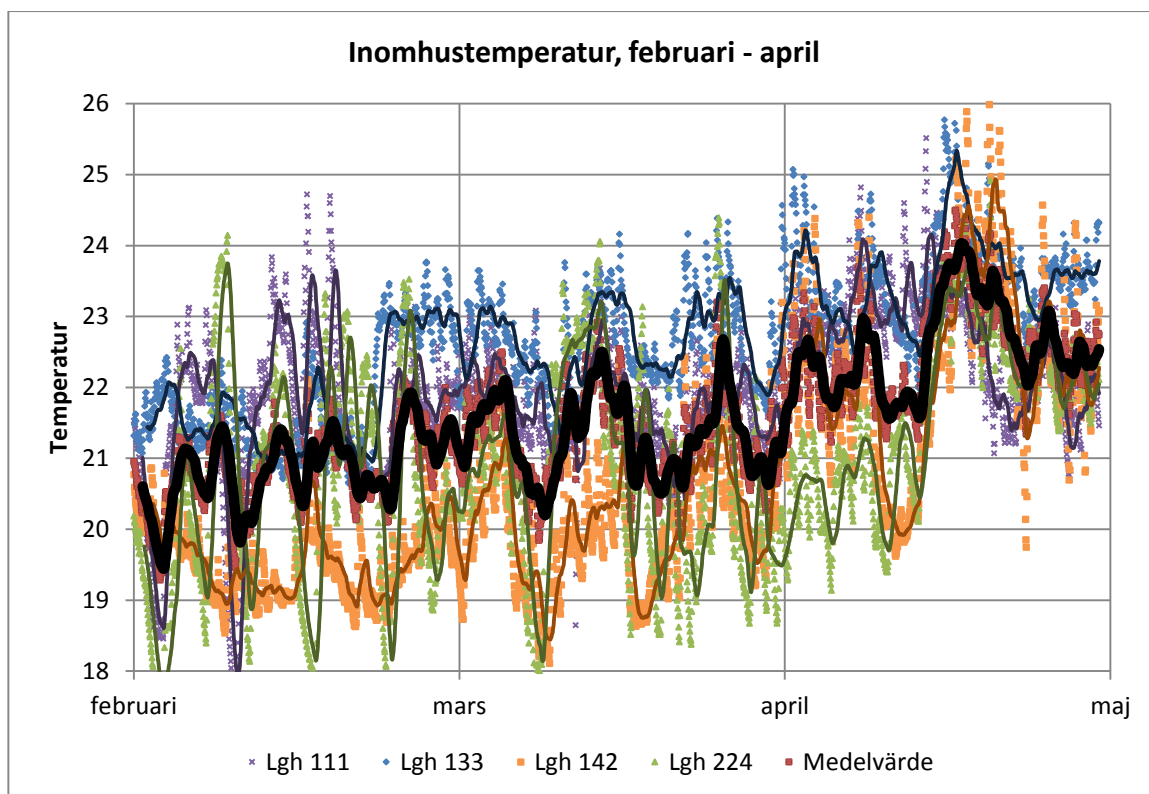
Tabell 3. Temperaturer i lägenheter och allmänna utrymmen för Flaggskepparen 5.

Lägenhet	Rum	Min	Max	Medel	Median	Std
Lgh A	Hall	18,0	25,5	22,3	22,3	1,01
Lgh A	Vardagsrum	16,9	25,5	21,6	21,6	1,15
Lgh B	Hall	20,6	26,2	22,7	22,8	1,02
Lgh B	Vardagsrum	20,3	26,1	22,6	22,7	1,02
Lgh C	Hall	17,9	26,1	20,9	20,5	1,53
Lgh C	Vardagsrum	17,4	26,8	20,4	19,8	1,70
Lgh D	Hall	18,1	25,4	21,3	21,3	1,38
Lgh D	Vardagsrum	17,0	24,9	20,6	20,7	1,66
Totalt		16,9	26,8	21,6	21,5	1,3
Allmänna utrymmen						
Källare		12,3	20,7	16,8	16,4	1,7
Garage		12,7	19,1	14,6	13,9	1,6

Byggnaden har luftburen värme i lägenheter, lokal, källare och garage. Luften värms i lokala FTX med eftervärmningsbatteri. Badrum och trapphus har dessutom elburen golvvärme. För boende som upplever att det är kallt under eldningssäsong, tillhandahåller hyresvärden kompletterande mobila elvärmare.



Figur 3. Histogram med medeltemperaturen för alla lägenheter i Flaggkepparen 4.



Figur 4. Inomhustemperaturer i lägenheter i Flaggkepparen 4, februari - april.

Den lägsta temperaturen i lägenheterna varierar mellan 16,9 – 20,6 grader, och den högsta temperaturen i lägenheterna uppmäts till 26,8 grader. Inomhustemperaturen varierar mellan 20-24 grader i byggnaden som helhet.

Medeltemperaturen för lägenheterna är ca 21,5 grader och varierar mellan ca 20-24,5 grader, vilket är en mycket stor spridning jämfört med övriga byggnader. Inomhustemperaturen varierar kraftigt mellan lägenheterna över perioden.

Kommendörkaptenen 6

Inomhustemperaturerna mäts i fyra lägenheter och i fyra allmänna utrymmen. En kort beskrivning av lägenhet ges nedan.

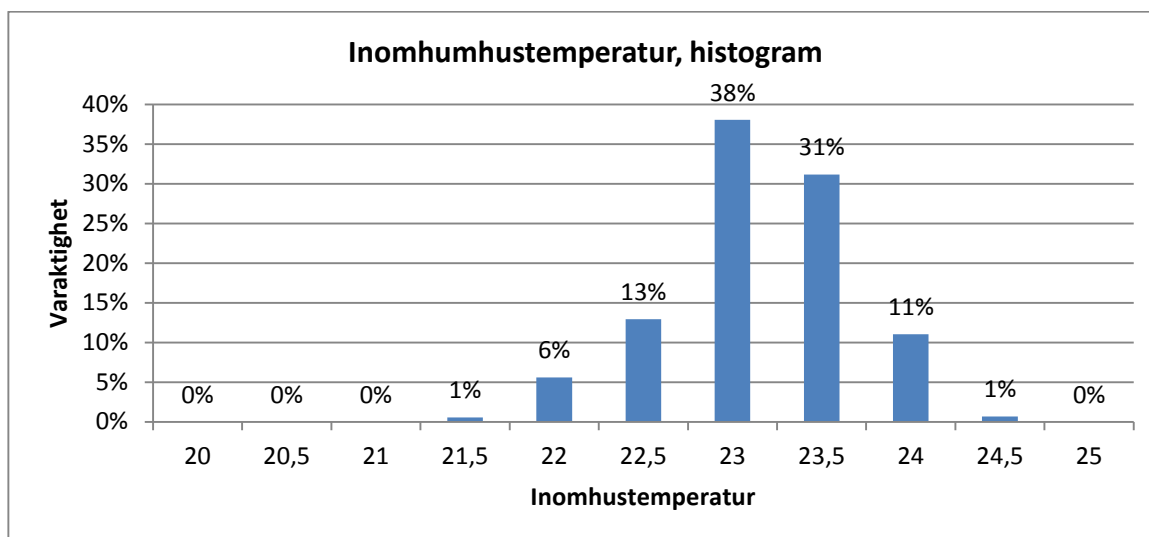
- Lgh A Lägenhet på plan 1, fönster till störst del mot öster men även väster, skuggande balkong mot väster, alla termostadvred till radiatorer är nedvridna, sällan på. Handdukstork och golvvärme används sparsamt.
- Lgh B Lägenhet på plan 3, fönster mot norr och öster. Skuggande balkong mot norr, termostadvred nedvridna, upplever inga större problem med temperaturer. Handdukstork och golvvärme används sparsamt.
- Lgh C Lägenhet på plan 4, mycket fönster mot öster, väster och norr, solavskärmning med markis (manuell) mot väster, upplevs som kallt i lägenheter, vred på termostat står på låg värme. Handdukstork och golvvärme används sparsamt.
- Lgh D Lägenhet på plan 4, fönster mot öster, söder och väster, solskydd med markis mot väster, upplever problem med värme till en radiatorkrets, radiatorer står på max, har normalt inte på radiatorer i sovrum. Har extra elvärmare i lägenheten under vintern p.g.a. för låga temperaturer. Handdukstork och golvvärme används sparsamt.

Inomhustemperaturerna i samtliga utrymmen redovisas nedan:

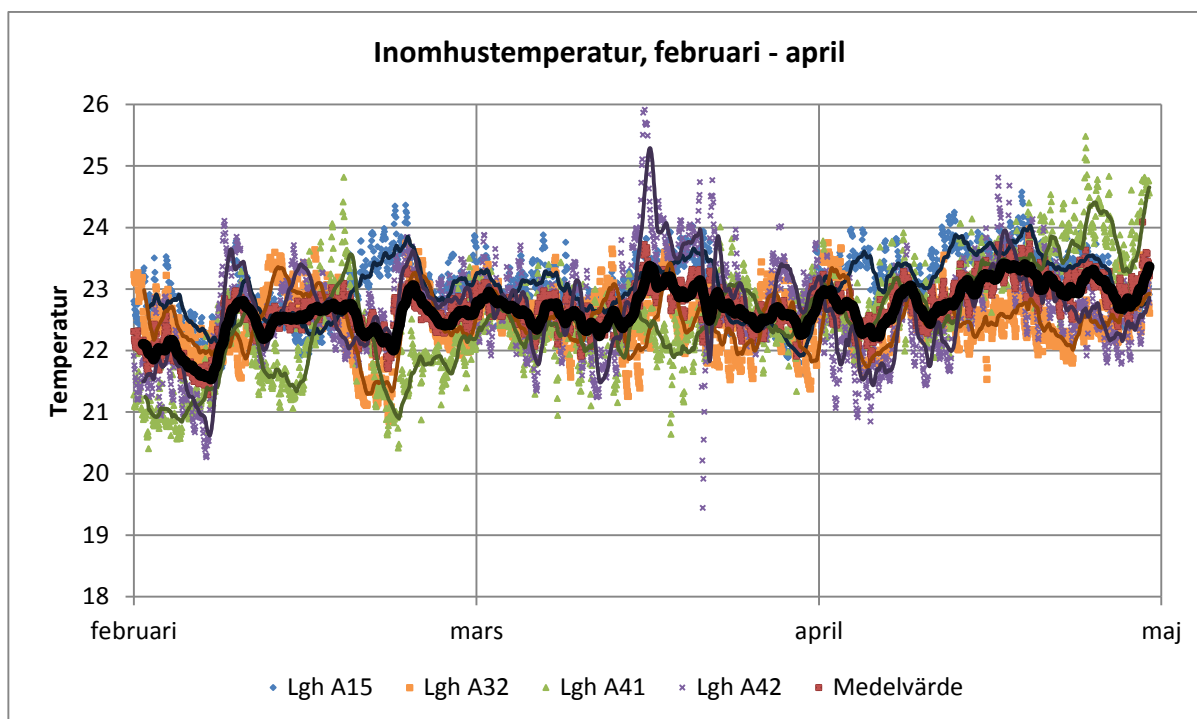
Tabell 4. Temperaturer i lägenheter och allmänna utrymmen för Kommendörkaptenen 6.

Lägenhet	Rum	Min	Max	Medel	Median	Std
Lgh A	Hall	21,5	24,7	22,9	22,9	0,58
Lgh A	Vardagsrum	21,6	24,7	23,1	23,2	0,51
Lgh B	Hall	21,4	24,6	23,0	22,9	0,50
Lgh B	Vardagsrum	20,0	24,1	21,9	22,0	0,59
Lgh C	Hall	19,4	23,4	20,9	20,8	0,79
Lgh C	Vardagsrum	19,8	29,0	24,0	24,1	1,41
Lgh D	Hall	20,4	26,5	23,3	23,3	0,81
Lgh D	Vardagsrum	18,5	25,7	22,0	22,0	0,85
Totalt		18,5	29,0	22,7	22,7	0,75
Allmänna utrymmen						
	Källarförråd	15,5	17,7	16,2	16	0,5
	Garagedfart	20,3	27,4	21,6	21,3	0,9
	Garage inre del	20,9	25,5	21,9	21,8	0,6
	Trapphus, bottenvåning	16,9	18,9	17,7	17,6	0,5

Byggnaden värms med vattenburna radiatorer i lägenheter, trapphus och källare. Badrum har elburen golvvärme.



Figur 5. Histogram med medeltemperaturen för alla lägenheter i Kommendörkaptenen 6.



Figur 6. Inomhustemperaturer i lägenheter i Kommendörkaptenen 6, februari - april.

Den lägsta temperaturen i lägenheterna varierar mellan 18,5 – 21,6 grader, och den högsta temperaturen i lägenheterna uppmäts till 29,0 grader.

Den genomsnittliga inomhustemperaturen i byggnaden är ca 23 grader och varierar ca +/- 1 grad.

Kommendörkaptenen 8

Inomhustemperaturerna mäts i fyra lägenheter och i fyra allmänna utrymmen. En kort beskrivning av lägenhet ges nedan.

- Lgh A Lägenhet på plan 1, fönster mot söder, öster och norr, solavskärmning med balkonger och skuggade byggnader.
- Lgh B Lägenhet på plan 1, fönster mot söder och norr, delvis solavskärmning med ovanpåliggande balkong, barnfamilj, upplever drag och lokalt låga temperaturer, vädrar sällan under vintern.
- Lgh C Lägenhet på plan 3, enkelsidig lägenhet fönster mot söder, delvis solavskärmning med ovanpåliggande balkong, ensamboende, golvvärme i badrum går ej att stänga av.
- Lgh D Lägenhet på plan 4, fönster mot norr och söder, solavskärmning med ovanpåliggande balkong mot söder, par som bor(?), vädrar ibland, termostater står på högsta inställning.

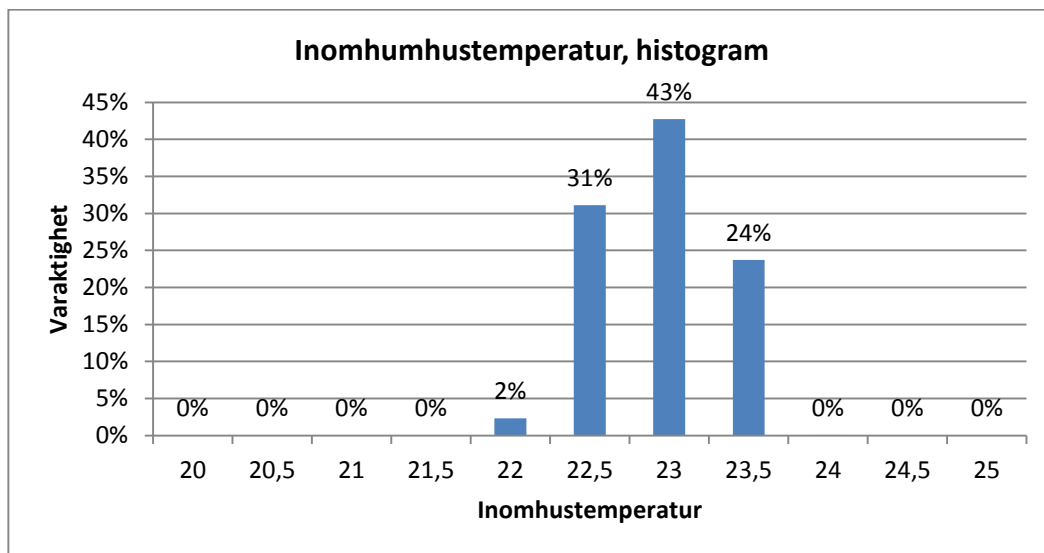
Inomhustemperaturerna i samtliga utrymmen redovisas nedan:

Tabell 5. Temperaturer i lägenheter och allmänna utrymmen för Kommendörkaptenen 8.

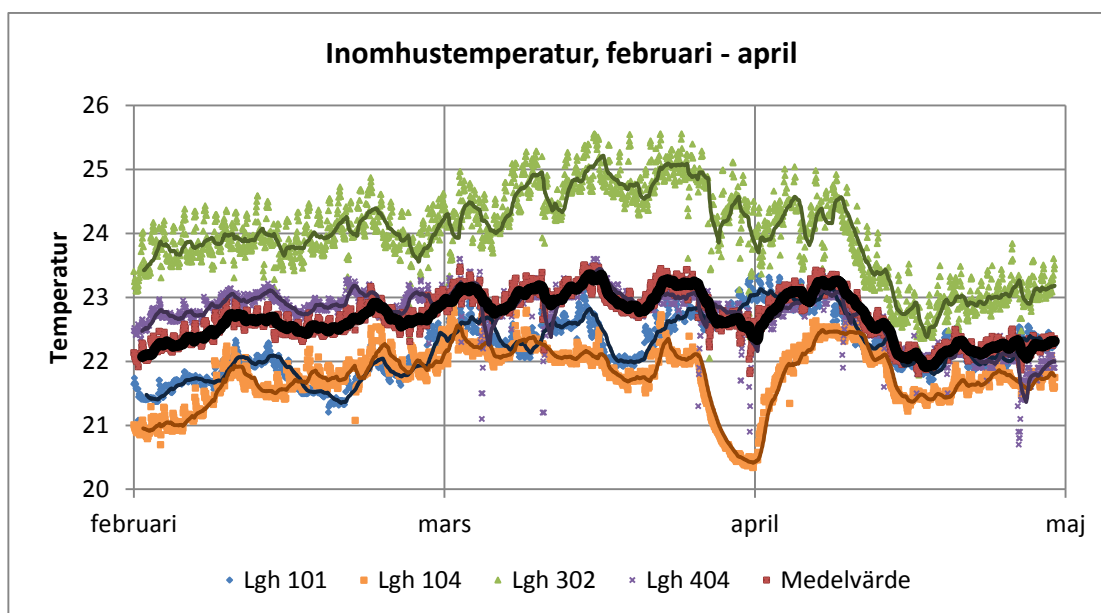
Lägenhet	Rum	Min	Max	Medel	Median	Std
Lgh A	Hall	21,0	22,9	22,0	22,0	0,40
Lgh A	Vardagsrum	21,2	23,8	22,4	22,4	0,56
Lgh B	Hall	20,3	22,8	21,7	21,8	0,46
Lgh B	Vardagsrum	20,3	23,5	21,9	21,9	0,58
Lgh C	Hall	21,9	25,0	23,7	23,7	0,62
Lgh C	Vardagsrum	21,7	26,1	24,3	24,4	0,80
Lgh D	Hall	21,2	23,7	22,9	23,0	0,49
Lgh D	Vardagsrum	20,7	23,6	22,7	22,8	0,40
Totalt		20,3	26,1	22,7	22,8	0,5

Allmänna utrymmen						
Källarförråd 1		15,1	17,2	15,7	15,5	0,6
Källarförråd 2		17,7	19,4	18,4	18,3	0,3
Garage		9,8	15,8	11,5	10,8	1,5
Trapphus, bottenvåning		16,3	21,8	17,9	17,7	1,0

Byggnaden värms med vattenburna radiatorer i lägenheter, trapphus och källare. Badrum har elburen golvvärme. Garage värms med avluft från ventilationssystemet.



Figur 7. Histogram med medeltemperaturen för alla lägenheter i Kommendörkaptenen 8.



Figur 8. Inomhustemperaturer i lägenheter i Kommendörkaptenen 8, februari - april.

Den lägsta temperaturen i lägenheterna varierar mellan 20,3 – 21,9 grader, och den högsta temperaturen i lägenheterna uppmäts till 23,4-26,1 grader. Sett till den genomsnittliga inomhustemperaturen i byggnaden, d.v.s. medeltemperaturen i samtliga lägenheter som visas i histogrammet, är temperaturspridningen jämn, ca 23 grader +/- 0,5 grader.

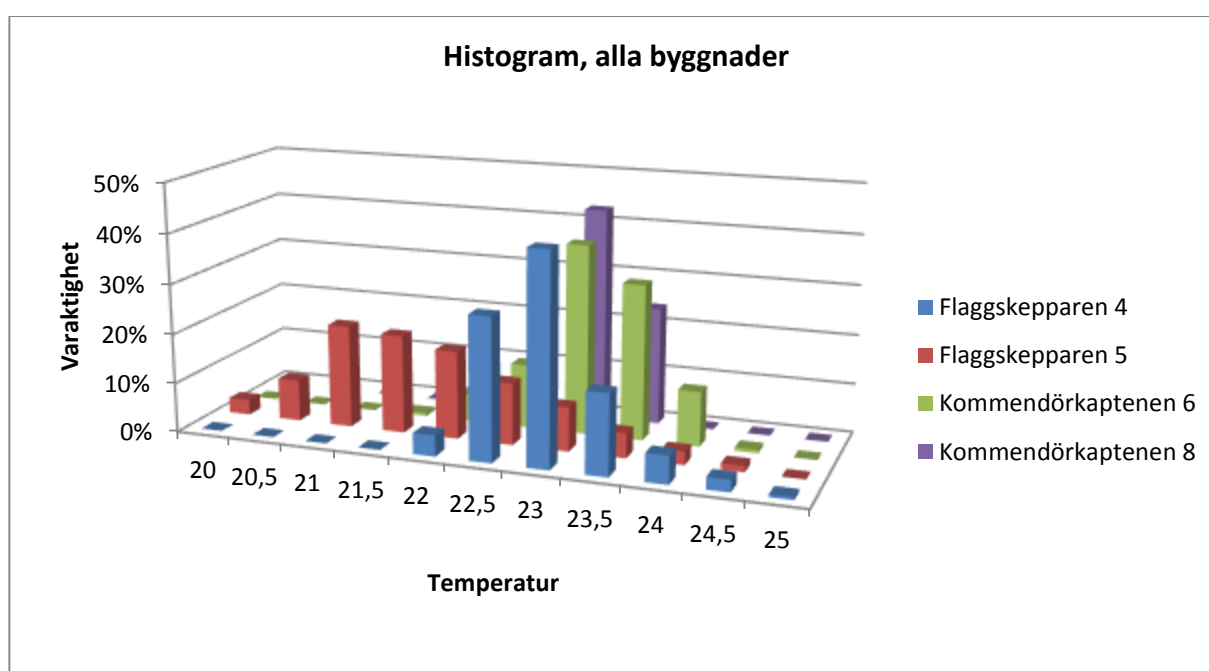
En av lägenheterna har ca 1,5 grader högre inomhustemperatur än medeltemperaturen för alla lägenheter. Orsaken till den högre temperaturen bedöms inte bero på ökad solinstrålning eftersom temperaturen konstant ligger högre än övriga byggnaden och inte fluktuerar tydligt. Temperaturhöjningen kan bero på att den boende har ställt in termostaterna eller önskad temperatur högre än de andra eller att värmen i badrummet inte går att stänga av. Det kan även bero på att systemet är dåligt injusterat eller att lägenheten är enkelsidig och inte kan vädras ut ordentligt.

Resultat, alla byggnader

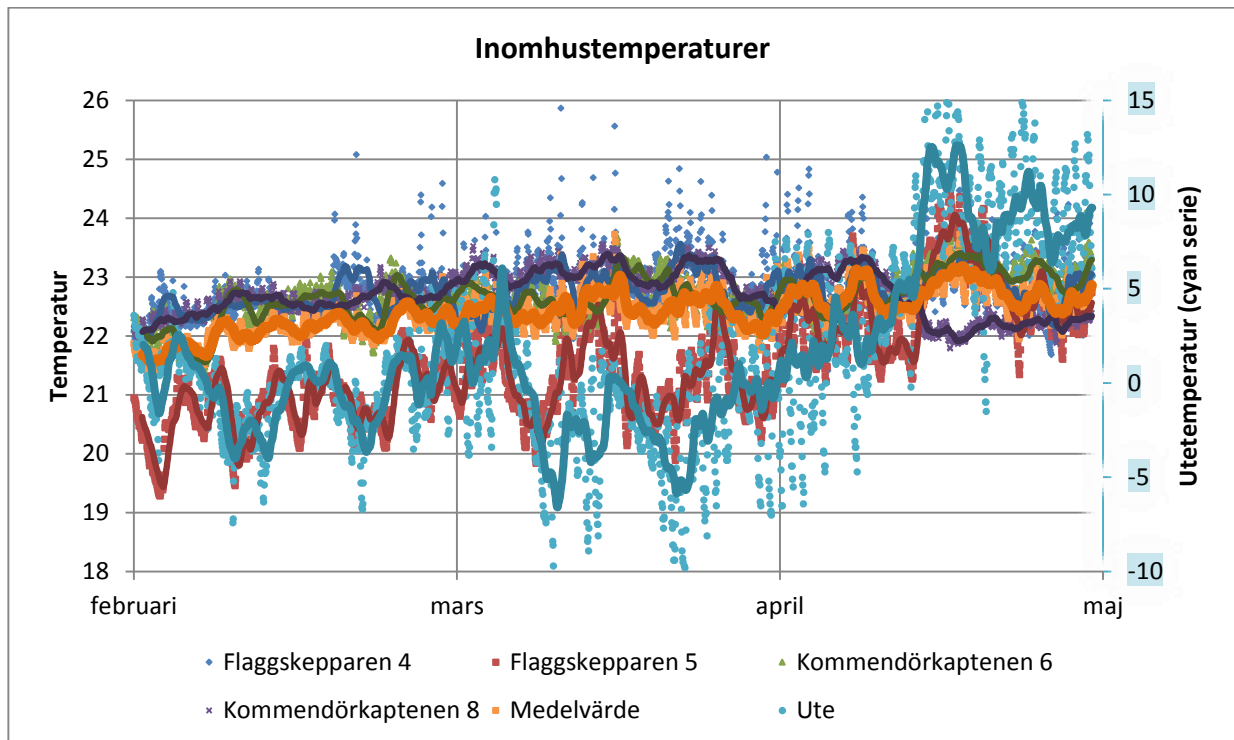
Den genomsnittliga inomhustemperaturen i lägenheterna i byggnader redovisas nedan:

Tabell 6. Temperaturer i lägenheter och allmänna utrymmen för Flaggskepparen 5.

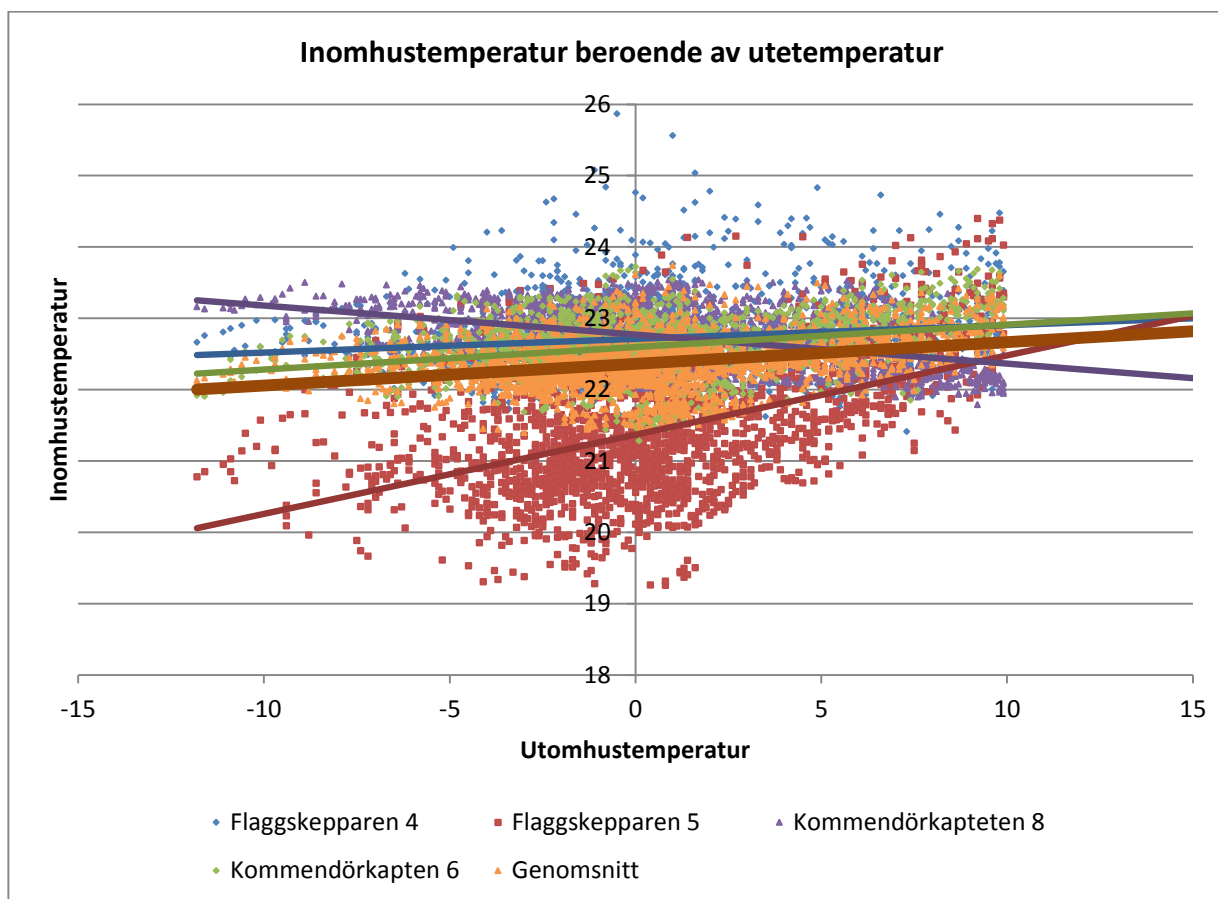
Byggnad	Min	Max	Medel	Median	Std
Flaggskepparen 4	21,4	25,9	22,8	22,6	0,53
Flaggskepparen 5	19,3	24,5	21,6	21,4	0,97
Kommendörkaptenen 6	21,3	24,1	22,7	22,7	0,42
Kommendörkaptenen 8	21,8	23,6	22,7	22,7	0,40
Totalt	19,3	25,9	22,4	22,4	0,58



Figur 9. Histogram med genomsnittlig inomhustemperatur i lägenheter för respektive byggnad.



Figur 10. Genomsnittlig inomhustemperatur i lägenheterna i respektive byggnad, februari – april, samt utetemperatur under samma period.



Figur 11. Genomsnittlig temperatur i lägenheterna i respektive byggnad jämfört med utomhustemperatur för samma period. Temperatuer över 10 grader är ej medräknade.

Jämförelse mellan byggnader visar tydligt att Flaggskepparen 5 särskiljer sig med lägre temperaturer än de övriga byggnaderna. Övriga tre byggnader har liknande utseende avseende temperaturprofiler, men vissa skillnader kan identifieras.

Flaggskepparen 4 (blå) har en svag naturligt nedåtgående inomhustemperatur inomhus vid låga utetemperaturer. Byggnadens reaktion vid kraftiga temperatursvängningar är att då utetemperaturen plötsligt sjunker så ökar inomhustemperaturen, och då utetemperatur plötsligt ökar sjunker inomhustemperaturen. Värt att notera är att byggnaden har ett trögt golvvärmesystem, men detta kan inte förklara temperaturprofilen. Vid platsbesöket noterades att utegivaren till uppvärmningssystemet visade -10 grader då utomhustemperaturen var -5 grader. Hur temperaturgivaren varierar med utetemperaturen är osäker, men detta kan vara en anledning till temperaturprofilen i byggnaden. Felet på givaren beror troligen på att givaren inte kalibrerats vid montering.

Flaggskepparen 5 (röd) har en lägre temperatur än de övriga byggnaderna. Vid låga utomhustemperaturer sjunker temperaturen tydligt i byggnaden. Byggnadens inomhustemperatur följer utomhustemperaturen på ett mycket tydligt sätt. Detta kan tyda på att börvärdeskurvan är för lågt satt, och att tillförd effekt vid låga utetemperaturer är för låg och därmed sjunker temperaturen proportionellt mot utetemperaturen. Detta framgår tydligt i Figur 10. Byggnaden saknar ett centralt värmesystem och värms med elvärme som distribueras via tilluften. Under vintern delas elvärmare ut till de boende som upplever låga temperaturer.

Kommendörkaptenen 6 (grön) har en jämn temperaturprofil, och påverkas inte påtagligt vid plötsliga temperaturvariationer. Problem med ojämna temperaturer mellan lägenheterna har uppmärksamats av förvaltaren och injusteringsarbete pågår. Tidigare användes individuell lägenhetsdebitering av värmeanvändning, men som togs ur bruk då det visade sig bli väldiga snedfördelningar mellan lägenheterna. Möjligheterna var också begränsade att påverka sin rumstemperatur då lägenheternas fysiska läge och påverkan av angränsade lägenheter blev en stor faktor.

Kommendörkaptenen 8 (lila) har en ökad temperatur inomhus vid låga utomhustemperaturer. Temperaturen i byggnaden är i övriga ganska jämn och håller sig relativt konstant även vid kraftiga temperatursvängningar. Förvaltaren upplever att byggnaden är rätt injusterad och intrimmad.

Appendix 7.3 Varmvatten och VVC-förluster

Metod

Flaggskepparen 5 och Kommendörkaptenen 6 har individuell mätning och debitering av varmvatten, och mäter total varmvattenanvändning månadsvis för varje lägenhet. Det sker ingen separat mätning till tvättmaskinerna i den gemensamma tvättstugan i Flaggskepparen 5. I Kommendörkaptenen 8 finns enskilda mätare för varje lägenhet som årligen avläses manuellt. Tvättmaskinerna är inkopplade på varmvattnet men mäts ej separat.

Flaggskepparen 4 saknar varmvattenmätning, och beräknad varmvattenanvändning baseras på avläst kallvattenförbrukning för hela fastigheten mellan januari 2013 – september 2013. 40 % av kallvattnet antas gå till tappvarmvatten. Omvandlingstal för volym kallvatten till årsenergi används, en kubikmeter vatten motsvarar 55 kWh att värma till tappvarmvattenlämplig temperatur, och omräkning från uppmätt varmvattenvolym till energianvändning för uppvärmning multipliceras således med 55.

För att beräkna VVC-förlusterna i de fyra fastigheterna planerades en analys av de fastigheterna med varmvattenmätning. Skillnaden mellan uppmätt fjärrvärmeanvändning och uppmätt energianvändning för varmvatten under sommaren bör utgöras av VVC-förluster. Vid analys av resultatet framgick att resultatet inte var tillförlitlig då mätosäkerheten av varmvattenflödet per lägenhet var för stor. Problem uppstår även i de fastigheter där tvättmaskiner är kopplade till varmvattnet utan att mätas med enskild fördelningsmätare.

Efter diskussion med styrgruppen ändrades angreppssätt till att baseras på uppmätta temperaturer för utgående och inkommande varmvatten i VVC-kretsen och uppmätt flöde i kretsen. Temperaturerna i kretsen loggades under februari - april. VVC-förlusterna beräknas med följande formel:

$$P = q \times \rho \times c_p \times (T_{ut} - T_{retur})$$

P = effekt [W]

q = flöde i kretsen [m³/s]

ρ = densitet [kg/m³]

c_p = specifik värmekapacitet J/kgK

T = temperatur [K]

Mätmetoden för vattenflöde är direktmätning över strypventil med känd karasterik, mätutrustning, TA CBI. En begränsning i metoden är att värmeförlusterna från varmvattenledningarna in till lägenheterna inte medräknas vid mätning av VVC-förluster. Ofta är dessa till viss del oisolerade, men avgiven värme kan till större del tillgodose byggnaden än övriga VVC-förluster.

För Flaggskepparen 5 har VVC-förlusterna beräknats m.h.t. VVC-kretsens längd, tjocklek av isolering och omgivande temperatur.

Resultat

Uppmätta varmvattenflöden och beräknad energianvändning för varmvatten redovisas för de fyra byggnaderna.

Tabell 1. Uppmätt varmvattenflöde för lägenheterna och beräknad energianvändning för varmvatten.

Varmvatten	Flaggskepparen 4	Flaggskepparen 5	Kommendör-kaptenen 6	Kommendör-kaptenen 8
m³/år				
2011	-	791	826	706
2012	-	898	848	649
2013	930	-	-	-
kWh/år				
2011	-	43 480	45 450	38 830
2012	-	49 400	46 610	35 720
2013	51 120	-	-	-
kWh/m² år				
2011	-	15,0	17,3	21,0
2012	-	17,0	17,7	19,3
2013	27,9	-	-	-

Uppmätt varmvattenanvändning varierar mellan 15-28 kWh/m² och år beroende på byggnad.

Uppmätta flöden i VVC-kretsarna och utgående och inkommande temperatur för de tre byggnader med komplett uppmätning redovisas nedan. Flödet i kommendörkaptenen 8 kunde ej mätas p.g.a. för lågt tryck.

Tabell 2. Uppmätt VVC-temperatur, flöde och beräknad årlig energiförlust för VVC-kretsen för Flaggskepparen 4 och 5.

	Flaggskepparen 4		Flaggskepparen 5 ¹	
	T _{ut}	T _{retur}	T _{ut}	T _{retur}
Temperatur, min	46,8	31,5	42,9	36,0
Temperatur, max	51,6	35,7	54,0	44,7
Temperatur, medel	50,5	33,2	52,6	43,1
Temperatur, avläst analogt	56,0	52,0	55 vid ventil i garage	
Flöde, q, l/s	0,066		0,13 vid mätning (varierar)	
Beräknad effekt, P, W	1106 ²		1500 ³	
Energiförlust per år	9690 kWh/år		13140 kWh/år	
Energiförlust per m² och år	5,1 kWh/m²A_{temp}		4,5 kWh/m²A_{temp}	

¹ Siffror inom parentes anger beräknat värde, men värdena loggad temperatur anses inte vara tillförlitligt och flödet varierar i systemet vilket gör att uppmätt värde inte kan användas.

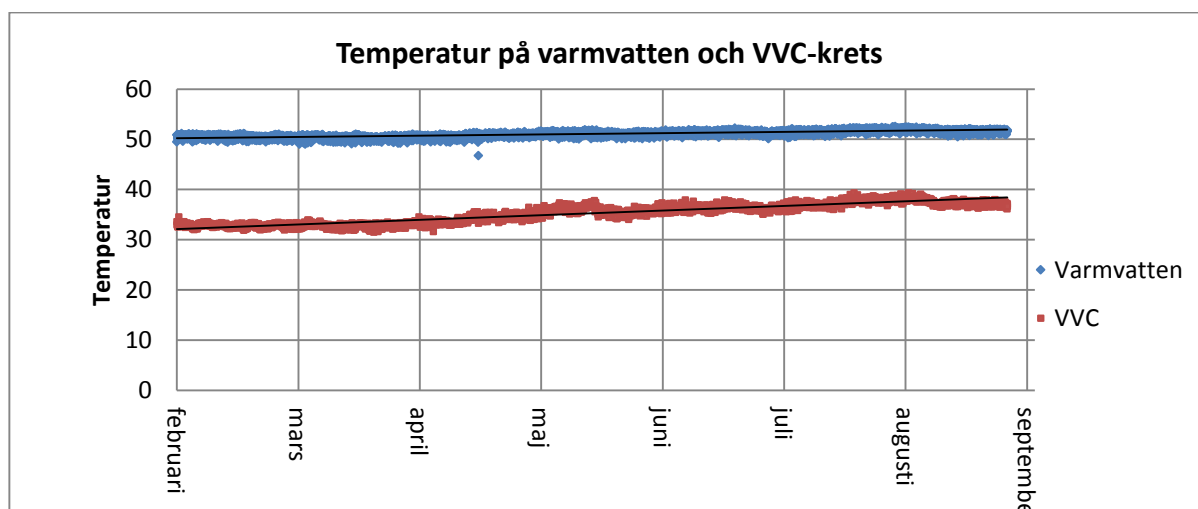
² Beräknas m.h.t. analogt avläst temperatur eftersom loggad temperatur inte är tillförlitlig.

³ Beräknad effekt baseras på handberäkningar. Uppmätt flöde i VVC-kretsen varierar över dygnet och uppmätt flöde vid platsbesöket kan därför inte användas vid beräkning av värmeförlust. Med uppmätta värden och antaget flöde blir energiförlusterna för VVC-förlusterna ca 15 kWh/m² och år vilket bedöms som orimligt.

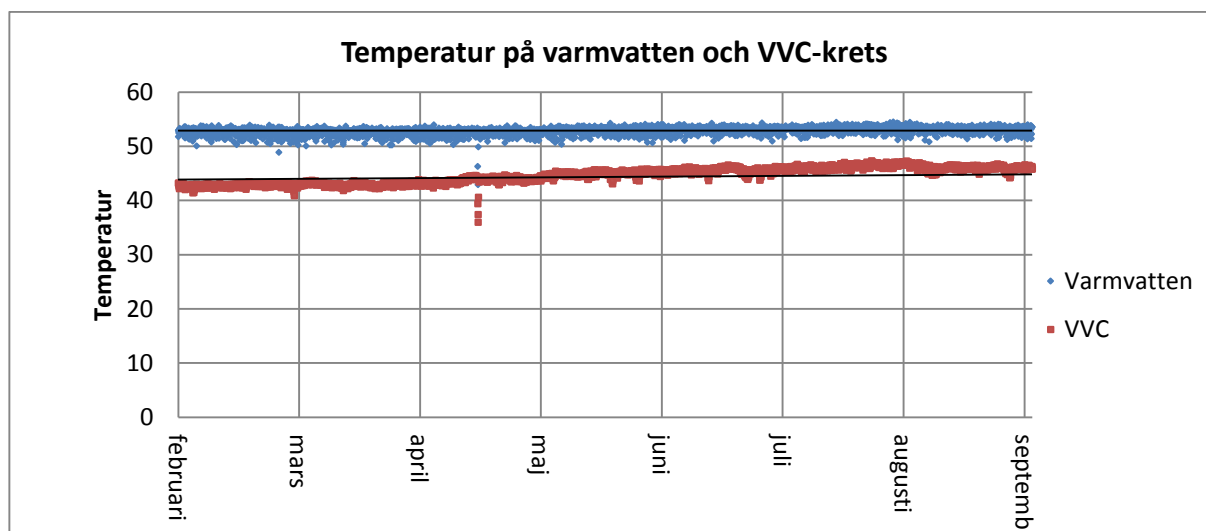
Tabell 3. Uppmätt VVC-temperatur, flöde och beräknad årlig energiförlust för VVC-kretsen för Kommendörkaptenen 6 och 8.

	Kommendörkaptenen 6		Kommendörkaptenen 8	
	T_{ut}	T_{retur}	T_{ut}	T_{retur}
Temperatur, min	34,2	32,5	-	-
Temperatur, max	56,2	52,8	-	-
Temperatur, medel	53,8	52,1	-	-
Temperatur, avläst analogt		53,2	55,2	52,1
Flöde, q	0,29 l/s		Kan ej mätas pga lågt tryck	
Beräknad effekt, P	2066 W		-	
Energiförlust per år	18 095 kWh/år		-	
Energiförlust per m² och år	6,9 kWh/m²A_{temp}		-	

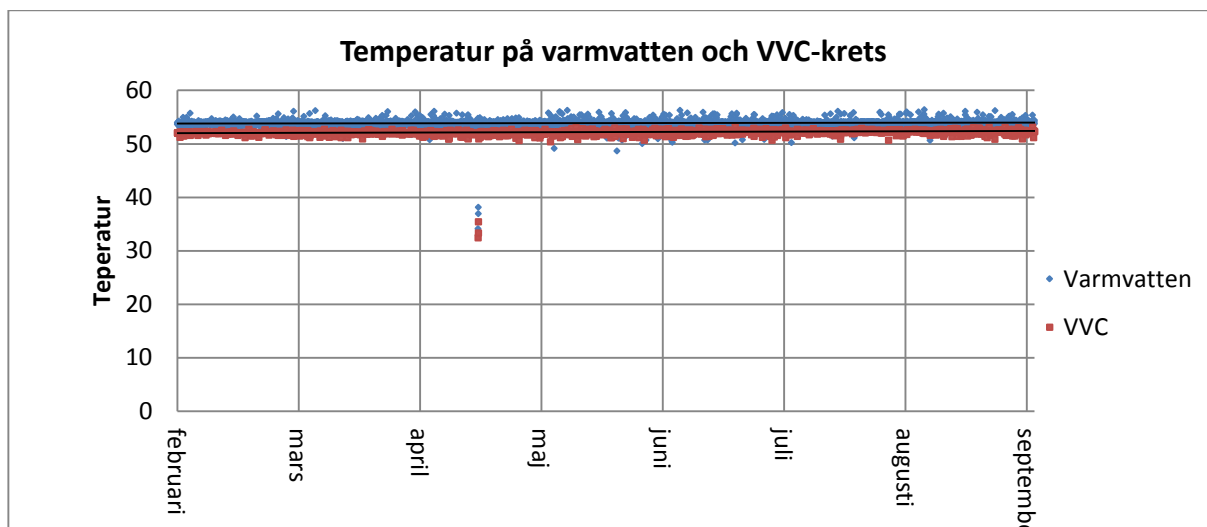
Varmvattenledningen och VVC-kretsens temperaturer har loggats från februari – september och temperaturens variation över året redovisas nedan för de olika byggnaderna.



Figur 1. Temperatur på varmvatten och VVC-krets för Flaggskepparen 4.



Figur 2. Temperatur på varmvatten och VVC-krets för Flaggskepparen 5.



Figur 3. Temperatur på varmvatten och VVC-krets för Kommendörkaptenen 6.

Generellt är VVC-flöden inte injusterade och injusteringsventilen står fullt öppen med undantag för Flaggskepparen 5. För att göra flödesmätningen har injusteringsventilen strypts med 3 kPa för att få ett mätbart flöde.

VVC-systemet för Flaggskepparen 4 antas fungera väl trots att det inte är injusterat. VVC-temperaturen överstiger 52 °C vid analog avläsning. Dataloggning av VVC-temperaturen visar mycket låga värden och det är sannolikt fel på mätutrustningen.

VVC-förlusterna för Flaggskepparen 5 varierar eftersom termostatventiler ute i VVC-systemets grenledningar som reglerar VVC-flödet att hålla inställd temperatur. Vid mätningen erhöles det momentana flödet 0,13 l/s. Dataloggning av VVC-temperaturen visar att VVC-temperaturen är mycket låg och understiger kravet på 50°C. VVC-temperaturen pendlar mellan 36,0-44,7 °C vilket bör undersökas närmare. Beräkning av VVC-förlusten utifrån momentant mätvärde för VVC-flödet ger en orimlig VVC-förlust, därför har VVC-förlusten även beräknas utifrån VVC-systemets ledningslängd, isolertjocklek och omgivande temperatur. Denna beräkning ger en VVC-förlust på 1500 W vilket motsvarar ca 4,5 kWh/m² och år.

Vid mätningen av VVC-flödet för Kommendörkaptenen 6 erhöles det momentana flödet 0,29 l/s. Dataloggning av VVC-temperaturen visar att VVC-temperaturen är mycket låg och understiger kravet på 50°C. VVC-temperaturen pendlar mellan 32,5-52,8 °C vilket bör undersökas närmare. Beräkning av VVC-förlusten utifrån momentant mätvärde för VVC-flödet ger en VVC-förlust på 2066 W vilket motsvarar ca 6,9 kWh/m² och år.

VVC-systemet för Kommendörkaptenen 8 antas fungera väl trots att det inte är injusterat. VVC-temperaturen överstiger 52 °C vid analog avläsning. VVC-flöde gick inte att mäta p g a för lågt tillgängligt tryck över injusteringsventilen. Dataloggning av VVC-temperaturen gick förlorad i havererad mätutrustning.

Som en jämförelse med vad som framkommit i effektsignaturerna jämförs respektive uppmätt värde med dessa. Skillnaden i Flaggskepparen 5 och Kommendörkaptenen 8 kan delvis bero på att tappvarmvattnet för tvättstugorna inte medräknas i uppmätt varmvatten med IMD. Ett annat fel kan vara

att fördelningen som görs med hjälp av FEBY som anger hur tappvarmvattnet varierar över året inte stämmer helt överrens med brukarbeteende i undersökt område.

Tabell 4. Sammanställning av uppmätt varmvattenanvändning och VVC-förluster jämfört med effektsignaturerna.

	Uppmätt VV+VVC med IMD	Uppmätt med effektsignatur
Flaggskepparen 4	33,0 (=27,9+5,1)	32,7
Flaggskepparen 5	20,5 (=16+4,5)	37,5
Kommendörkaptenen 6	24,4 (=17,5+6,9)	26,7
Kommendörkaptenen 8	25,2 (=20,2+5 ⁴)	32,0
Medel	25,8 (20,4+5,4)	32,2

Jämfört med råd från FEBY 12 med en medeleffekt på 0,6 W/m² (5 kWh/m² och år) överstiger uppmätta värden något men ligger nära. Det är anmärkningsvärt att VVC-systemet endast varit injusterat i en av byggnaderna.

⁴ Ej uppmätt. Uppskattat med medeleffekt på 0,6 W/m² enligt FEBY 12.

Slutsats

Generellt injusteras inte VVC-systemen vid driftsättning utan injusteringsventiler lämnas fullt öppna vilket leder till onödig energiförlust, med undantag för Flaggskepparen 5. Dataloggningar visar att VVC-temperaturen i flera fall pendlar och understiger kravet på 50°C.

Endast Flaggskepparen 5 har ett VVC-system utrustat med termostatstyrda injusteringsventiler. Dessa system ger ett variabelt VVC-flöde som ska ge lägre värmecirkulationsförluster. Då injusteringsventilerna sitter ute i anläggningen kan de inte reglera för den fortsatta värmeförlusten fram till undercentralen. Systemet med injusteringsventilerna ska utformas och ställas in så ett erforderligt VVC-flöde finns i hela kretsen under olika driftbetingelser. Utformningen av systemet kan vara förklaringen till att VVC-temperaturen pendlar.

Byggnaderna i den fördjupa studien har en uppmätt varmvattenanvändning och VVC-förlust på mellan 20,5-33,0 kWh/m² och år.

Uppmätta värden är ca 6 kWh/m² och år lägre än beräknad varmvattenanvändning och VVC-förlust med effektsignaturerna. Skillnaden kan delvis bero på att varmvattnets variation över året varierar mindre i området än antagit vid uppskattning med effektsignaturerna.

Appendix 7.4 Ventilation och fastighetsel

Metod

Ventilationsflöde

Mätning har skett för att kartlägga de faktiska luftflödena och jämföra dessa mot de projekterade samt gällande krav och normer. Mätning sker med olika metoder beroende vilket mätobjektet är och vilka praktiska begränsningar det omges av. Mätning över ventilationsaggregat har kontrollmätts med spårgas.

Valet av mätpunkt har styrts av varje fastighets förutsättningar. För att begränsa mätningarna har det också varit nödvändigt att göra avgränsningar. Avgränsningen har varit att mäta större luftflöden för ventilationsaggregat och frånluftsfläktar. Övriga och mindre luftflöden har mätts där det ansetts motiverat.

Följande mätmetoder har använts;

Mätning utförd med tryckmätare enligt teknisk anvisning av Systemair.

Mätning utförd med tryckmätare enligt teknisk anvisning av Fläktwoods.

Luftflöde uppmätt med varmtråd, medelvärde vid 5-punktsmätning.

Luftflödesmätning med spårgas med mätfel +/- 8 %

Luftflöde uppmätt med stös och vinghjulsanemometer.

Mätmetoden är direkt mätning över befintliga don i lägenheterna, till- och frånluft, mätutrustningen som användes är TESTO 417, dvs en till-frånluftsanemometer, med tillhörande stös.

Tidpunkter för mätning;

2013-01-24 - 2013-01-25, 2013-01-28

Återvinningsgrad

Mätning av återvinningsgraden över ventilationsaggregat har skett för att kartlägga den faktiska återvinningsgraden och jämföra den mot den av fabrikanten utlovade. Återvinningsgraden beräknas med hjälp av att mäta temperaturverkningsgraden.

Mätningen har skett av avlufts-, utelufts- och frånluftstemperaturen. Mätningen avgränsades till att mäta temperaturverkningsgraden över frånluftssidan. Mätning över tilluftssidan gick inte att utföra och begränsas av att temperaturgivarna skulle påverkas av värme från luftvärmebatteriet.

Temperaturverkningsgrad beräknas enligt följande formel;

$$\eta_{Tf} = 1 - \frac{(T_{Av} - T_{Ute})}{(T_F - T_{Ute})}$$

η_{Tf} = Temperaturverkningsgrad

T_{Av} = Temperatur avluft [°C]

T_{Ute} = Temperatur uteluft [°C]

T_F = Temperatur frånluft [°C]

Tidsperioden för dataloggning av mätare;

2013-02-01 - 2013-09-10

Fastighetsel

Mätning har skett för att kartlägga vad fastighetselen försörjer i de undersökta fastigheterna. Elanvändning för tvättstugor och utebelysning kan t ex ingå i den samlade elanvändningen för fastigheten, trots att det inte skall räknas till specifik energi. Mätningen kan också visa om någon elanvändare är omotiverat stor.

Kartläggning av fastighetsel har utförts genom momentanmätning samt dataloggning av elanvändare. Med momentanmätning mäts den aktuella elanvändning vid mättillfället och genom dataloggning kan mönstret för elanvändningen över en tidperiod kartläggas.

Valet av mätpunkt har valts beroende på varje fastighets förutsättning med avgränsningar. Avgränsningen har varit att datalogga endast större frånluftsfläktar, värmepumpar, hissar, utebelysning och tvättstugor. Övriga och mindre elanvändare har momentanmätts där det ansetts motiverat.

Vid insamling av mätvärden m h a dataloggning har upplösningen var 20 min valts. Upplösningen för hissar finns även för var 20 sekund.

Mätperioderna har linjäriserats över året för att kunna jämföras i kWh/m² A_{temp}, år.

Elanvändare som cirkulationspumpar, ljuskällor i trapphus mm har inventerats.

Resultatet av mätningar av specifik fläkteffekt SFP kWh/m³ relateras till;

Nivåer för eleffektivitet för ventilation enligt BFS 2006:12

FTX Från- och tilluftsventilation med återvinning	2,0
FT Från- och tilluftsventilation	1,5
FX Frånluftventilation med återvinning	1,0
F Frånluftventilation	0,6

Utrustning som använts;

Momentanmätning har skett med strömtångmätare av typ UNI-T UT203

Dataloggning har skett med strömtånglogger av typ Energidata M2VB-2, USVC-1 och USVC-2.

Mätperioder för dataloggning;

2013-02-01 tom 2013-09-30 Generellt

2013-11-11 tom 2013-11-19 Hissar Kommendörkaptenen 6.

Momentana mätningar;

2014-03-19, 2014-03-25 Elanvändning Kv Flagg skepparen 5

Resultat

Kommendörkaptenen 6

Ventilationsflöde

Byggnadens ventilationssystem består av lägenhetsaggregat med värmeåtervinning och elvärme av typen Fläktwoods RDKR. Ventilationen är uppmätt i de fyra utvalda lägenheterna. I alla de 4 lägenheterna är luftflödena godtagbara men behöver justeras då överstiger de projekterade. Lägenheter nr 2 och 3 överventileras och medför en onödig energianvändning.

Temperaturverkningsgraden över återvinningsbatterierna är god, varierar mycket mellan lägenheterna och uppgår till 60-85%. Eftersom luftflödena inte är justerade och i balans över ventilationsaggregaten går det inte avgöra om temperaturverkningsgraden är i nivå med den projekterade. Det samlade ventilationsflödet för byggnaden är enligt handlingar projekterat till 0,38 l/s, A_{temp} .

Ventilationsaggregat betjänande garage tillhör fastigheten Kommendörkaptenen 9 och ingår inte i undersökningen. Värt att beakta är dock att garaget är avdelat och delvis uthyrt till en extern hyresgäst, avgränsningen påverkar ventileringen av den avdelade garagedelen.

Garage ventileras via friskluftsventiler i fasad och frånluftsfläkt i hisschakt.

Fastighetsel

Dataloggning har skett av den totala elanvändningen för;

- lägenhetsventilationsaggregaten i utvalda lägenheter
- hiss i trapphus 1
- hiss i trapphus 2
- elcentral för fastighetsel
- utebelysning

Urvalet har utelämnat dessa övriga elanvändare;

- övriga lägenhetsventilationsaggregat
- underelcentral för fastighetsel
- mindre frånluftsfläktar
- cirkulationspumpar
- belysning

Bostadsbyggnadens ventilationssystem består främst av ett flertal lägenhetsaggregat med värmeåtervinning och elvärme av typen Fläktwoods RDKG. Dataloggning har skett av den totala elenergianvändningen av ventilationsaggregaten i utvalda lägenheter. Elanvändningen i form av hushållsel som tillhör fastighetsel för undersökta lägenheter för ventilationsaggregat inkl elvärme uppgår till uppskattningsvis 21,2 kWh/m² A_{temp} år.

De separata spisfläktarna av typen Fläktwoods JBDD har en märkeffekt av 130W, uppmätt medelelanvändning på 84-117W vid det projekterade luftflödet 30l/s vilket ger ett relativt högt SFP på 2,8-3,9. Ventilationsaggregatet har en märkeffekt på 200W, vid en antagen medelelanvändning på 2x84W vid 45 l/s ger det ett SFP tal på 3,7. Sammanfattningsvis ger lägenhetsaggregaten ett relativt högt SFP.

Småfläktar i källare, hissar och soprum är ej uppmätta men lika komponenter på fastigheten Kommendörkaptenen 8 och antages ha SFP 0,8 – 1,1. De 6 st fläktarna går kontinuerligt ger en uppskattad elanvändning på 0,8 kWh/m² A_{temp}, år.

Värmecirkulationspumpen har tryckstyrning och är högeffektiv. Energieffektivitetsklass EEI ≤ 0,23. Centrala frånluftsfläktar i garage har SFP 0,24 - 0,3. Central tilluftsfläkt i garage har SFP 0,45. Småfläktar i garage är ej uppmätta men lika komponenter på fastigheten Kommendörkaptenen 8 och antages ha SFP 0,8 – 1,1.

Hissarna i byggnaden används frekvent och elanvändningen beräknas till 1 kWh/m² A_{temp}, år under en veckas dataloggning med 20 sek intervall. Med hjälp av dataloggning konstateras även att hissarna har en kontinuerlig elanvändning även när de inte används.

Dataloggning av apparatskåpet vilket betjänar den samlade fastighetselen inklusive hissarna med 20 min intervall uppskattas till 23,1 kWh/m² A_{temp}, år. Slutsatsen är att dataloggningen ger ett stort mätfel och blir nära 3 ggr så hög som total elanvändning.

Utebelysningen är till stor del ett modernt LED baserat system som har en låg energianvändning samt till viss del halogenspotlights. Nyckeltalen blir låga för fastighetens dataloggade system. Belysning i trapphus, källare och soprum har lågenergilampor med akustisk styrning.

Den ofördelade fastighetselen uppdelas genom beräkning av de ingående elanvändarna;

- Värmecirkulationspumpen har en eleffekt på 110W och en elanvändning sedan start på 1731 kWh vid avläsning 2013-01-24. Pumpstoppautomatik saknas för värmecirkulationspumpen och ger en drifttid på 8760 h vilket ger en elanvändning på 1,0 kWh/m² A_{temp}, år.
- VVC-pumpen har en kontinuerlig drift och en uppskattad elanvändning på 0,3 kWh/m² A_{temp}, år.
- Trapphusbelysning har en inventerad eleffekt på 1466 W, närvarostyrning och trapphusstyrning med en uppskattad drifttid på 1000 h ger en elanvändning på 0,6 kWh/m² A_{temp}, år.
- Elanvändningen för garageportar och övriga styrsystem antas utgöra resterande del på 4,8 kWh/m² A_{temp}, år.

Tabell 1. Summerad fastighetsel för Kommendörkaptenen 6

Summerad fastighetsel för Kommendörkaptenen 6				
Sammanställning	Delsummer			Total
	Dataloggning	Beräknad	Restvärde	fastighetselanvändning
	kWh/m ² , A _{temp}	kWh/m ² , år A _{temp}	kWh/m ² , år A _{temp}	kWh/m ² , år A _{temp}
Ventilation i lägenheter inkl elvärme	12,9	21,2		21,2
Frånluftsfläktar		0,8		0,8
Hissar		1,0		1,0
Värmecirkulationspump		1,0		1,0
VVC-pump		0,3		0,3
Trapphus		0,6		0,6
Garageportar och övrigt			4,8	4,8
Totalt	12,9	24,9	4,8	29,7

Dataloggningar

Tabell 2. Dataloggning av ventilationsaggregat i lägenheter Kommendörkaptenen 6

Dataloggning av ventilationsaggregat i lägenheter					
Mätperiod	2013-02-01 - 2013-09-10				
Lgh	Typ	Luftflöde	Drifttid	Elanvändning	Lgh
		T/F, l/s	h, min	kWh	m ² / l/s, m ²
1	FTX	40/47	-	290,31	91,1 / 0,5
2	FTX	60/42	5514, 24	1590,45	77,2 / 0,5
3	FTX	52/60	5492, 13	1844,83	91,3 / 0,7
3	Spisfläkt	(-/30)	204, 5	23,94	
4	FTX	35/42	5401, 13	797,91	92,7 / 0,5
4	Spisfläkt	(-/30)	141, 57	11,84	
Totalt				4559,3	352,3
Nyckeltal	21,2	kWh/m ² , år A _{temp}			

Tabell 3. Dataloggning av hissar Kommendörkaptenen 6

Dataloggning av hissar					
Mätperiod	2013-11-11 – 2013-11-19				
Hiss	Effekt			Ber. Elanv.	A _{temp}
	Min W	Max W	Medel W	kWh	m ²
Hiss 1	130	3205	185		
Hiss 2	12	3209	108		
Totalt			293	52,7	2634
Nyckeltal	1	kWh/m ² , år A _{temp}			

Tabell 4. Dataloggning av elcentral för fastighetsel Kommendörkaptenen 6

Dataloggning av elcentral för fastighetsel					
Mätperiod	2013-02-01 – 2013-09-10				
Apparatskåp	Effekt			Ber. Elanv.	A _{temp}
	Min W	Max W	Medel W	kWh	m ²
AS	1672	2735	6479		
Totalt			6479	37630,0	2634
Nyckeltal	23,1	kWh/m ² , år A _{temp}			

Tabell 5. Dataloggning av utebelysning Kommendörkaptenen 6

Dataloggning av fastighetsel för utebelysning (LED)					
Mätperiod	2013-02-01 – 2013-09-10				
Apparatskåp	Effekt			Ber. Elanv.	A _{temp}
	Min W	Max W	Medel W	kWh	m ²
LED-belysning	0	12	0,2		
Totalt			0,2	1,2	2634
Nyckeltal	0,0	kWh/m ² , år A _{temp}			

Momentana mätningar

Tabell 6. Momentan mätning av eleffekter Kommendörkaptenen 6

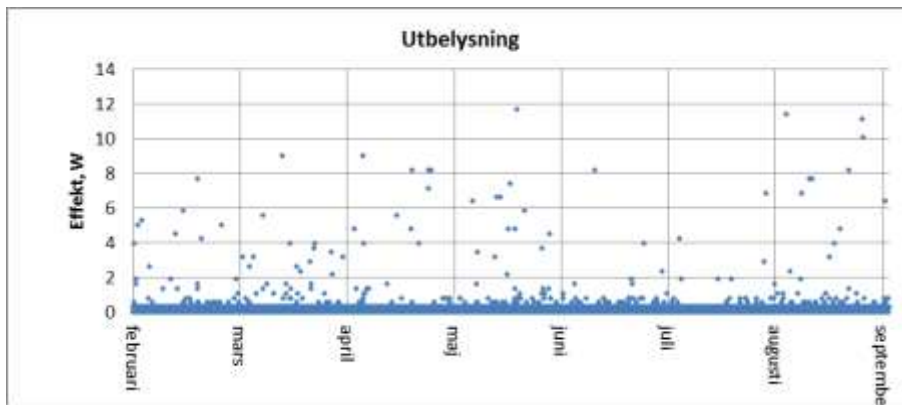
Momentan mätning av eleffekter		
Mättidpunkt	2013-01-25	
	Effekt W	Kommentar
Värmecirk.pump	110	
C-5703-TA1	605	Avläst effekt på display 0,3kW
C-5703-FF1:1	212	Avläst effekt på display 0,1kW
C-5703-FF1:2	161	Avläst effekt på display 0,06kW
Hiss 1	462	Baslast
Hiss 2	242	Baslast

Tabell 7. Momentan mätning av ventilation för garage Kommendörkaptenen 6

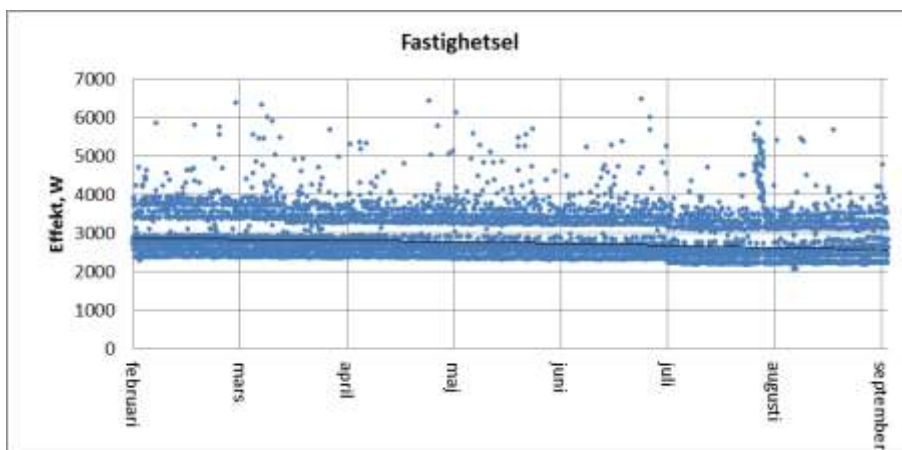
Luftflödesmätning av ventilation för garage			
Mättidpunkt	2013-01-25		
	Rumstyp	Uppmätt Luftflöde T/F, l/s	Projekterat luftflöde T/F, l/s
C-5703-TA1	Garage	1350/-	630/- (2500/-)
C-5703-FF1:1	Garage	-/702	-/315 (-/1250)
C-5703-FF1:2	Garage	-/679	-/315 (-/1250)

Tabell 8. Momentan mätning av ventilationsaggregat i lägenheter Kommendörkaptenen 6

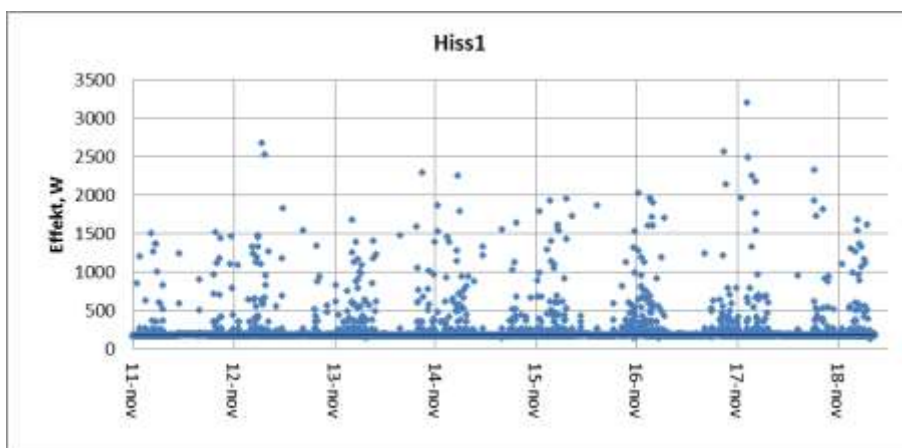
Luftflödesmätning av ventilation i lägenheter						
Mättidpunkt	2013-01-25					
Lgh	Typ	Uppmätt Luftflöde don T/F, l/s	Uppmätt Luftflöde Aggregat T/F, l/s	Projekterat luftflöde T/F, l/s	Nyckeltal uppmätt luft- flöde l/s, m ²	A _{temp} m ²
1	FTX	35,5/14	40/47	40/40	0,52	91,1
2	FTX	27/26,5	52/60	36/36	0,66	91,3
3	FTX	34/15	60/42	36/36	0,54	77,2
3	F	-	-/30	-/30		
4	FTX	24,5/19	35/42	36/36	0,45	92,7
4	F	-	-/30	-/30		



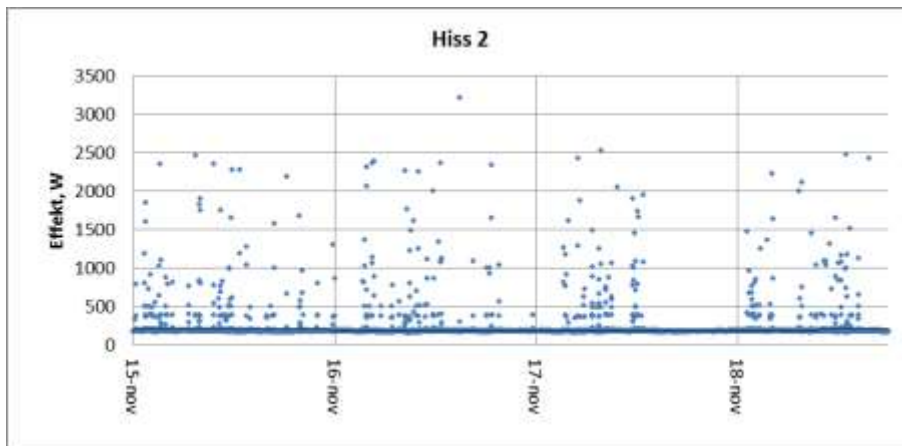
Figur 1. Dataloggning av utebelysning Kommendörkaptenen 6



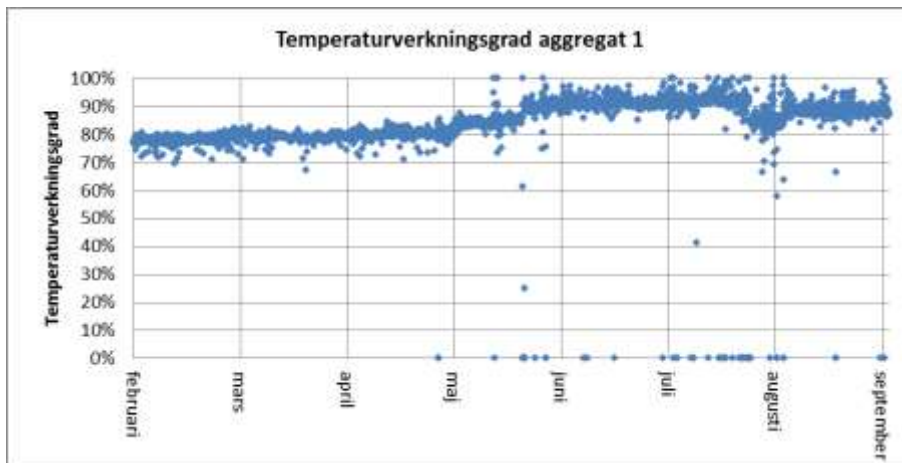
Figur 2 Dataloggning av total fastighetsel Kommendörkaptenen 6



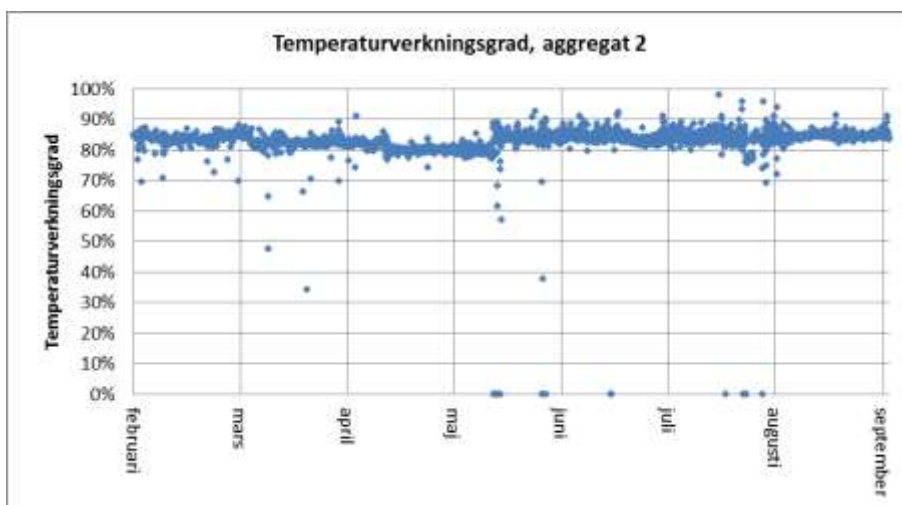
Figur 3 Dataloggning av hiss 1 Kommendörkaptenen 6



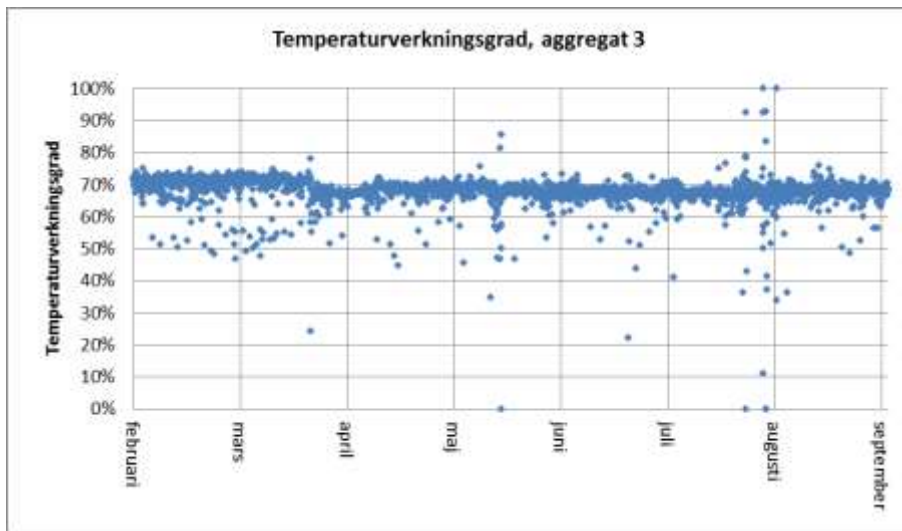
Figur 4 Dataloggning av hiss 2 Kommendörkaptenen 6



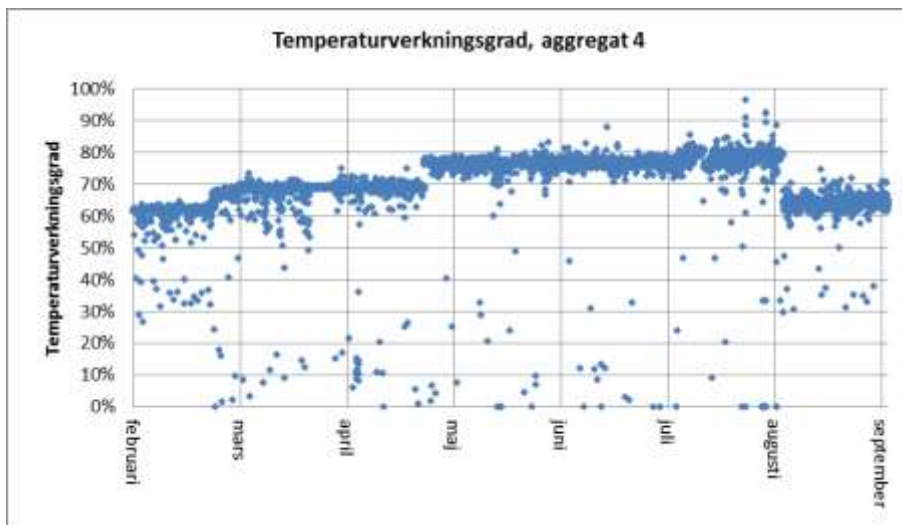
Figur 5 Dataloggning av temperaturverkningsgrad aggregat 1 Kommendörkaptenen 6



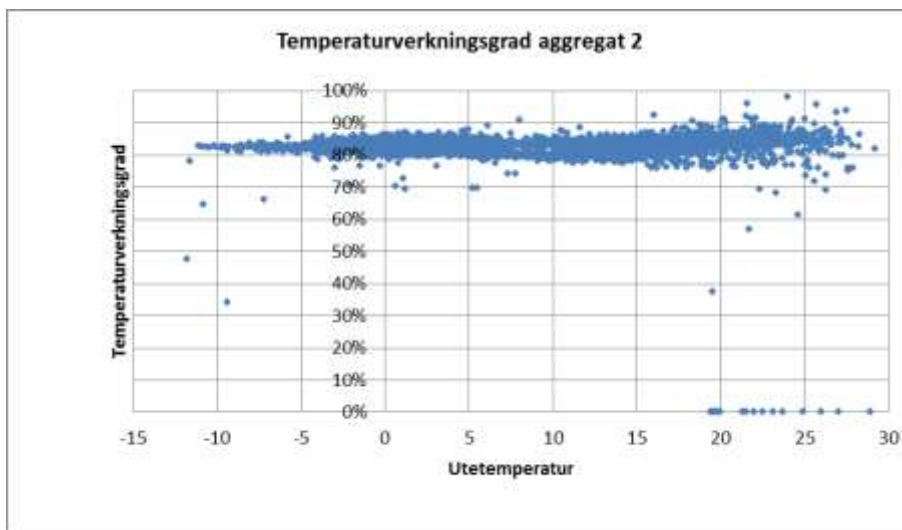
Figur 6 Dataloggning av temperaturverkningsgrad aggregat 2 Kommendörkaptenen 6



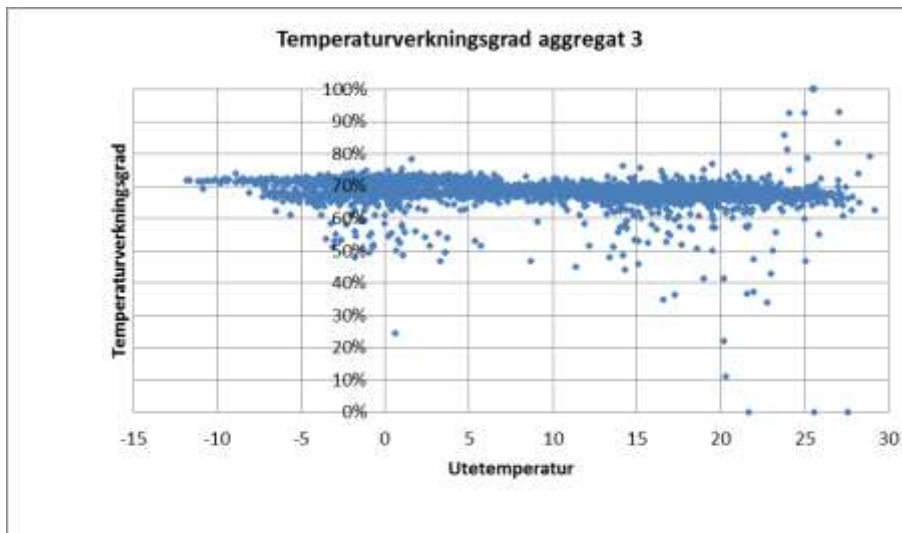
Figur 7 Dataloggning av temperaturverkningsgrad aggregat 3 Kommendörkaptenen 6



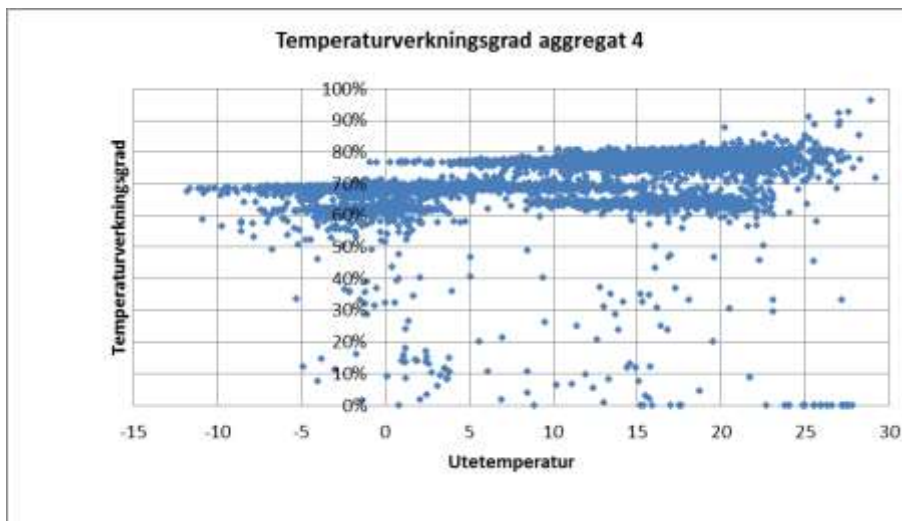
Figur 8 Dataloggning av temperaturverkningsgrad aggregat 4 Kommendörkaptenen 6



Figur 9 Dataloggning av temperaturverkningsgrad aggregat 2 Kommendörkaptenen 6



Figur 10 Dataloggning av temperaturverkningsgrad aggregat 3 Kommendörkaptenen 6



Figur 11 Dataloggning av temperaturverkningsgrad aggregat 4 Kommendörkaptenen 6

Slutsats ventilationsflöde

Byggnadens ventilationssystem är i obalans, överventileras och i behov av luftinjustering. Ventilationsaggregaten i de undersökta lägenheterna har dock en god värmeåtervinningsfunktion. Ventileringen av garaget behöver kontrolleras för de avdelade garageplatserna så de uppfyller gällande regelverk.

Slutsats fastighetsel

Fastighets och hushållselanvändningen har tillsammans historiskt uppmäts till ca 49 kWh/m² A_{temp} varav fastighetselen har separat historiskt uppmäts till ca 8-9 kWh/m² A_{temp}.

Kartläggningen har fördelat elanvändningen till 21,2 kWh/m² A_{temp}, år för hushållselen och 3,7 kWh/m² A_{temp}, år för fastighetselen. Omfördelas elanvändningen för ventilationssystemen från hushållsel till fastighetsel uppgår den totala fastighetselen till 24,9 kWh/m² A_{temp}, år vilket är rimligt för en fastighet med hissar och FTX-system med höga SFP-tal.

Fastighetens cirkulationspumpar och belysningssystem är energieffektiva, ventilationssystemen utgör en betydande del av den egentliga fastighetselanvändningen, se tabell 1.

Kommendörkaptenen 8

Ventilationsflöde

Byggnadens ventilationssystem består främst av ett centralt ventilationsaggregat i källaren med tryckstyrning och värmeåtervinning med plattvärmewäxlare. Luftflödet är uppmätt till 530/630 l/s vilket stämmer överrens med det projekterade luftflödet på 560/610 l/s.

Temperaturverkningsgraden över återvinningsbatteriet är god och uppgår till 60% enligt mätningar över ventilationsaggregat.

Tvättstuga och förråd betjänas av mindre överluftsfläktar. Det samlade ventilationsflödet för byggnaden är 0,37 l/s, A_{temp} .

Ventilationen i garage utgörs av avluft från ventilationsaggregatet. Luftflödet är uppmätt till 86 l/s vid grundflöde respektive 177 l/s vid forcerat flöde, det projekterade luftflödet är 315/700 l/s.

Ventilationen i garage har enligt uppmätningar ett minflöde som understiger lägsta tillåtna frånluftsflöde enligt Minimikrav på luftflöde med referens till SBN-PFS 1983:2. Värt att beakta är att avluftsflödet från FTX aggregatet inte motsvaras av frånluftsflödet för garaget, varken det uppmätta eller det projekterade, och det byggs upp ett luftövertryck i garaget som kan påverka ventileringen och trycksättningen i byggnaden.

Fastighetsel

Dataloggning har skett av den totala elanvändningen för;

- ventilationsaggregat betjänande lägenheter
- hiss i trapphus
- tvättstuga
- utebelysning

Urvalet har utelämnat dessa övriga elanvändare;

- elcentral för fastighetsel
- mindre frånluftsfläktar
- cirkulationspumpar
- belysning

Ventilationssystemet är ett centralt FTX-system och mindre frånluftsfläktar. Dataloggning har skett av FTX, aggregatet har ett mycket högt SFP värde på 3,7, tryckstyrning och en uppskattad elanvändning på 21,2 kWh/m² A_{temp} , år. Överluftsfläktar i källare är ej uppmätta men lika komponenter på fastigheten Kommendörkaptenen 8 och antages ha SFP 0,8 – 1,1. De 2st fläktarna går kontinuerligt ger en uppskattad elanvändning på 0,4 kWh/m² A_{temp} , år. Garage ventileras med fläkt med CO styrning, SFP på 1,3 vid grundflöde och SFP på 2,6 vid helfart. Antar att 90% av drifttiden är grundflöde ger ett medel SFP 1,43 och en uppskattad elanvändning på 0,7 kWh/m² A_{temp} , år. Totalt använder ventilationssystemen 22,3 kWh/m² A_{temp} , år.

Värmecirkulationspumpen på 84W har tryckstyrning, saknar pumpstopp. Högeffektiv pump med energiklass A. Elanvändningen uppskattas till 0,4 kWh/m² A_{temp} , år. VVC-pumpen uppskattas ha en elanvändning på 0,3 kWh/m² A_{temp} , år. Totalt använder cirkulationspumpar 0,7 kWh/m² A_{temp} , år.

Hissarna i byggnaden har dataloggats och elanvändningen för hissarna uppskattas till $0,8 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}, \text{ år}$.

Utebelysningen är ett modernt LED baserat system som har en låg energianvändning som uppskattas till $0,5 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}, \text{ år}$.

Tvättstugan ingår i elmätningen för fastighetselen, har dataloggats och elanvändningen för tvättstugan uppskattas till $0,4 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}, \text{ år}$. Denna låga elanvändning kan förklaras med att tvättmaskinerna använder tappvarmvatten.. Enligt BEBOs rapport "Värmedrivna vitvaror - ett energieffektivt alternativ" sparar varmvattenanslutna tvättmaskiner 80 % av elenergin. Energianvändningen uppskattas då till 5 ggr högre för tvättstugan, elenergi inklusive värmeenergi för tappvarmvatten då till totalt uppgå till $2,0 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}, \text{ år}$. Svebys dokument "Brukarindata bostäder" refererar till ett mätprojekt där elenergianvändningen i genomsnitt uppgick till 210 kWh per lägenhet. Med 22 st lägenheter skulle det ge ett riktvärde på $2,5 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}, \text{ år}$.

Fastighetselanvändningen uppgår historiskt till ca $23 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}, \text{ år}$. Kartläggning med dataloggning har fördelat $24,7 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}, \text{ år}$. Elanvändning som inte ingår i den fördelade är belysning i trapphus och styrsystem och måste beräknas.

Beräkning av de ofördelade elanvändarna;

- Trapphusbelysning har en inventerad eleffekt på 1927W, närvarostyrning och trapphusstyrning med en uppskattad drifttid på 1000h ger en elanvändning på $1,0 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}, \text{ år}$.
- Elanvändningen för garageportar och övriga styrsystem antas utgöra en marginell del.

Fastighetsel uppgår historiskt till ca $23 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}, \text{ år}$. Kartläggningen har fördelat elanvändningen till $25,7 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}, \text{ år}$ vilket innebär att den beräknade och uppskattade fördelningen nära stämmer överrens med den verkliga totalt uppmätta.

Tabell 9. Summerad fastighetsel för Kommendörkaptenen 8

Summerad fastighetsel för Kommendörkaptenen 8				
Sammanställning	Delsummeror			Total
	Dataloggning	Beräknad	Restvärde	fastighetselanvändning
	$\text{kWh/m}^2, A_{\text{temp}}$	$\text{kWh/m}^2, \text{år}$ A_{temp}	$\text{kWh/m}^2, \text{år}$ A_{temp}	$\text{kWh/m}^2, \text{år}$ A_{temp}
Ventilationsaggregat		21,2		21,2
Frånluftsfläktar		0,4		0,4
Garageventilation		0,7		0,7
Hiss	0,8			0,8
Värmecirkulationspump		0,4		0,4
VVC-pump		0,3		0,3
Trapphus		1,0		1,0
Garageportar och övrigt			0	0
Utebelysning	0,5			0,5
Tvättstuga	0,4			0,4
Totalt	1,7	24	0	25,7

Dataloggning

Tabell 10. Mätning av centralventilationsaggregat för lägenheter Kommendörskaptenen 8

Mätning av centralventilationsaggregat för lägenheter							
Tidpunkt för mätning		2013-01-25					
	Typ	Luftflöde	Drifttid	Effekt	SFP	Ber. Elanv.	A _{temp}
		T/F, l/s	h	W	kW/m ³ , s	kWh	m ²
TA/FA1	FTX	530/690	8760	2667	3,7	39292,2	
Totalt						39292,2	1851,0
Nyckeltal	21,2	kWh/m ² , år A _{temp}					

Tabell 11. Dataloggning av hissar Kommendörskaptenen 8

Dataloggning av hissar					
Mätperiod		2013-02-01 - 2013-09-10			
		Effekt		Ber. Elanv.	A _{temp}
		Min W	Max W	Medel W	kWh m ²
Hiss	4	3380	174		
Totalt			174	928,5	1851
Nyckeltal	0,8	kWh/m ² , år A _{temp}			

Tabell 12. Dataloggning av tvättstuga Kommendörskaptenen 8

Dataloggning av elcentral för tvättstuga ingående i fastighetsel					
Mätperiod		2013-02-01 - 2013-09-10			
Apparatskåp		Effekt		Ber. Elanv.	A _{temp}
		Min W	Max W	Medel W	kWh m ²
Tvättstuga	52	1765	89		
Totalt			89	474,9	1851
Nyckeltal	0,4	kWh/m ² , år A _{temp}			

Tabell 13. Dataloggning av utebelysning Kommendörskaptenen 8

Dataloggning av fastighetsel för utebelysning (LED)					
Mätperiod		2013-02-01 - 2013-09-10			
Apparatskåp		Effekt		Ber. Elanv.	A _{temp}
		Min W	Max W	Medel W	kWh m ²
LED-belysning	0	1027	99		
Totalt			99	528,3	1851
Nyckeltal	0,5	kWh/m ² , år A _{temp}			

Momentana mätningar

Tabell 14. Momentan mätning av eleffekter Kommendörkaptenen 8

Momentan mätning av eleffekter	
Mättidpunkt	2013-01-25
Effekt W	
Värmecirk.pump	84
FTX tilluft	919
FTX frånluft	1748
FF Garage halvfart	110
FF Garage helfart	462

Tabell 15. Momentan mätning av ventilationsaggregat för lägenheter Kommendörkaptenen 8

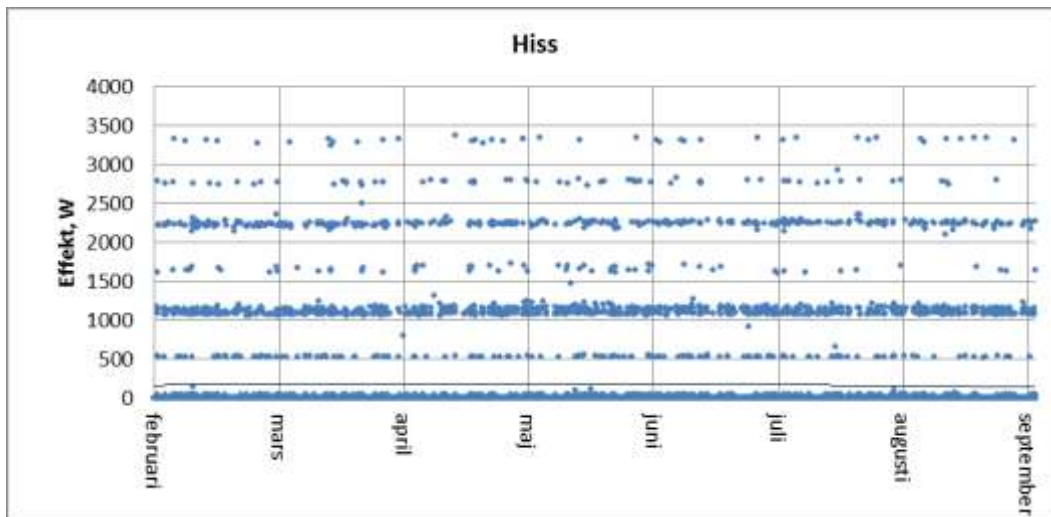
Luftflödesmätning av ventilationsaggregat för lägenheter				
Mättidpunkt	2013-01-25			
Lgh	Typ	Uppmätt Luftflöde T/F, l/s	Projekterat luftflöde T/F, l/s	A _{temp} m ²
FTX	FTX	530/690	560/610	1851
Totalt				1851
Nyckeltal		0,37	0,33	l/s, A _{temp}

Tabell 16. Momentan mätning av frånluftsfläkt för garage Kommendörkaptenen 8

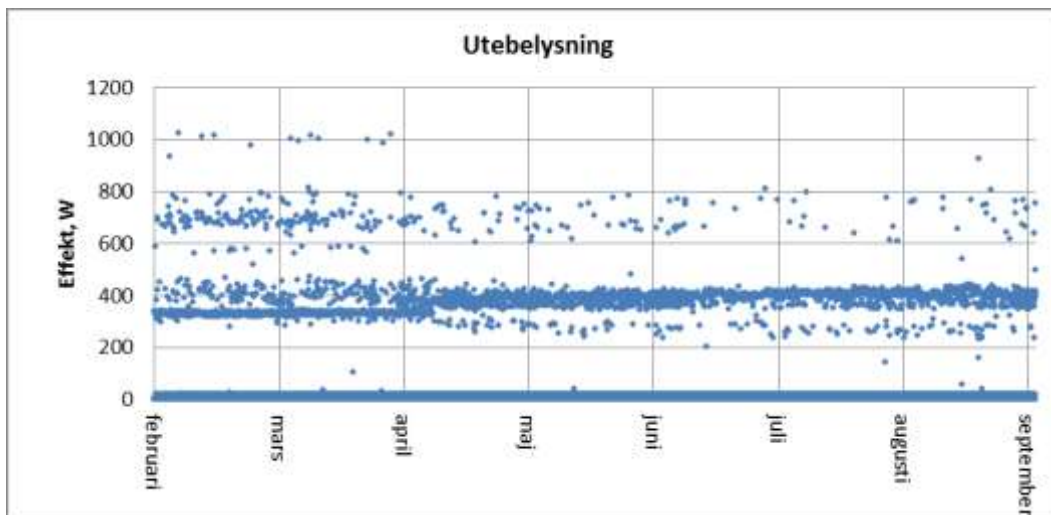
Luftflödesmätning av frånluftsfläktar för garage					
Mättidpunkt	2013-01-25				
Lgh	Rumstyp	Uppmätt Luftflöde T/F, l/s	Projekterat luftflöde T/F, l/s	Nyckeltal uppmätt luftflöde l/s, m ²	Garage m ²
FF Garage halvfart	Garage	-/86	-/315	0,24	361,4
FF Garage helfart	Garage	-/177	-/700	0,49	361,4

Tabell 17. Momentan mätning av ventilationsaggregat i lägenheter Kommendörkaptenen 8

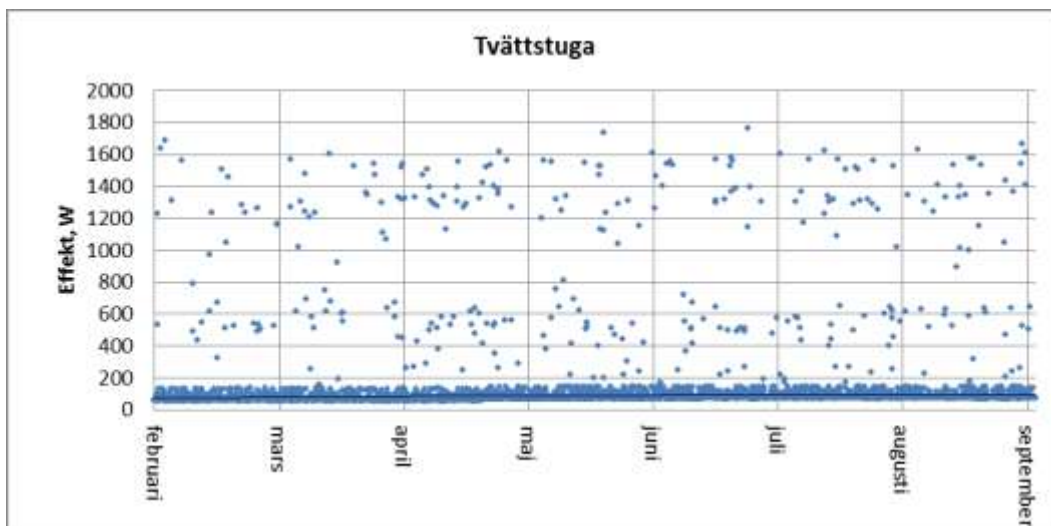
Luftflödesmätning av ventilation i lägenheter					
Mättidpunkt	2013-01-28				
Lgh	Typ	Uppmätt Luftflöde T/F, l/s	Projekterat luftflöde T/F, l/s	Nyckeltal uppmätt luft- flöde l/s, m ²	A _{temp} m ²
1	FT	26,5/27	30/30	0,32	82,4
2	FT	16,5/19	25/25	0,31	53,6
3	FT	19,5/20,5	25/25	0,28	70
4	FT	21/23,5	25/25	0,30	70



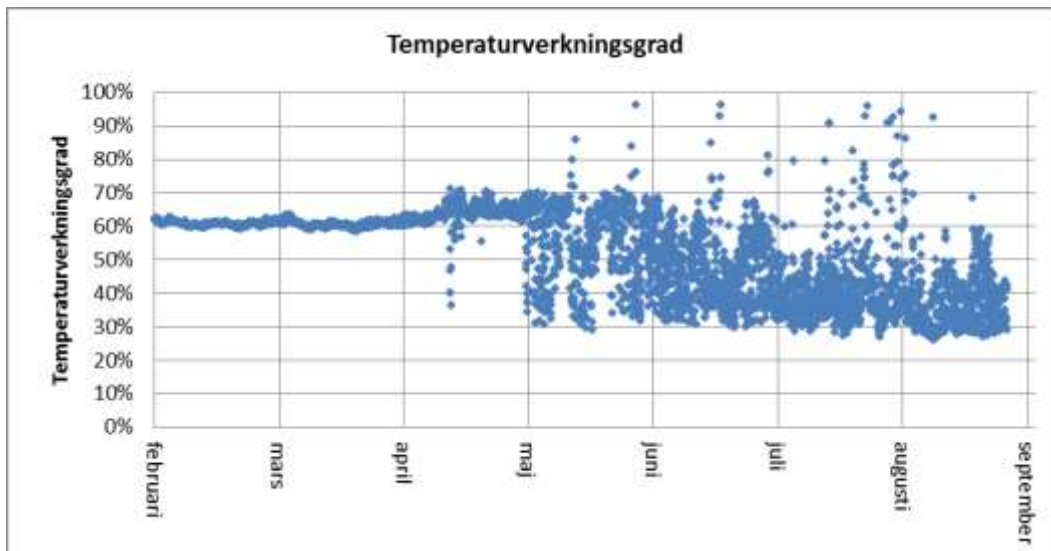
Figur 12. Dataloggning av hiss Kommendörkaptenen 8



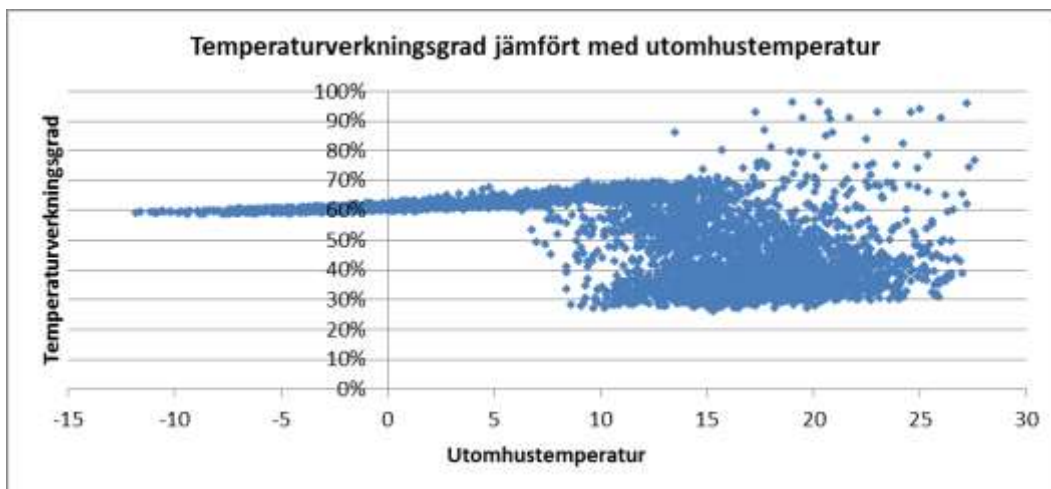
Figur 13. Dataloggning av utebelysning Kommendörkaptenen 8



Figur 14. Dataloggning av tvättstuga Kommendörkaptenen 8



Figur 15. Dataloggning av temperaturverkningsgrad ventilation Kommendörkaptenen 8



Figur 16. Dataloggning av temperaturverkningsgrad ventilation Kommendörkaptenen 8

Slutsats ventilationsflöde

Byggnadens ventilationssystem för bostäder har en god funktion och värmeåtervinning som uppgår till ca 60%, luftflödena är dock generellt låga i utvalda lägenheter och i behov av luftinjustering. Garagets ventilationssystem är i behov av luftinjustering så det uppfyller gällande regelverk.

Slutsats fastighetsel

Fastighetens cirkulationspumpar och belysningssystem är energieffektiva. Ventilationssystemet har ett högt SFP värde och utgör den största delen av fastighetselanvändningen medan elanvändning för tvättstugor utgör endast en liten del, se tabell 9.

Flaggskepparen 4

Ventilationsflöde

Byggnadens ventilationssystem består främst av ett centralt frånluftsaggregat på tak med tryckstyrning och värmeåtervinning med värmepump. Luftflödet på 475 l/s understiger det projekterade luftflödet på 540 l/s. Återvinningssystemet var ur funktion under hela mätperioden och kan därför inte utvärderas.

Teknikrum och förråd betjänas av mindre frånluftsfläktar. Ventilationen i garage har självdrag och är inte undersökt. Det samlade ventilationsflödet för byggnaden är projekterat till 0,45 l/s, A_{temp} .

Fastighetsel

Dataloggning har skett av den totala elanvändningen för;

- Central frånluftsfläkt på tak
- hiss i trapphus 1
- hiss i trapphus 2
- utebelysning
- värmepump

Urvalet har utelämnat dessa övriga elanvändare;

- elcentral för fastighetsel
- apparatskåp för styrutrustning för VVS
- ventilationsaggregat betjänande lokal
- mindre frånluftsfläktar
- cirkulationspumpar
- elvärme i hisschakt
- belysning

Ventilationssystemet har frånluftsvärmeåtervinning med hjälp av värmepump, dataloggning har därför skett av både värmepump och frånluftsfläkt. Byggnadens frånluftsfläkt har ett bra SFP värde på 0,87 om det beaktas att frånluften ska passera ett återvinningsbatteri. Frånluftsfläkten har tryckstyrning och en uppskattad elanvändning på $2,2 \text{ kWh/m}^2 A_{temp}$, år. 6st småfläktar som går kontinuerligt i teknikdelar har SFP 0,8 – 1,1 och har en uppskattad elanvändning på $1,2 \text{ kWh/m}^2 A_{temp}$, år. Totalt använder ventilationssystemen $3,4 \text{ kWh/m}^2 A_{temp}$, år.

Värmepumpen har inte kunnat undersökas då den varit ur funktion. Dataloggningen har visat att styrsystemet har en konstant elanvändning på ca 50W vilket ger $0,2 \text{ kWh/m}^2 A_{temp}$, år.

Utebelysningen har dataloggats och elanvändningen uppgår till $0,6 \text{ kWh/m}^2 A_{temp}$, år.

Värmecirkulationspumpen har tryckstyrning och är högeffektiv. Energieffektivitetsklass $EI \leq 0,23$.

Hissarna i byggnaden nås direkt inne i lägenheterna och används frekvent. Med hjälp av dataloggning konstateras även att hissarna har en kontinuerlig elanvändning när de inte används som är beaktansvärd. Elanvändningen för hissarna uppskattas till $3,8 \text{ kWh/m}^2 A_{temp}$, år.

Utebelysningen är ett modernt LED baserat system som har en låg energianvändning.

Fastighetsel uppgår historiskt till ca 13 kWh/m² A_{temp}, år. Kartläggning med dataloggning har fördelat 7,8 kWh/m² A_{temp}, år, andelen ofördelad elanvändning för cirkulationspumpar, belysning i trapphus, elradiatorer i hisschakt, garageportar, garagebilhissar och styrsystem uppgår till 5,2 kWh/m² A_{temp}, år.

Den ofördelade fastighetselen uppdelas genom beräkning av de ingående elanvändarna;

- Värmecirkulationspumpen har en eleffekt på 110W och en elanvändning sedan start på 6479 kWh vid avläsning 2013-01-23. Pumpstoppsautomatik saknas för värmecirkulationspumpen och ger en drifttid på 8760h vilket ger en elanvändning på 0,5 kWh/m² A_{temp}, år.
- VVC-pumpen har en eleffekt på 56W och vid en kontinuerlig drift ger det en elanvändning på 0,3 kWh/m² A_{temp}, år.
- Trapphusbelysning har en inventerad eleffekt på 297W, närvarostyrning och med en uppskattad drifttid på 1000h ger en elanvändning på 0,2 kWh/m² A_{temp}, år.
- Elradiatorerna i hisschaktet värmer främst för ventilationsförlusten. Med ett kontinuerligt luftflöde på 80l/s, en årsmedeltemperatur på 8 grader, ett antaget börvärde på 18°C ger en elanvändning på 4,4 kWh/m² A_{temp}, år. Börvärdet motiveras av att hissarna är i direkt anslutning till lägenheterna. Är luftflöden högre än det projekterade kan elanvändningen vara större. Transmissionsförlusten för hissdörrar i entreér är inte beaktad.
- Garageportar, garagebilhissar och övriga styrsystem antas utgöra en marginell del.

Tabell 18. Summerad fastighetsel för Flaggskepparen 4

Summerad fastighetsel för Flaggskepparen 4				
Sammanställning	Delsummer			Total
	Dataloggning	Beräknad	Restvärde	fastighetselanvändning
	kWh/m ² , år A _{temp}	kWh/m ² , år A _{temp}	kWh/m ² , år A _{temp}	kWh/m ² , år A _{temp}
Ventilationsaggregat	2,2			2,2
Frånluftsfläktar		1,2		1,2
Värmepump	0,2			0,2
Hiss	3,8			3,8
Värmecirkulationspump		0,5		0,5
VVC-pump		0,3		0,3
Trapphus		0,2		0,2
Garageportar och övrigt			0	0
Utebelysning	0,6			0,6
Elradiatorer		4,4		4,4
Totalt	6,8	6,6	0	13,4

Dataloggning

Tabell 19. Dataloggning av centralventilationsaggregat för lägenheter Flaggskepparen 4

Mätning av centralventilationsaggregat för lägenheter							
Tidpunkt för mätning	2013-02-01 - 2013-09-10						
	Typ	Luftflöde		Effekt		SFP	Ber. Elanv.
		T/F, l/s	Min W	Max W	Medel W	kW/m ³ , s	kWh
							m ²
FF1	FX	475	257	680	472	0,87	2507,57
Totalt							2507,6
Nyckeltal	2,2	kWh/m ² , år A _{temp}					

Tabell 20. Dataloggning av hissar Flaggskepparen 4

Dataloggning av hissar					
Mätperiod	2013-02-01 - 2013-09-10				
	Effekt			Ber. Elanv.	A _{temp}
	Min W	Max W	Medel W	kWh	m ²
Hiss 1	390	7030	611	3246,0	
Hiss 2	102	7984	210	1115,7	
Totalt			821	4361,7	1903
Nyckeltal	3,8	kWh/m ² , år A _{temp}			

Tabell 21. Dataloggning av utebelysning Flaggskepparen 4

Dataloggning av fastighetsel för utebelysning (LED)					
Mätperiod	2013-02-01 - 2013-09-10				
Apparatskåp	Effekt			Ber. Elanv.	A _{temp}
	Min W	Max W	Medel W	kWh	m ²
LED-belysning	0	378	127		
Totalt			127	674,6	1903
Nyckeltal	0,6	kWh/m ² , år A _{temp}			

Tabell 22. Dataloggning av frånluftsvärmepump Flaggskepparen 4

Dataloggning av fastighetsel för frånluftsvärmepump					
Mätperiod	2013-02-01 - 2013-09-10				
Apparatskåp	Effekt			Ber. Elanv.	A _{temp}
	Min W	Max W	Medel W	kWh	m ²
VP1	28	57	41		
Totalt			41	217,8	1903
Nyckeltal	0,2	kWh/m ² , år A _{temp}			

Momentana mätningar

Tabell 23. Momentan mätning av eleffekter Flaggskepparen 4

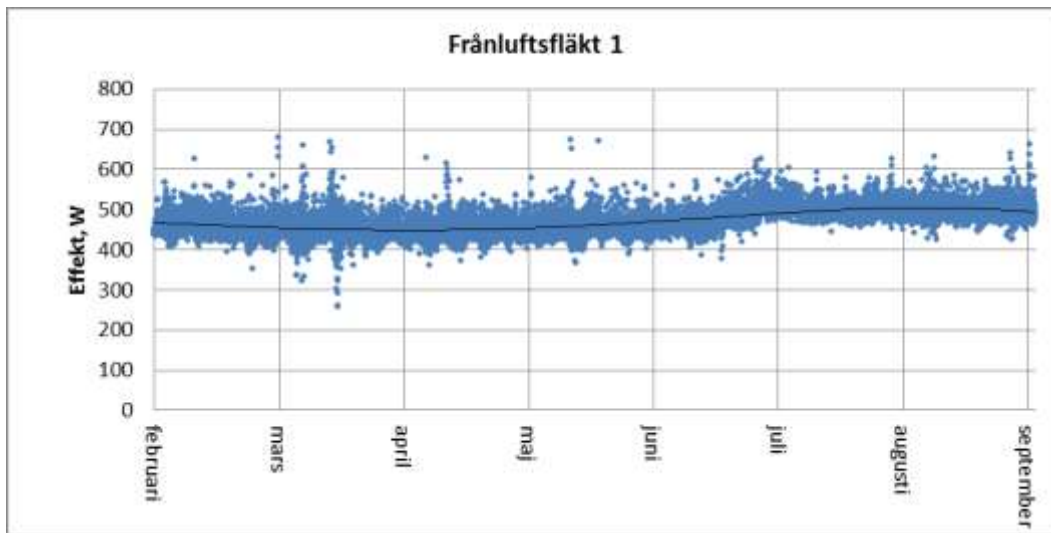
Momentan mätning av eleffekter		
Mättidpunkt	2013-01-24	
	Effekt W	Kommentar
Pump	110	
FF1 fas 1	411	
FF1 fas 2	351	
FF3-1	16	
FF3-2	18	
Värmepump	2047	Vid provstart

Tabell 24. Momentan mätning av frånluftsfläkt för lägenheter Flaggskepparen 5

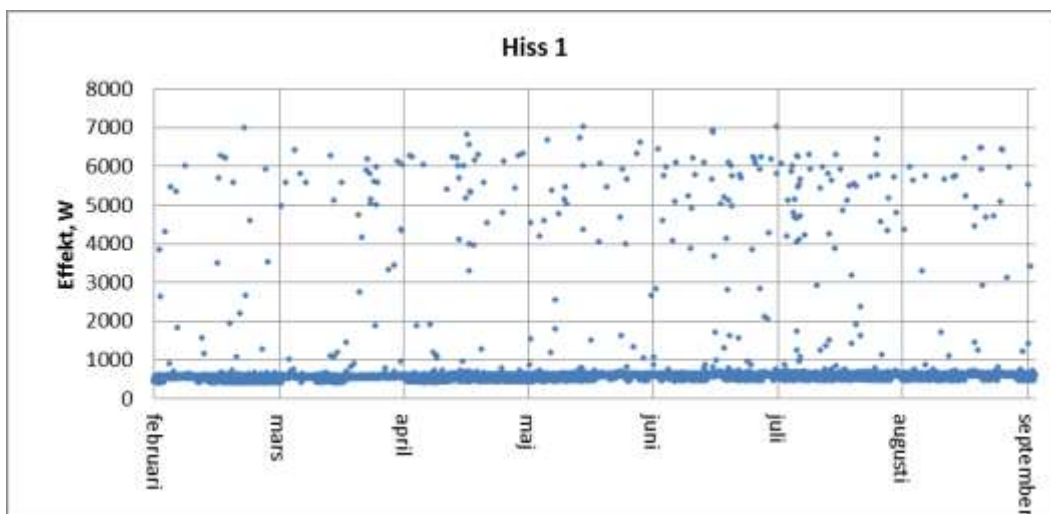
Luftflödesmätning av frånluftsfläkt för lägenheter				
Mättidpunkt	2013-01-24			
Lgh	Typ	Uppmätt Luftflöde T/F, l/s	Projekterat luftflöde T/F, l/s	A _{temp} m ²
FF1	FX	-/475	-/540	1903
Totalt				1903
Nyckeltal		0,47	0,5	I/s, A _{temp}

Tabell 25. Momentan mätning av frånluftsfläktar för teknikrum och förråd Flaggskepparen 5

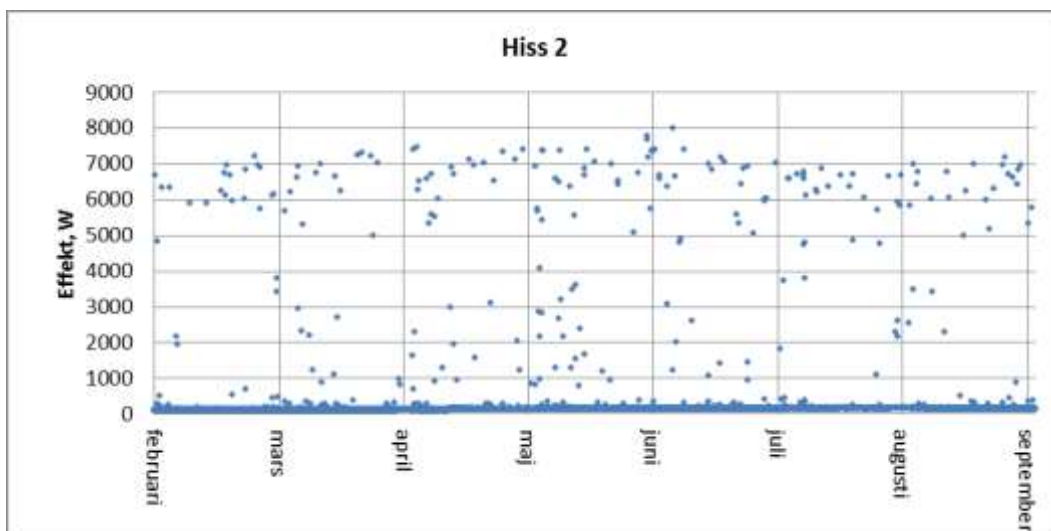
Luftflödesmätning av frånluftsfläktar för teknikrum och förråd					
Mättidpunkt	2013-01-24				
Lgh	Rumstyp	Uppmätt Luftflöde T/F, l/s	Projekterat luftflöde T/F, l/s	Nyckeltal uppmätt luft- flöde I/s, A _{temp}	A _{temp} m ²
FF2-1	Teknik	-/11,5	-/60	1,80	6,4
FF3-1	Förråd	-/14,5	-/20	0,35	41,6
FF3-2	Förråd	-/22	-/40	0,55	43,1



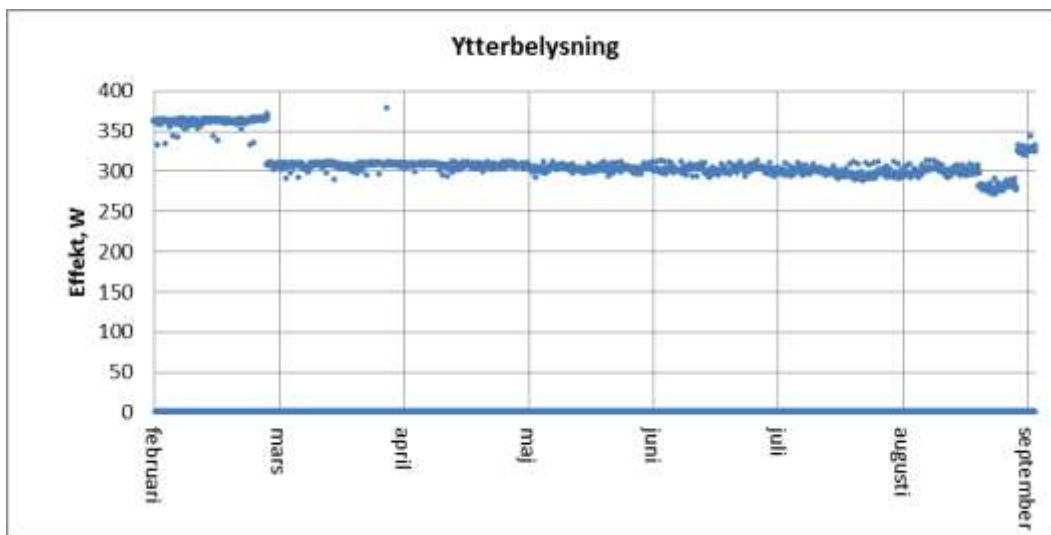
Figur 17 Dataloggning av frånluftsfläkt 1 Flagskepparen 4



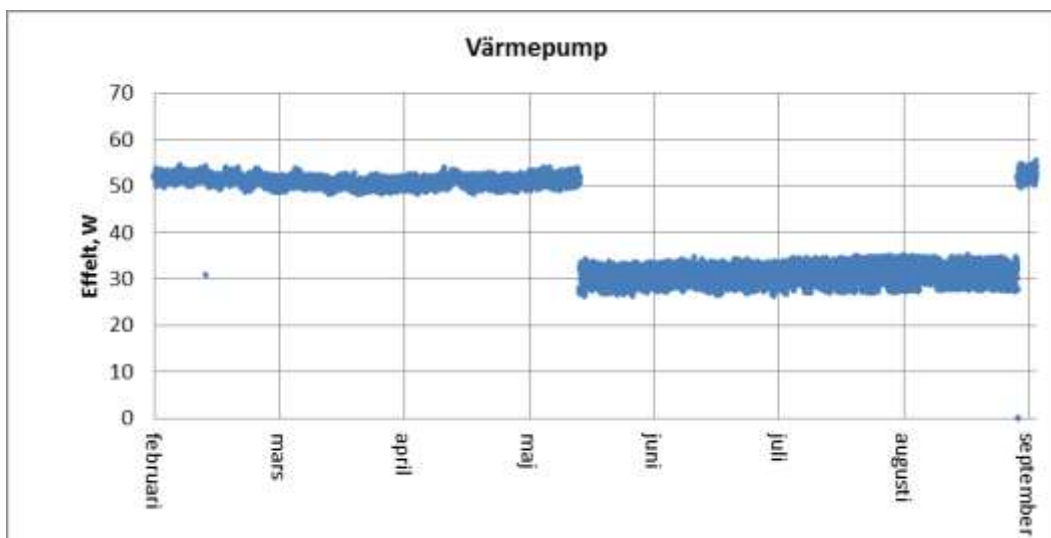
Figur 18 Dataloggning av hiss 1 Flagskepparen 4



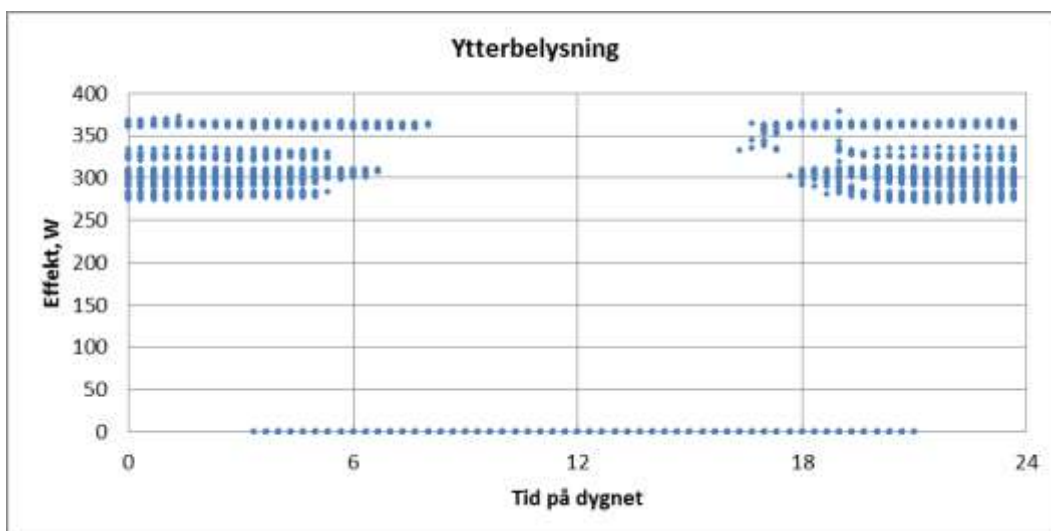
Figur 19. Dataloggning av hiss 2 Flagskepparen 4



Figur 20. Dataloggning av ytterbelysning Flaggskepparen 4



Figur 21. Dataloggning av värmepump Flaggskepparen 4



Figur 22. Dataloggning av ytterbelysning Flaggskepparen 4

Slutsats ventilationsflöde

Byggnadens ventilationssystem är i behov av luftinjustering eftersom den samlade ventilationen understiger den projekterade. Återvinningssystemet är ur funktion och i behov av åtgärder.

Slutsats för fastighetsel

Fastighetens cirkulationspumpar och belysningssystem är energieffektiva, återvinningssystemet är ur funktion och det sänker elanvändningen men höjer fjärrvärmeanvändningen. Elvärme i hisschakt utgör en betydande del av fastighetsel användningen, se tabell 18.

Flaggskepparen 5

Ventilationsflöde

Byggnadens ventilationssystem består främst av ett flertal lägenhetsaggregat med värmeåtervinning och elvärme av typen Themovex R 250S. Ventilationen är uppmätt i de tre utvalda lägenheterna. I två fall är luftflödena godtagbar men behöver justeras, i den tredje lägenheten understiger luftflödena de projekterade. En lägenhet nr 1 överventileras och medför en onödig energianvändning. Temperaturverkningsgraden över återvinningsbatterierna är god och uppgår till 60-70% vilket är nivå med den av fabrikanten utlovade. Temperaturverkningsgraden är dock lägre än den i energiberäkningar projekterade som uppgår till 87%. Det samlade ventilationsflödet för byggnaden är projekterat till 0,47 l/s, A_{temp} .

Ventilationsaggregat betjänande garage, källare och tvättstuga samt lokal är inte undersökta då det saknats möjlighet att placera ut mätutrustning och göra temperaturmätningar här. Dock så har dataloggning utförts för elanvändningen för garagets ventilationsaggregat respektive momentan mätning av elanvändningen för källarplanets ventilationsaggregat.

Ventilationen i garage är i drift väldigt lite och har enligt dataloggningar ett minflöde som är noll vilket understiger lägsta tillåtna frånluftsflöde enligt PFS 1983:2. Även vid våra platsbesök har ventilationen varit avstängd. Enligt installationsritningarna ska det finnas ett grundflöde på 150/180 l/s respektive ett forceringsflöde på 605/620 l/s.

Fastighetsel

Dataloggning har skett av den totala elanvändningen för;

- lägenhetsventilationsaggregaten i utvalda lägenheter i hus A
- hiss i trapphus hus A
- elcentral för fastighetsel i hus A
- ventilationsaggregat betjänande garage
- elvärmebatteri betjänande ventilationsaggregat för garage
- apparatskåp för styrutrustning för VVS

Urvalet har utelämnat dessa övriga elanvändare;

- övriga lägenhetsventilationsaggregat i hus A
- lägenhetsventilationsaggregaten i hus B
- hiss i trapphus hus B
- elcentral för fastighetsel i hus B
- ventilationsaggregat betjänande lokal
- ventilationsaggregat betjänande källare och tvättstuga hus A
- ventilationsaggregat betjänande källare och tvättstuga hus B
- mindre frånluftsfläktar
- cirkulationspumpar
- elvärme i golv i trapphusentréer
- utebelysning
- belysning

Elanvändningen i form av hushållsel som tillhör fastighetsel uppgår till uppskattningsvis 44,5 kWh/m² A_{temp} , år. Värdet är beräknat utifrån att ventilationsaggregatet har en märkeffekt på 2x58W, vid en

antagen medelelanvändning på 2x50W vid 41 l/s ger det ett SFP tal på 2,5, vid en antagen medelelanvändning på 2x35W vid 27 l/s ger det ett SFP tal på 2,6. Sammanfattningsvis ger lägenhetsaggregaten ett relativt högt SFP och hög elanvändning. Elanvändningen för fläktmotorer är uppskattningsvis 11,1 kWh/m² A_{temp}, år och för uppvärmning 33,4 kWh/m² A_{temp}, år.

Frånluftsfläkt i soprum betjänande båda huskropparna är ej uppmätt men lika komponenter på fastigheten Kommendörkaptenen 8 och antages ha SFP 1,0. Fläkten går kontinuerligt 30 l/s ger en uppskattad elanvändning på 0,1 kWh/m² A_{temp}, år.

Ventilationsaggregat betjänande garage och källare är dataloggade men inte uppmätta avseende luftflöden, återvinningsgrad och SFP-värden. Garageventilationen är behovsstyrd och är drift när CO-halten överstiger inställt börvärde. Elanvändningen uppgår till 0,7 kWh/m² A_{temp}, år för elenergi för fläktar och till 0,7 kWh/m² A_{temp}, år för elenergi för elbatteri.

Hissarna i byggnaden används frekvent och elanvändningen beräknas till 2,9 kWh/m² A_{temp}, år. Med hjälp av dataloggning konstateras även att hissarna har en kontinuerlig elanvändning när de inte används.

Dataloggning av apparatskåpet vilket betjänar den samlade styrutrustningen uppskattas till 0,1 kWh/m² A_{temp}, år.

Värmecirkulationspumpen används inte utan uppvärmning sker med luftburen elvärme. Entregolv har elvärmeslingor. Utebelysningen styrs över en timer och har ljuskälla av typen lågenergi.

Belysning i trapphus har lysrör som styrs på tre sätt per plan, en belysningsarmatur med 4st ljuskällor lyser konstant, två belysningsarmaturer med 4st ljuskällor tänds med närvarostyrning och en belysningsarmatur med 4st ljuskällor tänds via skymningsrelä. Belysning i källare, garage och soprum har lågenergilampor med närvarostyrning.

Fastighetsel uppgår historiskt till ca 22 kWh/m² A_{temp}, år. Dataloggning av den samlade fastighetselen för hus A uppskattas till 38,8 kWh/m² A_{temp}, år, vid momentan elanvändning dagtid vid en utetemperatur på 5 grader C är uppmätt till 38,1 kWh/m² A_{temp}. Dataloggningen av total elanvändning ger ett stort mätfel och blir nära 2 ggr så hög som total fastighetselanvändning.

Den ofördelade fastighetselen uppdelas genom beräkning av de ingående elanvändarna;

- VVC-pumpen har en kontinuerlig drift och eleffekt på 41W vilket ger en uppskattad elanvändning på 0,3 kWh/m² A_{temp}, år.
- Trapphusbelysning har en inventerad eleffekt på 176W kontinuerlig, 352W via närvarostyrning och 176W via skymningsrelä med en uppskattad drifttid på 8760h, 1000h respektive 4000h ger detta en elanvändning på 2,1 kWh/m² A_{temp}, år.
- Hisschaktbelysning i hus A har en uppmätt kontinuerlig eleffekt på 131W, hus B har en uppmätt kontinuerlig eleffekt på 122W. Med en uppskattad drifttid på 8760h ger detta en elanvändning på 1,8 kWh/m² A_{temp}, år.
- LED-belysning i garage har en uppmätt eleffekt på 327W. Med en uppskattad drifttid på 8760h ger detta en elanvändning på 2,3 kWh/m² A_{temp}, år.
- Ventilationsaggregatet betjänande källarplan med tvättstuga och trapphus är i drift kontinuerligt och har en uppmätt eleffekt på 300W vilket ger en uppskattad elanvändning på 2,1 kWh/m² A_{temp}, år.

- Elvärme för ventilationsaggregat betjänande källarplan med tvättstuga och trapphus är i drift kontinuerligt och har en topp eleffekt på 1500W. Uppskattad elanvändning vid kontinuerlig drift med luftflöde 100 l/s och återvinningsgrad på 60% för ventilationsaggregatet ger på 2,3 kWh/m² A_{temp}, år.
- Golvvärme vid huvudentré i trapphus A har en uppmätt eleffekt på 598W vid en utomhus-temperatur på 5 grader C. Golvvärme vid gårdsentré i trapphus A hade vid tidpunkten en uppmätt eleffekt på 0W. Vid en drifttid på 5840h ger detta en uppskattad elanvändning på 2,8 kWh/m² A_{temp}, år. Trapphusen i hus A och B ger detta en uppskattad elanvändning på 5,6 kWh/m² A_{temp}, år.
- Elanvändning för ventilationsaggregat betjänande garage, elanvändning för tvättstuga, utebelysning, belysning i källare och övriga styrsystem antas utgöra resterande del på 3,3 kWh/m² A_{temp}, år.

Dataloggningen av elanvändningen har fördelat 4,4 kWh/m² A_{temp}, år. Momentana elmätningar och beräkningar har fördelat ytterligare 16,6 kWh/m² A_{temp}, år. Totalt 21,0 kWh/m² A_{temp}, år.

Tabell 26. Summerad fastighetsel för Flagskepparen 5

Summerad fastighetsel för Flagskepparen 5				
Sammanställning	Delsummeror			Total
	Dataloggning	Beräknad	Restvärde	fastighetselanvändning
	kWh/m ² , år A _{temp}	kWh/m ² , år A _{temp}	kWh/m ² , år A _{temp}	kWh/m ² , år A _{temp}
Ventilationsaggregat i lägenheter	11,1			11,1
Ventilationsaggregat i lägenheter, elvärme	33,4			33,4
Ventilationsaggregat garage	0,7			0,7
Ventilationsaggregat garage, elvärme	0,7			0,7
Ventilationsaggregat källare, tvättstuga		2,1		2,1
Ventilationsaggregat källare, tvättstuga, elvärme		2,3		2,3
Frånluftsfläktar		0,1		0,1
Hiss	2,9			2,9
Värmecirkulationspump		0		0
VVC-pump		0,3		0,3
Styrutrustning	0,1			0,1
Belysning trapphus		2,1		2,1
Belysning hiss A och B		1,8		1,8
LED-belysning garage		2,3		2,3
Golvvärme trapphus A och B		5,6		5,6
Ventilationsaggregat för lokal, belysning källarplan samt utebelysning			1	1
Totalt	48,9	16,6	1	66,5

Dataloggning

Tabell 27. Dataloggning av ventilationsaggregat i lägenheter Flaggskjepparen 5

Dataloggning av ventilationsaggregat i lägenheter				
Mätperiod	2013-02-01 - 2013-09-10			
Lgh	Typ	Drifftid h, min	Elanvändning kWh	A _{temp} m ²
1	FTX	8910,0	944,88	73,0
2	FTX	8888,0	792,59	42,0
3	FTX	9022,0	3414,23	75,0
Totalt			5151,7	190,0
Nyckeltal	44,5	kWh/m ² , år A _{temp}		

Tabell 28. Dataloggning av hiss Flaggskjepparen 5

Dataloggning av hiss				
Mätperiod	2013-02-01 - 2013-09-10			
Hiss	Effekt			By A A _{temp}
	Min W	Max W	Medel W	kWh m ²
Hiss 1	362	6541	410	
Totalt			410	2187,7 1252
Nyckeltal	2,9	kWh/m ² , år A _{temp}		

Tabell 29. Dataloggning av fastighetsel hus A Flaggskjepparen 5

Dataloggning av elcentral för fastighetsel				
Mätperiod	2013-02-01 - 2013-09-10			
Apparatskåp	Effekt			By A A _{temp}
	Min W	Max W	Medel W	kWh m ²
AS	2893	32981	5168	
Totalt			5168	30015,7 1252
Nyckeltal	38,8	kWh/m ² , år A _{temp}		

Tabell 30. Dataloggning av ventilationsaggregat i garage Flaggskjepparen 5

Dataloggning av ventilationsaggregat för garage				
Mätperiod	2013-02-01 - 2013-09-10			
	Effekt			By A A _{temp}
	Min W	Max W	Medel W	kWh m ²
FTX1	0	7267	87	
Totalt			87	505,3 1252
Nyckeltal	0,7	kWh/m ² , år A _{temp}		

Tabell 31. Dataloggning av elvärmebatteri för ventilationsaggregat Flaggskepparen 5

Dataloggning av elbatteri för ventilationsaggregat för garage					
Mätperiod	2013-02-01 - 2013-09-10				
	Effekt			Ber. Elanv.	By A A _{temp}
	Min W	Max W	Medel W	kWh	m ²
FTX1	0	7988	93		
Totalt			93	540,1	1252
Nyckeltal	0,7	kWh/m ² , år A _{temp}			

Tabell 32. Dataloggning av styrapparatsskåp för VS/Vent Flaggskepparen 5

Dataloggning av apparatskåp för VVS					
Mätperiod	2013-02-01 - 2013-09-10				
	Effekt			Ber. Elanv.	By A A _{temp}
	Min W	Max W	Medel W	kWh	m ²
AS	6	6,6	14		
Totalt			14	81,3	1252
Nyckeltal	0,1	kWh/m ² , år A _{temp}			

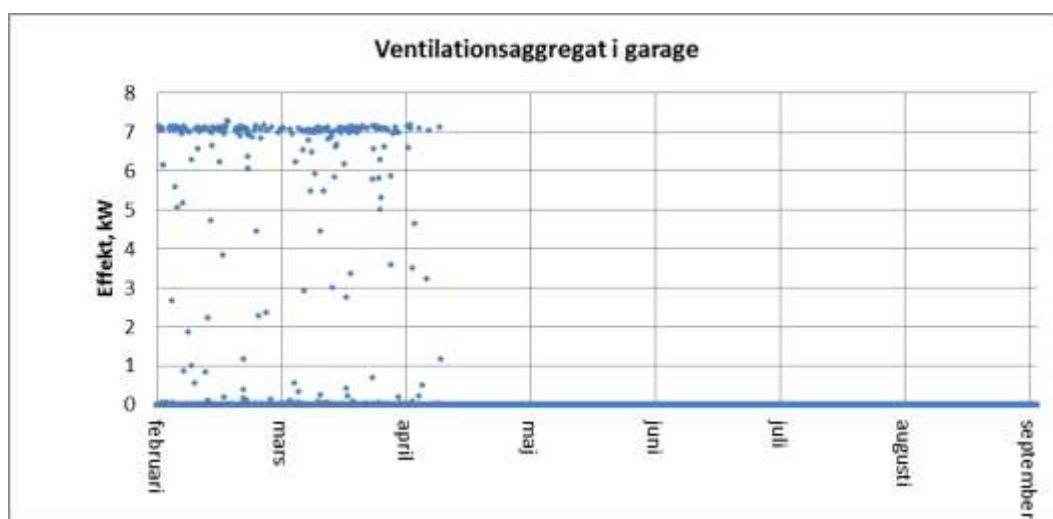
Momentana mätningar

Tabell 33. Momentan mätning av VVC-pump Flaggskepparen 5

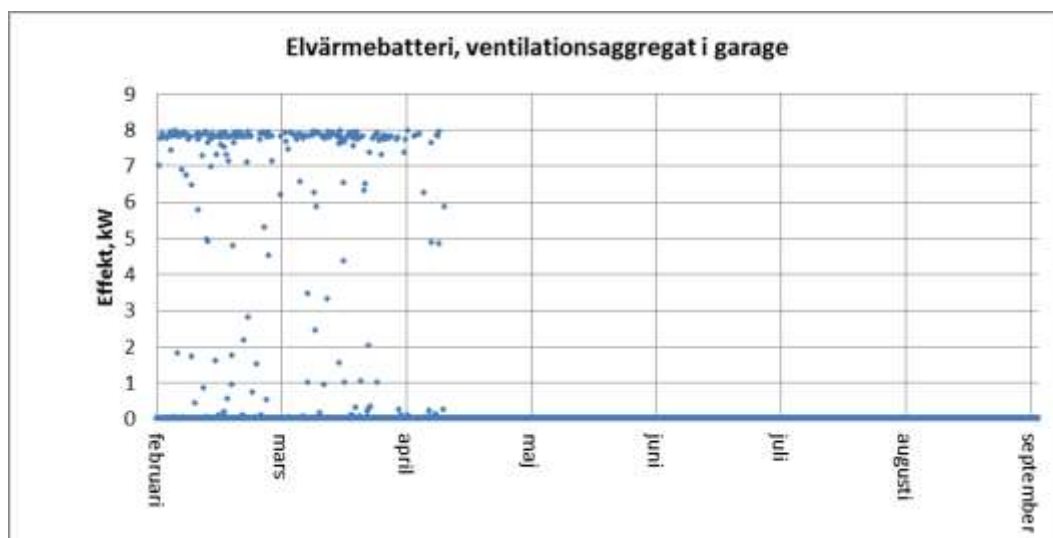
Momentan mätningar	
	Effekt W
A1F Fastighetselcentral JFB 1	4115
A1F Fastighetselcentral JFB 2	1335
VVC-pump	41
LED-belysning garage	327
Ventilationsaggregat källare, tvättstuga	300
Golvvärme trapphus A huvudentré	598
Golvvärme trapphus A gårdsentré	0
Belysning hisschakt hus A	131
Belysning hisschakt hus B	121

Tabell 34. Momentan mätning av ventilationsaggregat i lägenheter Flaggskepparen 5

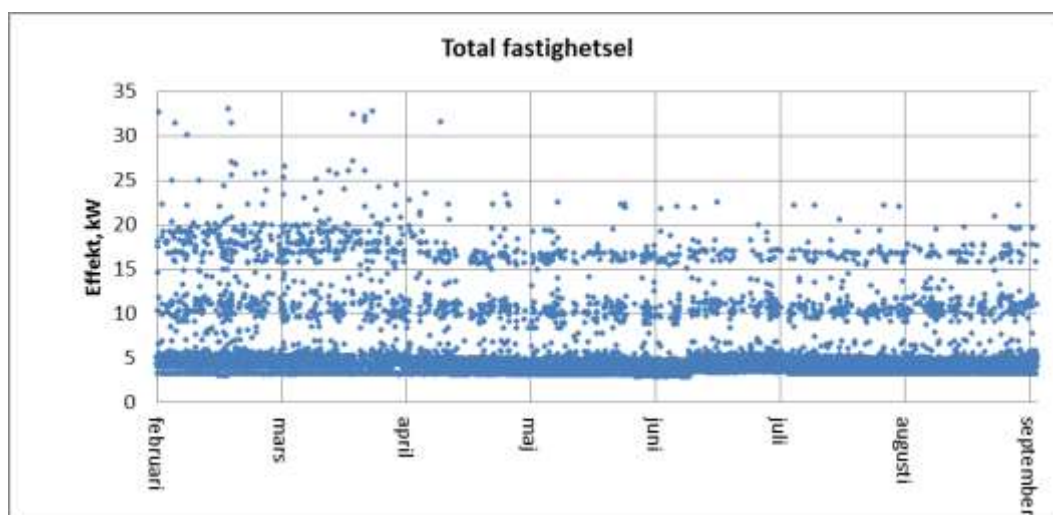
Luftflödesmätning av ventilationsaggregat i lägenheter					
Mätperiod	2013-02-01 - 2013-09-10				
Lgh	Typ	Uppmätt Luftflöde	Projekterat luftflöde	Nyckeltal uppmätt luftflöde	A _{temp}
		T/F, l/s	T/F, l/s	l/s, A _{temp}	m ²
1	FTX	41/37	35/35	0,51	73,0
2	FTX	27/27	25/25	0,64	42,0
3	FTX	28/26	35/35	0,35	75,0
Totalt					190,0
Nyckeltal		0,47	0,5	l/s, A _{temp}	



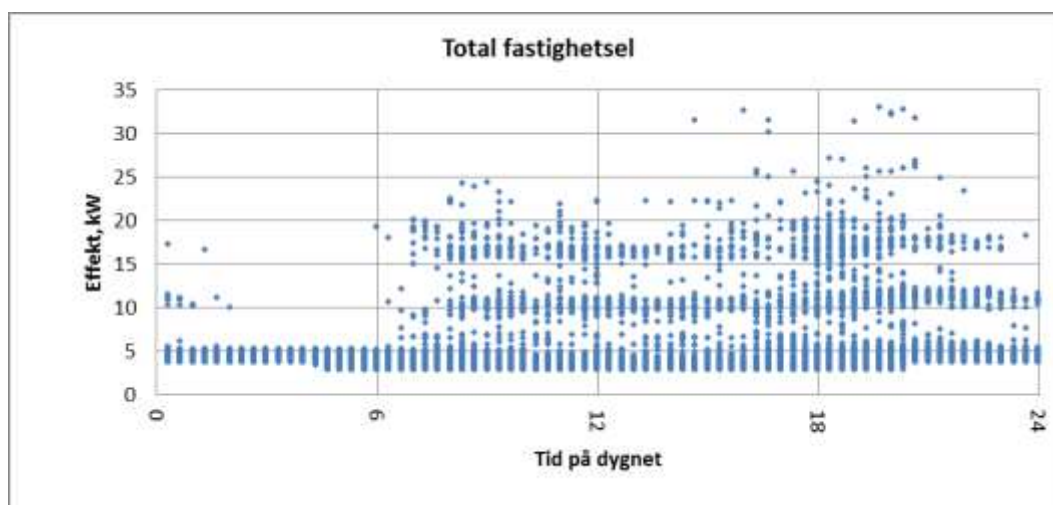
Figur 23. Dataloggning av ventilationsaggregat Flaggskepparen 5



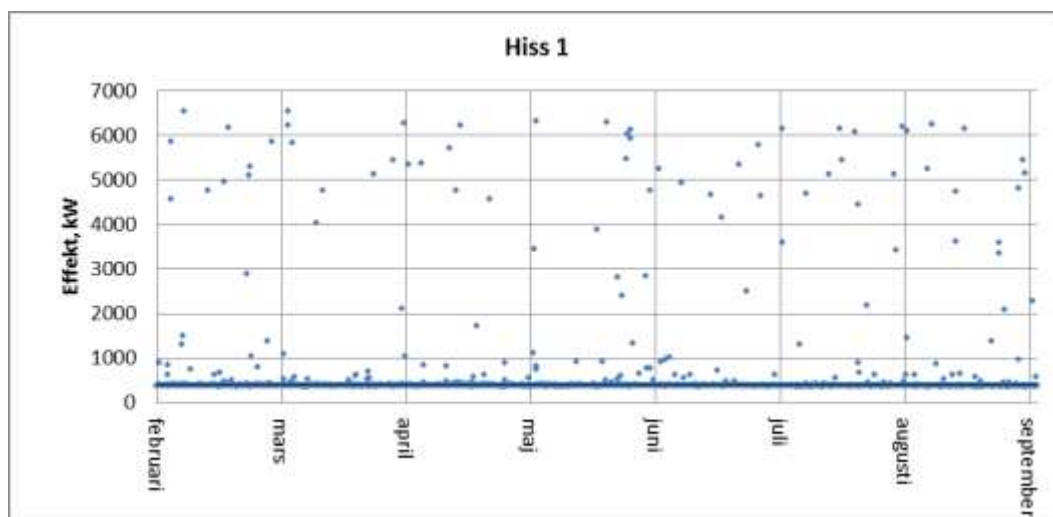
Figur 24. Dataloggning av elvärmebatteri i ventilationsaggregat i garage Flaggskepparen 5



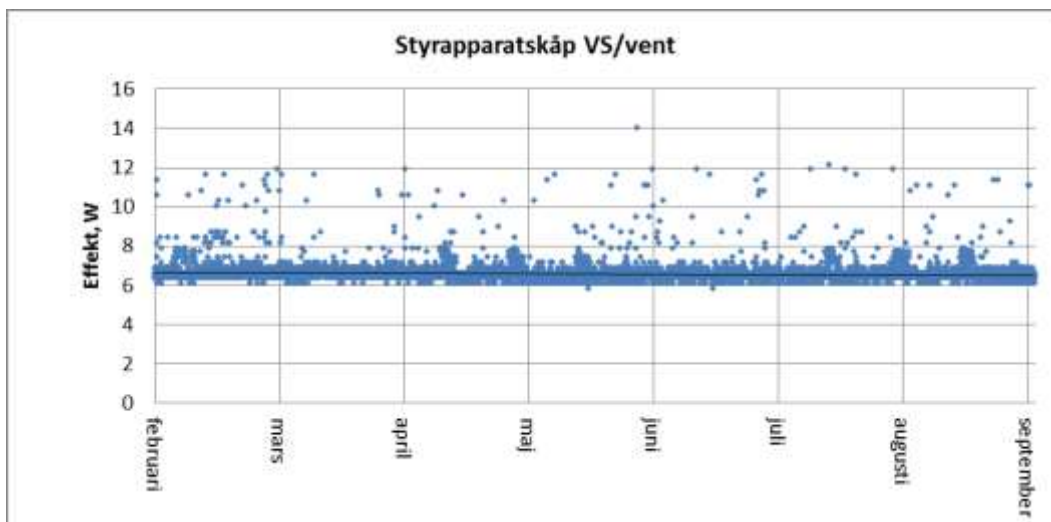
Figur 25. Dataloggning av total fastighetsel Flaggskepparen 5



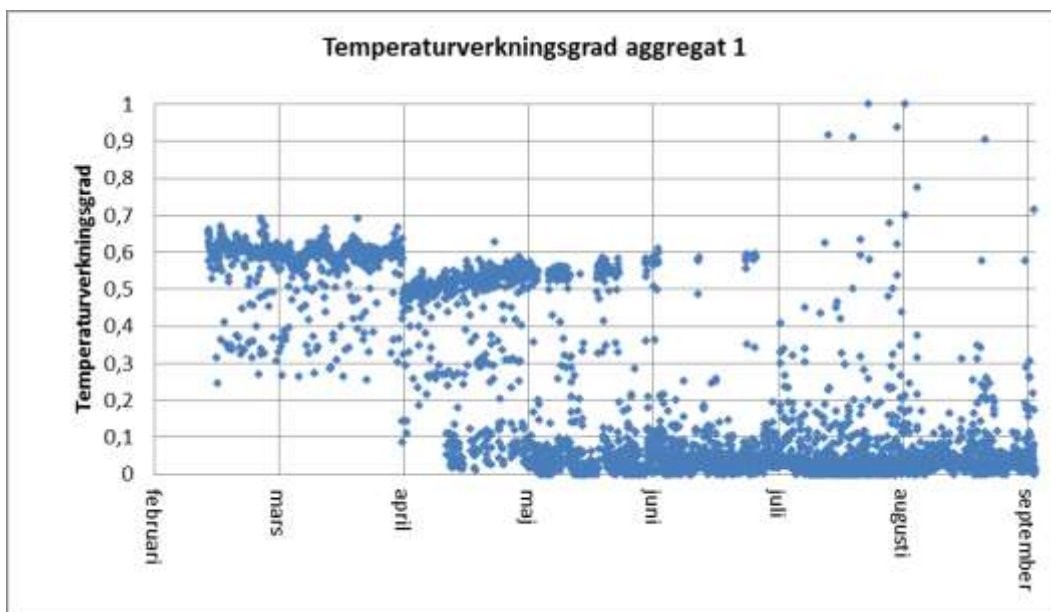
Figur 26. Dataloggning av total fastighetsel över dygnet Flaggskepparen 5



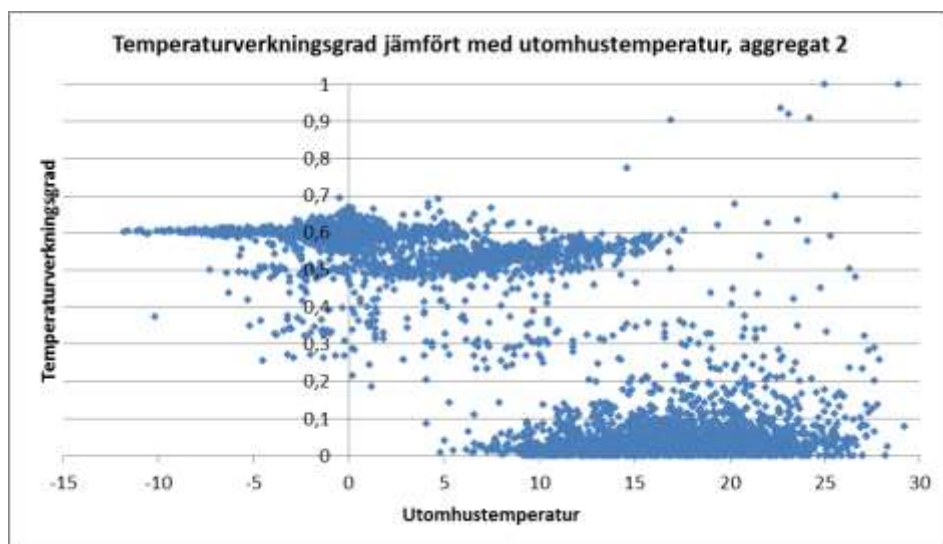
Figur 27. Dataloggning av hiss 1 Flaggskepparen 5



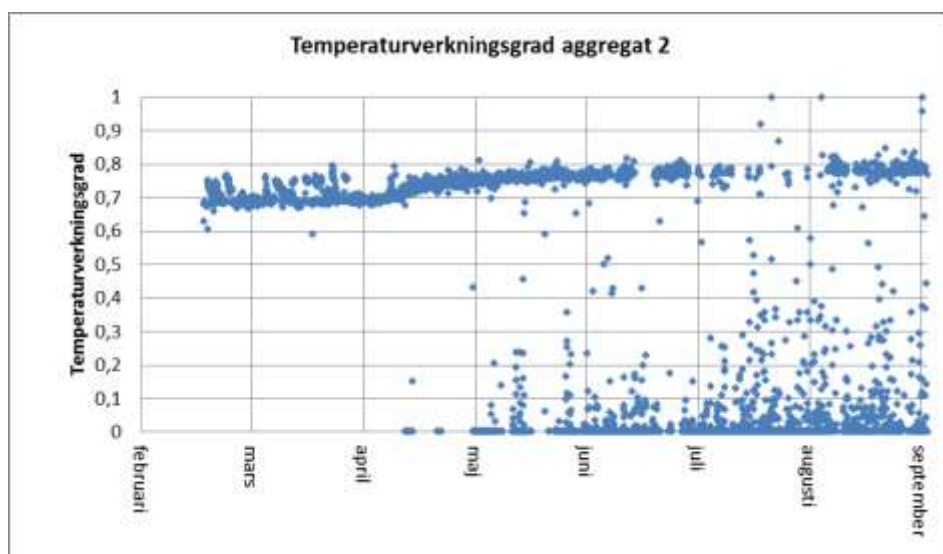
Figur 28. Dataloggning av styrapparatsskåp VS/Vent Flaggskepparen 5



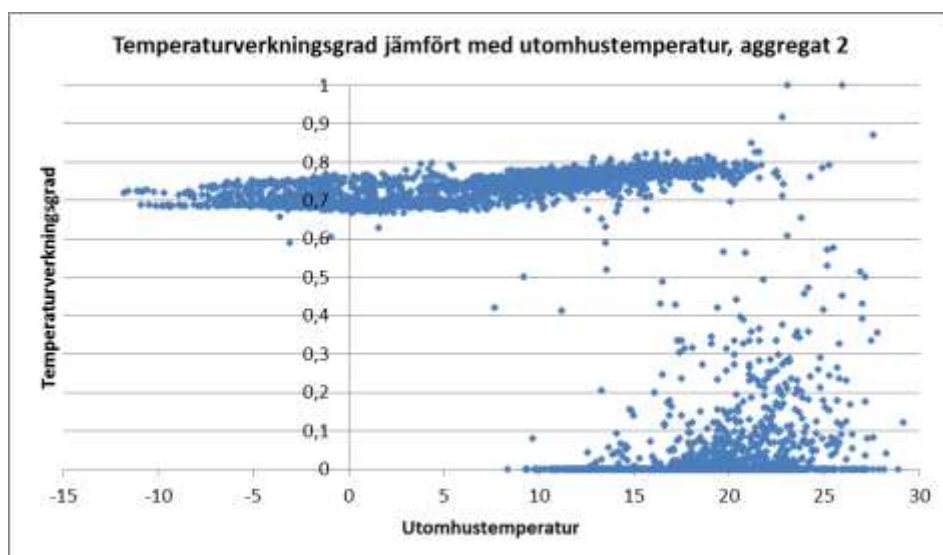
Figur 29. Dataloggning avtemperaturverkningsgrad aggregat 1 Flaggskepparen 5



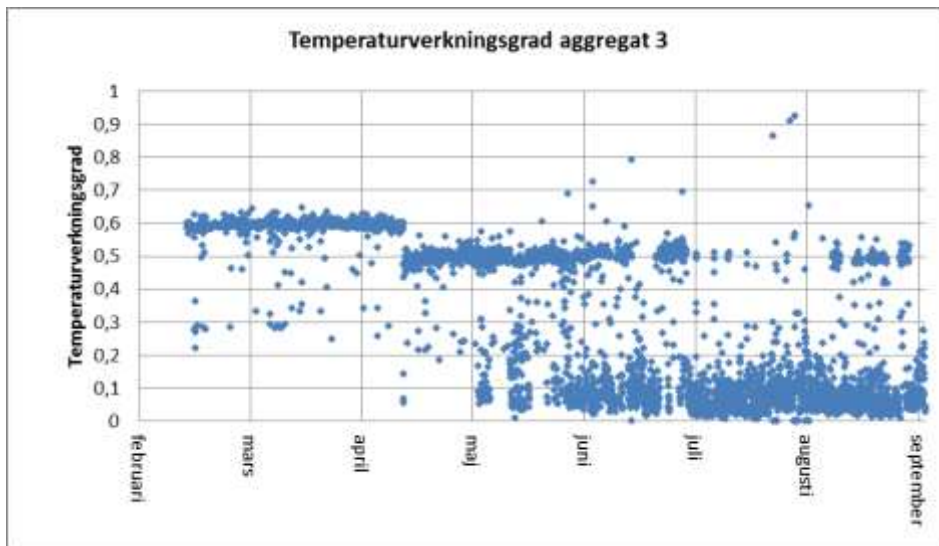
Figur 30. Dataloggning avtemperaturverkningsgrad aggregat 2 Flaggskepparen 5



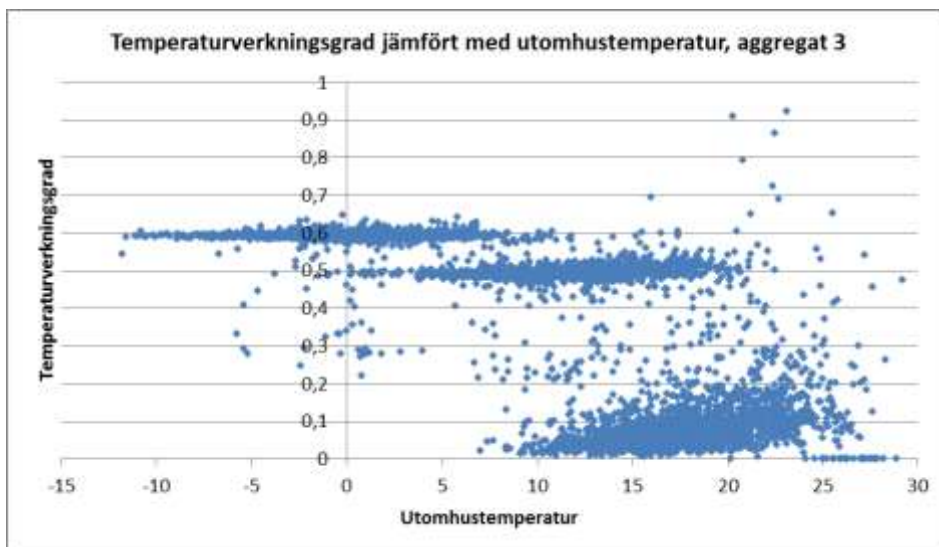
Figur 31. Dataloggning avtemperaturverkningsgrad aggregat 2 Flaggskepparen 5



Figur 32. Dataloggning avtemperaturverkningsgrad aggregat 2 Flaggskepparen 5



Figur 33. Dataloggning avtemperaturverkningsgrad aggregat 3 Flaggskepparen 5



Figur 34. Dataloggning avtemperaturverkningsgrad aggregat 3 Flaggskepparen 5

Slutsats ventilationsflöde

Byggnadens ventilationssystem är i behov av luftinjustering, drifttider och styrinställningar för garaget bör kontrolleras så de uppfyller gällande regelverk. Ventilationsaggregaten i de undersökta lägenheterna har en god värmeåtervinningsfunktion.

Slutsats fastighetsel

Fastighetens cirkulationspump och belysningssystem är energieffektiva. Ventilationssystem har en hög elanvändning baserat på de tre undersökta lägenheterna. Elvärme i trapphus, källare och garage samt elanvändning för tvättstugor utgör en del av fastighetselanvändningen. Kartläggningen av elanvändningen har fördelat en stor del av den totala fastighetselen.

Appendix 7.4 Ventilation och fastighetsel

Metod

Ventilationsflöde

Mätning har skett för att kartlägga de faktiska luftflödena och jämföra dessa mot de projekterade samt gällande krav och normer. Mätning sker med olika metoder beroende vilket mätobjektet är och vilka praktiska begränsningar det omges av. Mätning över ventilationsaggregat har kontrollmätts med spårgas.

Valet av mätpunkt har styrts av varje fastighets förutsättningar. För att begränsa mätningarna har det också varit nödvändigt att göra avgränsningar. Avgränsningen har varit att mäta större luftflöden för ventilationsaggregat och frånluftsfläktar. Övriga och mindre luftflöden har mätts där det ansetts motiverat.

Följande mätmetoder har använts;

Mätning utförd med tryckmätare enligt teknisk anvisning av Systemair.

Mätning utförd med tryckmätare enligt teknisk anvisning av Fläktwoods.

Luftflöde uppmätt med varmtråd, medelvärde vid 5-punktsmätning.

Luftflödesmätning med spårgas med mätfel +/- 8 %

Luftflöde uppmätt med stös och vinghjulsanemometer.

Mätmetoden är direkt mätning över befintliga don i lägenheterna, till- och frånluft, mätutrustningen som användes är TESTO 417, dvs en till-frånluftsanemometer, med tillhörande stös.

Tidpunkter för mätning;

2013-01-24 - 2013-01-25, 2013-01-28

Återvinningsgrad

Mätning av återvinningsgraden över ventilationsaggregat har skett för att kartlägga den faktiska återvinningsgraden och jämföra den mot den av fabrikanten utlovade. Återvinningsgraden beräknas med hjälp av att mäta temperaturverkningsgraden.

Mätningen har skett av avlufts-, utelufts- och frånluftstemperaturen. Mätningen avgränsades till att mäta temperaturverkningsgraden över frånluftssidan. Mätning över tilluftssidan gick inte att utföra och begränsas av att temperaturgivarna skulle påverkas av värme från luftvärmebatteriet.

Temperaturverkningsgrad beräknas enligt följande formel;

$$\eta_{Tf} = 1 - \frac{(T_{Av} - T_{Ute})}{(T_F - T_{Ute})}$$

η_{Tf} = Temperaturverkningsgrad

T_{Av} = Temperatur avluft [°C]

T_{Ute} = Temperatur uteluft [°C]

T_F = Temperatur frånluft [°C]

Tidsperioden för dataloggning av mätare;

2013-02-01 - 2013-09-10

Fastighetsel

Mätning har skett för att kartlägga vad fastighetselen försörjer i de undersökta fastigheterna. Elanvändning för tvättstugor och utebelysning kan t ex ingå i den samlade elanvändningen för fastigheten, trots att det inte skall räknas till specifik energi. Mätningen kan också visa om någon elanvändare är omotiverat stor.

Kartläggning av fastighetsel har utförts genom momentanmätning samt dataloggning av elanvändare. Med momentanmätning mäts den aktuella elanvändning vid mättillfället och genom dataloggning kan mönstret för elanvändningen över en tidperiod kartläggas.

Valet av mätpunkt har valts beroende på varje fastighets förutsättning med avgränsningar. Avgränsningen har varit att datalogga endast större frånluftsfläktar, värmepumpar, hissar, utebelysning och tvättstugor. Övriga och mindre elanvändare har momentanmätts där det ansetts motiverat.

Vid insamling av mätvärden m h a dataloggning har upplösningen var 20 min valts. Upplösningen för hissar finns även för var 20 sekund.

Mätperioderna har linjäriserats över året för att kunna jämföras i kWh/m² A_{temp}, år.

Elanvändare som cirkulationspumpar, ljuskällor i trapphus mm har inventerats.

Resultatet av mätningar av specifik fläkteffekt SFP kWh/m³ relateras till;

Nivåer för eleffektivitet för ventilation enligt BFS 2006:12

FTX Från- och tilluftsventilation med återvinning	2,0
FT Från- och tilluftsventilation	1,5
FX Frånluftventilation med återvinning	1,0
F Frånluftventilation	0,6

Utrustning som använts;

Momentanmätning har skett med strömtångmätare av typ UNI-T UT203

Dataloggning har skett med strömtånglogger av typ Energidata M2VB-2, USVC-1 och USVC-2.

Mätperioder för dataloggning;

2013-02-01 tom 2013-09-30 Generellt

2013-11-11 tom 2013-11-19 Hissar Kommendörkaptenen 6.

Momentana mätningar;

2014-03-19, 2014-03-25 Elanvändning Kv Flagg skepparen 5

Resultat

Kommendörkaptenen 6

Ventilationsflöde

Byggnadens ventilationssystem består av lägenhetsaggregat med värmeåtervinning och elvärme av typen Fläktwoods RDKR. Ventilationen är uppmätt i de fyra utvalda lägenheterna. I alla de 4 lägenheterna är luftflödena godtagbara men behöver injusteras då överstiger de projekterade. Lägenheter nr 2 och 3 överventileras och medför en onödig energianvändning.

Temperaturverkningsgraden över återvinningsbatterierna är god, varierar mycket mellan lägenheterna och uppgår till 60-85%. Eftersom luftflödena inte är injusterade och i balans över ventilationsaggregaten går det inte avgöra om temperaturverkningsgraden är i nivå med den projekterade. Det samlade ventilationsflödet för byggnaden är enligt handlingar projekterat till 0,38 l/s, A_{temp} .

Ventilationsaggregat betjänande garage tillhör fastigheten Kommendörkaptenen 9 och ingår inte i undersökningen. Värt att beakta är dock att garaget är avdelat och delvis uthyrt till en extern hyresgäst, avgränsningen påverkar ventileringen av den avdelade garagedelen.

Garage ventileras via friskluftsventiler i fasad och frånluftsfläkt i hisschakt.

Fastighetsel

Dataloggning har skett av den totala elanvändningen för;

- lägenhetsventilationsaggregaten i utvalda lägenheter
- hiss i trapphus 1
- hiss i trapphus 2
- elcentral för fastighetsel
- utebelysning

Urvalet har utelämnat dessa övriga elanvändare;

- övriga lägenhetsventilationsaggregat
- underelcentral för fastighetsel
- mindre frånluftsfläktar
- cirkulationspumpar
- belysning

Bostadsbyggnadens ventilationssystem består främst av ett flertal lägenhetsaggregat med värmeåtervinning och elvärme av typen Fläktwoods RDKG. Dataloggning har skett av den totala elenergianvändningen av ventilationsaggregaten i utvalda lägenheter. Elanvändningen i form av hushållsel som tillhör fastighetsel för undersökta lägenheter för ventilationsaggregat inkl elvärme uppgår till uppskattningsvis 21,2 kWh/m² A_{temp} år.

De separata spisfläktarna av typen Fläktwoods JBDD har en märkeffekt av 130W, uppmätt medelelanvändning på 84-117W vid det projekterade luftflödet 30l/s vilket ger ett relativt högt SFP på 2,8-3,9. Ventilationsaggregatet har en märkeffekt på 200W, vid en antagen medelelanvändning på 2x84W vid 45 l/s ger det ett SFP tal på 3,7. Sammanfattningsvis ger lägenhetsaggregaten ett relativt högt SFP.

Småfläktar i källare, hissar och soprum är ej uppmätta men lika komponenter på fastigheten Kommendörkaptenen 8 och antages ha SFP 0,8 – 1,1. De 6 st fläktarna går kontinuerligt ger en uppskattad elanvändning på 0,8 kWh/m² A_{temp}, år.

Värmecirkulationspumpen har tryckstyrning och är högeffektiv. Energieffektivitetsklass EEI ≤ 0,23. Centrala frånluftsfläktar i garage har SFP 0,24 - 0,3. Central tilluftsfläkt i garage har SFP 0,45. Småfläktar i garage är ej uppmätta men lika komponenter på fastigheten Kommendörkaptenen 8 och antages ha SFP 0,8 – 1,1.

Hissarna i byggnaden används frekvent och elanvändningen beräknas till 1 kWh/m² A_{temp}, år under en veckas dataloggning med 20 sek intervall. Med hjälp av dataloggning konstateras även att hissarna har en kontinuerlig elanvändning även när de inte används.

Dataloggning av apparatskåpet vilket betjänar den samlade fastighetselen inklusive hissarna med 20 min intervall uppskattas till 23,1 kWh/m² A_{temp}, år. Slutsatsen är att dataloggningen ger ett stort mätfel och blir nära 3 ggr så hög som total elanvändning.

Utebelysningen är till stor del ett modernt LED baserat system som har en låg energianvändning samt till viss del halogenspotlights. Nyckeltalen blir låga för fastighetens dataloggade system. Belysning i trapphus, källare och soprum har lågenergilampor med akustisk styrning.

Den ofördelade fastighetselen uppdelas genom beräkning av de ingående elanvändarna;

- Värmecirkulationspumpen har en eleffekt på 110W och en elanvändning sedan start på 1731 kWh vid avläsning 2013-01-24. Pumpstoppautomatik saknas för värmecirkulationspumpen och ger en drifttid på 8760 h vilket ger en elanvändning på 1,0 kWh/m² A_{temp}, år.
- VVC-pumpen har en kontinuerlig drift och en uppskattad elanvändning på 0,3 kWh/m² A_{temp}, år.
- Trapphusbelysning har en inventerad eleffekt på 1466 W, närvarostyrning och trapphusstyrning med en uppskattad drifttid på 1000 h ger en elanvändning på 0,6 kWh/m² A_{temp}, år.
- Elanvändningen för garageportar och övriga styrsystem antas utgöra resterande del på 4,8 kWh/m² A_{temp}, år.

Tabell 1. Summerad fastighetsel för Kommendörkaptenen 6

Summerad fastighetsel för Kommendörkaptenen 6				
Sammanställning	Delsummer			Total
	Dataloggning	Beräknad	Restvärde	fastighetselanvändning
	kWh/m ² , A _{temp}	kWh/m ² , år A _{temp}	kWh/m ² , år A _{temp}	kWh/m ² , år A _{temp}
Ventilation i lägenheter inkl elvärme	12,9	21,2		21,2
Frånluftsfläktar		0,8		0,8
Hissar		1,0		1,0
Värmecirkulationspump		1,0		1,0
VVC-pump		0,3		0,3
Trapphus		0,6		0,6
Garageportar och övrigt			4,8	4,8
Totalt	12,9	24,9	4,8	29,7

Dataloggningar

Tabell 2. Dataloggning av ventilationsaggregat i lägenheter Kommendörkaptenen 6

Dataloggning av ventilationsaggregat i lägenheter					
Mätperiod	2013-02-01 - 2013-09-10				
Lgh	Typ	Luftflöde	Drifttid	Elanvändning	Lgh
		T/F, l/s	h, min	kWh	m ² / l/s, m ²
1	FTX	40/47	-	290,31	91,1 / 0,5
2	FTX	60/42	5514, 24	1590,45	77,2 / 0,5
3	FTX	52/60	5492, 13	1844,83	91,3 / 0,7
3	Spisfläkt	(-/30)	204, 5	23,94	
4	FTX	35/42	5401, 13	797,91	92,7 / 0,5
4	Spisfläkt	(-/30)	141, 57	11,84	
Totalt				4559,3	352,3
Nyckeltal	21,2	kWh/m ² , år A _{temp}			

Tabell 3. Dataloggning av hissar Kommendörkaptenen 6

Dataloggning av hissar					
Mätperiod	2013-11-11 – 2013-11-19				
Hiss	Effekt			Ber. Elanv.	A _{temp}
	Min W	Max W	Medel W	kWh	m ²
Hiss 1	130	3205	185		
Hiss 2	12	3209	108		
Totalt			293	52,7	2634
Nyckeltal	1	kWh/m ² , år A _{temp}			

Tabell 4. Dataloggning av elcentral för fastighetsel Kommendörkaptenen 6

Dataloggning av elcentral för fastighetsel					
Mätperiod	2013-02-01 – 2013-09-10				
Apparatskåp	Effekt			Ber. Elanv.	A _{temp}
	Min W	Max W	Medel W	kWh	m ²
AS	1672	2735	6479		
Totalt			6479	37630,0	2634
Nyckeltal	23,1	kWh/m ² , år A _{temp}			

Tabell 5. Dataloggning av utebelysning Kommendörkaptenen 6

Dataloggning av fastighetsel för utebelysning (LED)					
Mätperiod	2013-02-01 – 2013-09-10				
Apparatskåp	Effekt			Ber. Elanv.	A _{temp}
	Min W	Max W	Medel W	kWh	m ²
LED-belysning	0	12	0,2		
Totalt			0,2	1,2	2634
Nyckeltal	0,0	kWh/m ² , år A _{temp}			

Momentana mätningar

Tabell 6. Momentan mätning av eleffekter Kommendörkaptenen 6

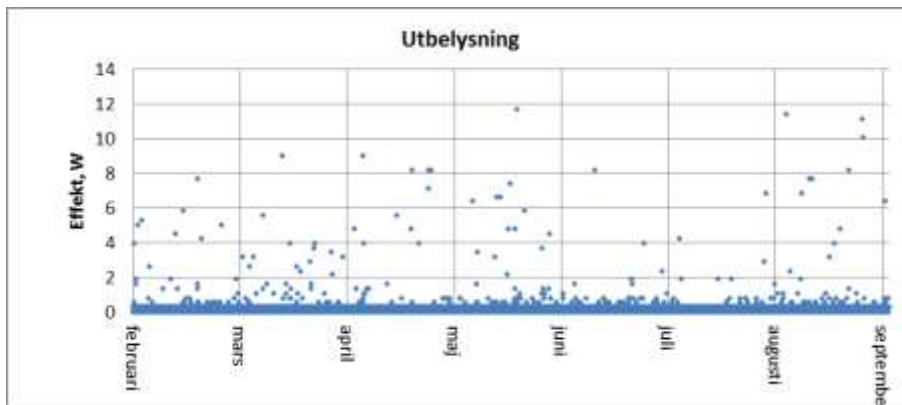
Momentan mätning av eleffekter		
Mättidpunkt	2013-01-25	
	Effekt W	Kommentar
Värmecirk.pump	110	
C-5703-TA1	605	Avläst effekt på display 0,3kW
C-5703-FF1:1	212	Avläst effekt på display 0,1kW
C-5703-FF1:2	161	Avläst effekt på display 0,06kW
Hiss 1	462	Baslast
Hiss 2	242	Baslast

Tabell 7. Momentan mätning av ventilation för garage Kommendörkaptenen 6

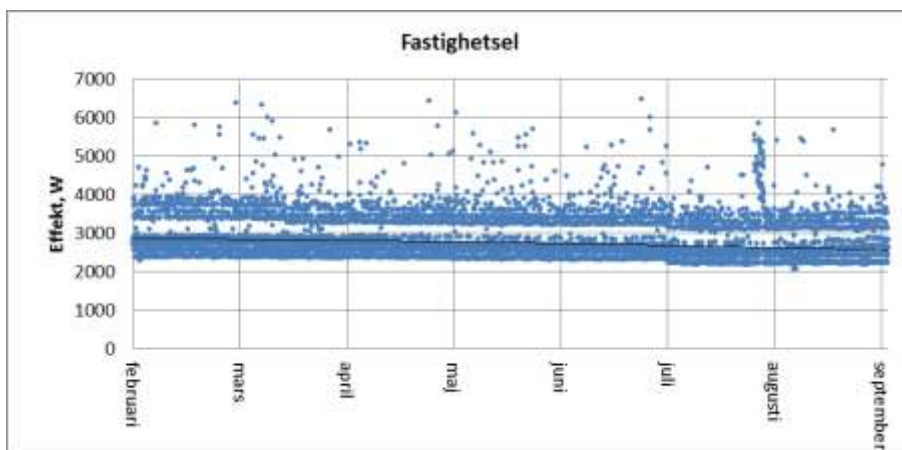
Luftflödesmätning av ventilation för garage			
Mättidpunkt	2013-01-25		
	Rumstyp	Uppmätt Luftflöde T/F, l/s	Projekterat luftflöde T/F, l/s
C-5703-TA1	Garage	1350/-	630/- (2500/-)
C-5703-FF1:1	Garage	-/702	-/315 (-/1250)
C-5703-FF1:2	Garage	-/679	-/315 (-/1250)

Tabell 8. Momentan mätning av ventilationsaggregat i lägenheter Kommendörkaptenen 6

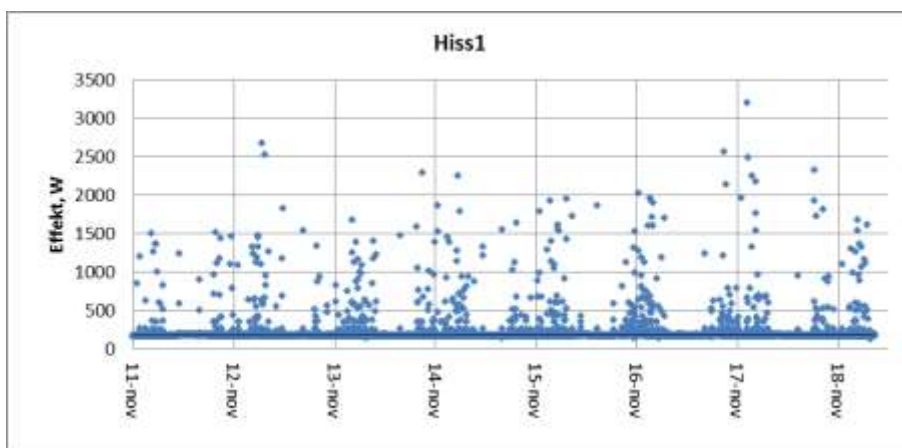
Luftflödesmätning av ventilation i lägenheter						
Mättidpunkt	2013-01-25					
Lgh	Typ	Uppmätt Luftflöde don T/F, l/s	Uppmätt Luftflöde Aggregat T/F, l/s	Projekterat luftflöde T/F, l/s	Nyckeltal uppmätt luft- flöde l/s, m ²	A _{temp} m ²
1	FTX	35,5/14	40/47	40/40	0,52	91,1
2	FTX	27/26,5	52/60	36/36	0,66	91,3
3	FTX	34/15	60/42	36/36	0,54	77,2
3	F	-	-/30	-/30		
4	FTX	24,5/19	35/42	36/36	0,45	92,7
4	F	-	-/30	-/30		



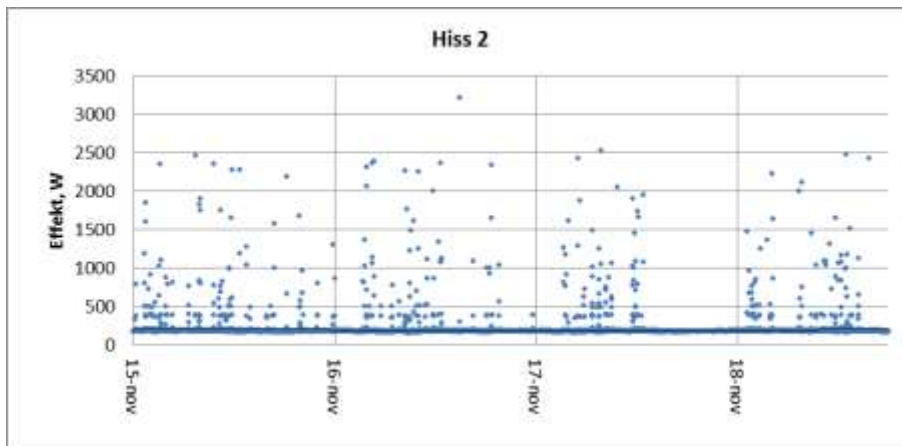
Figur 1. Dataloggning av utebelysning Kommendörkaptenen 6



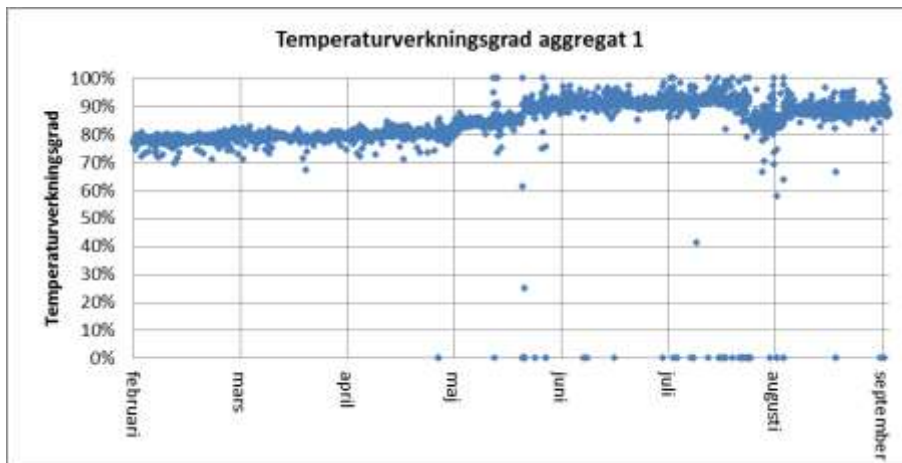
Figur 2 Dataloggning av total fastighetsel Kommendörkaptenen 6



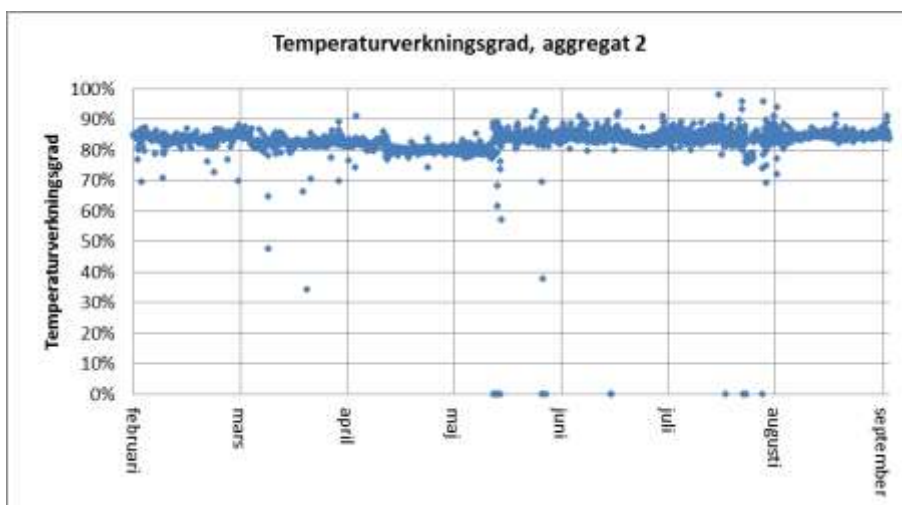
Figur 3 Dataloggning av hiss 1 Kommendörkaptenen 6



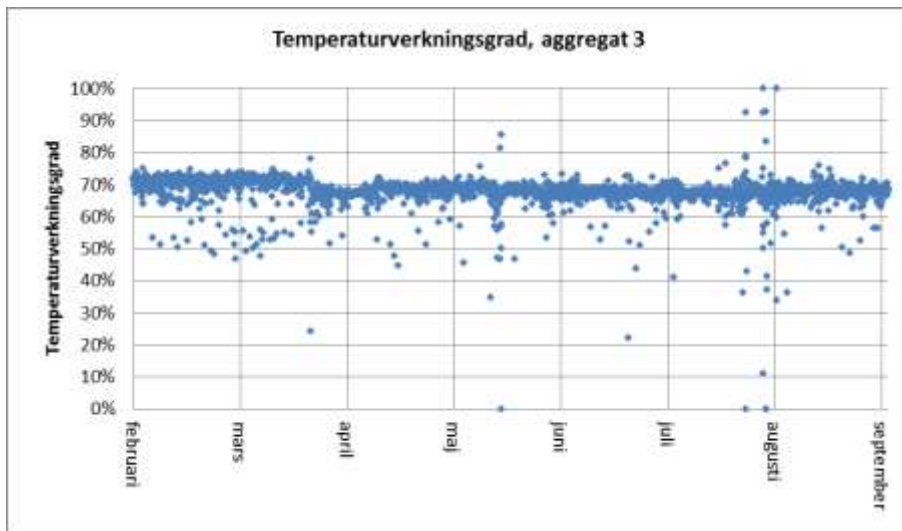
Figur 4 Dataloggning av hiss 2 Kommendörkaptenen 6



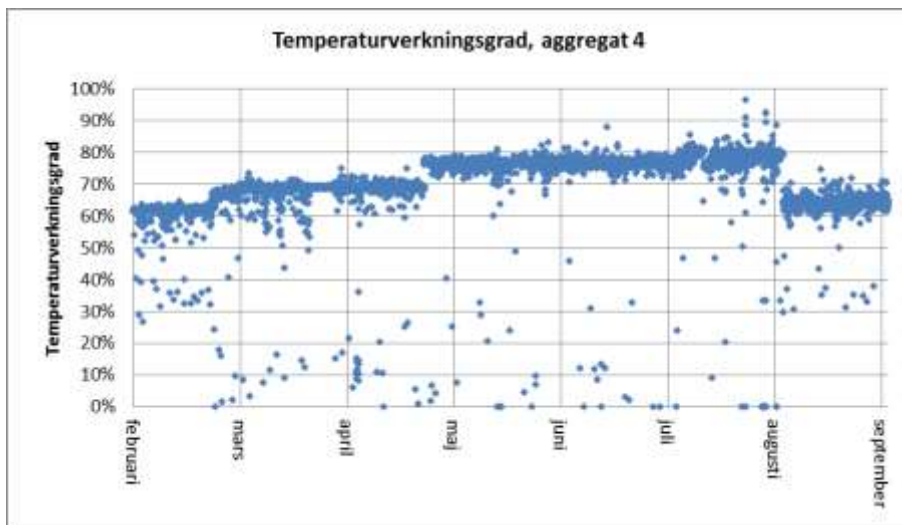
Figur 5 Dataloggning av temperaturverkningsgrad aggregat 1 Kommendörkaptenen 6



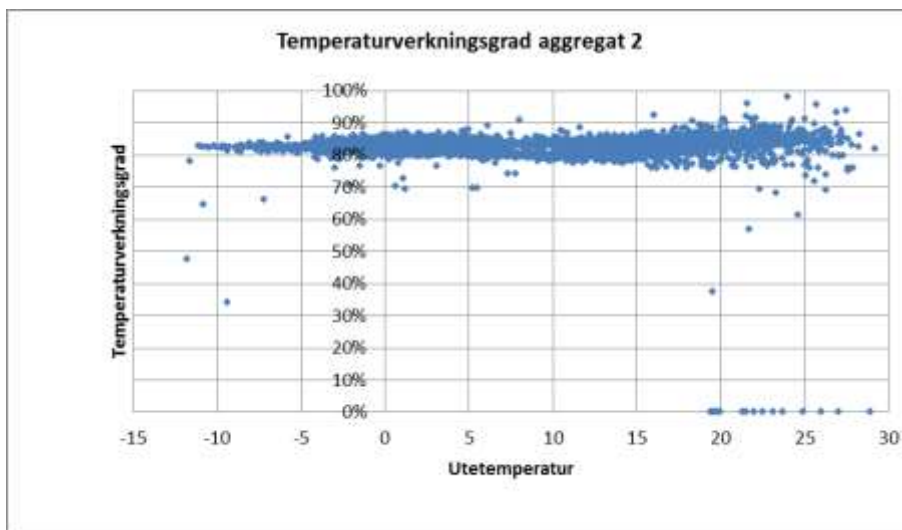
Figur 6 Dataloggning av temperaturverkningsgrad aggregat 2 Kommendörkaptenen 6



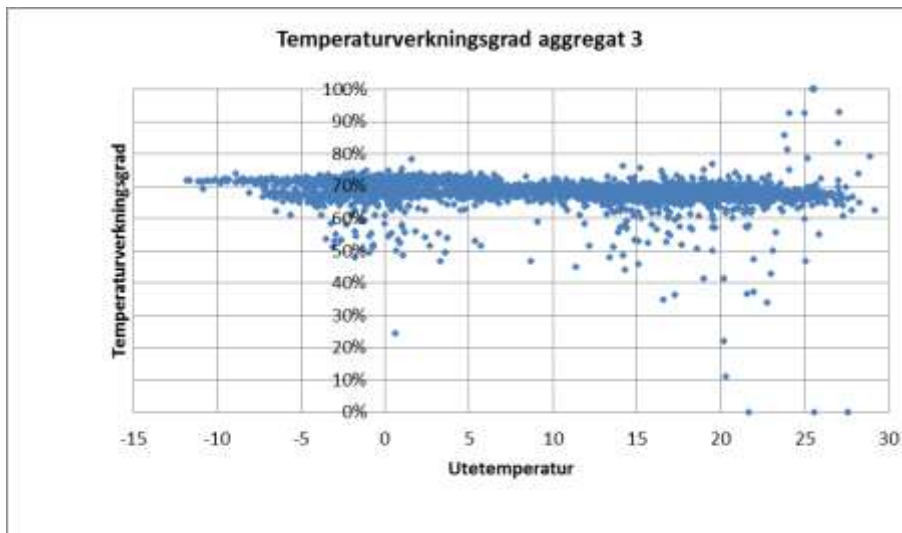
Figur 7 Dataloggning av temperaturverkningsgrad aggregat 3 Kommendörkaptenen 6



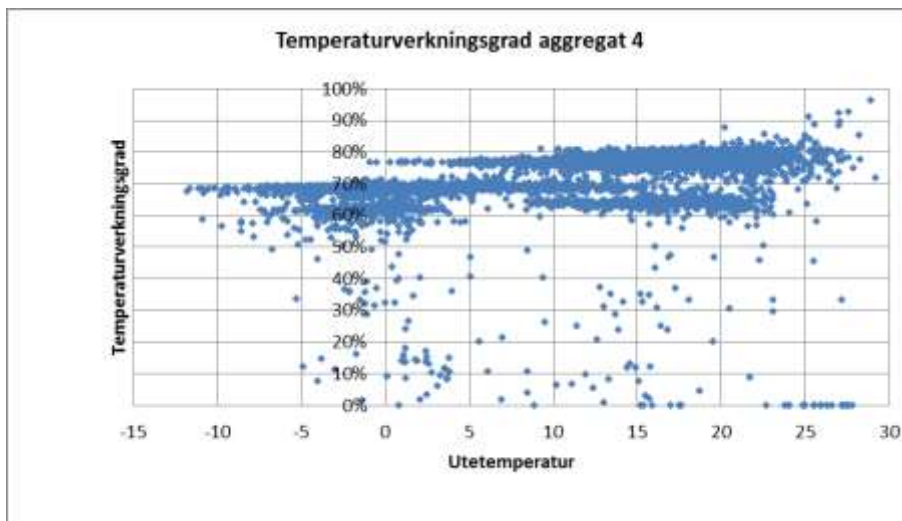
Figur 8 Dataloggning av temperaturverkningsgrad aggregat 4 Kommendörkaptenen 6



Figur 9 Dataloggning av temperaturverkningsgrad aggregat 2 Kommendörkaptenen 6



Figur 10 Dataloggning av temperaturverkningsgrad aggregat 3 Kommendörkaptenen 6



Figur 11 Dataloggning av temperaturverkningsgrad aggregat 4 Kommendörkaptenen 6

Slutsats ventilationsflöde

Byggnadens ventilationssystem är i obalans, överventileras och i behov av luftinjustering. Ventilationsaggregaten i de undersökta lägenheterna har dock en god värmeåtervinningsfunktion. Ventileringen av garaget behöver kontrolleras för de avdelade garageplatserna så de uppfyller gällande regelverk.

Slutsats fastighetsel

Fastighets och hushållselanvändningen har tillsammans historiskt uppmätts till ca 49 kWh/m² A_{temp} varav fastighetselen har separat historiskt uppmätts till ca 8-9 kWh/m² A_{temp}.

Kartläggningen har fördelat elanvändningen till 21,2 kWh/m² A_{temp}, år för hushållselen och 3,7 kWh/m² A_{temp}, år för fastighetselen. Omfördelas elanvändningen för ventilationssystemen från hushållsel till fastighetsel uppgår den totala fastighetselen till 24,9 kWh/m² A_{temp}, år vilket är rimligt för en fastighet med hissar och FTX-system med höga SFP-tal.

Fastighetens cirkulationspumpar och belysningssystem är energieffektiva, ventilationssystemen utgör en betydande del av den egentliga fastighetselanvändningen, se tabell 1.

Kommendörkaptenen 8

Ventilationsflöde

Byggnadens ventilationssystem består främst av ett centralt ventilationsaggregat i källaren med tryckstyrning och värmeåtervinning med plattvärmewäxlare. Luftflödet är uppmätt till 530/630 l/s vilket stämmer överrens med det projekterade luftflödet på 560/610 l/s.

Temperaturverkningsgraden över återvinningsbatteriet är god och uppgår till 60% enligt mätningar över ventilationsaggregat.

Tvättstuga och förråd betjänas av mindre överluftsfläktar. Det samlade ventilationsflödet för byggnaden är 0,37 l/s, A_{temp} .

Ventilationen i garage utgörs av avluft från ventilationsaggregatet. Luftflödet är uppmätt till 86 l/s vid grundflöde respektive 177 l/s vid forcerat flöde, det projekterade luftflödet är 315/700 l/s.

Ventilationen i garage har enligt uppmätningar ett minflöde som understiger lägsta tillåtna frånluftsflöde enligt Minimikrav på luftflöde med referens till SBN-PFS 1983:2. Värt att beakta är att avluftsflödet från FTX aggregatet inte motsvaras av frånluftsflödet för garaget, varken det uppmätta eller det projekterade, och det byggs upp ett luftövertryck i garaget som kan påverka ventileringen och trycksättningen i byggnaden.

Fastighetsel

Dataloggning har skett av den totala elanvändningen för;

- ventilationsaggregat betjänande lägenheter
- hiss i trapphus
- tvättstuga
- utebelysning

Urvalet har utelämnat dessa övriga elanvändare;

- elcentral för fastighetsel
- mindre frånluftsfläktar
- cirkulationspumpar
- belysning

Ventilationssystemet är ett centralt FTX-system och mindre frånluftsfläktar. Dataloggning har skett av FTX, aggregatet har ett mycket högt SFP värde på 3,7, tryckstyrning och en uppskattad elanvändning på 21,2 kWh/m² A_{temp} , år. Överluftsfläktar i källare är ej uppmätta men lika komponenter på fastigheten Kommendörkaptenen 8 och antages ha SFP 0,8 – 1,1. De 2st fläktarna går kontinuerligt ger en uppskattad elanvändning på 0,4 kWh/m² A_{temp} , år. Garage ventileras med fläkt med CO styrning, SFP på 1,3 vid grundflöde och SFP på 2,6 vid helfart. Antar att 90% av drifttiden är grundflöde ger ett medel SFP 1,43 och en uppskattad elanvändning på 0,7 kWh/m² A_{temp} , år. Totalt använder ventilationssystemen 22,3 kWh/m² A_{temp} , år.

Värmecirkulationspumpen på 84W har tryckstyrning, saknar pumpstopp. Högeffektiv pump med energiklass A. Elanvändningen uppskattas till 0,4 kWh/m² A_{temp} , år. VVC-pumpen uppskattas ha en elanvändning på 0,3 kWh/m² A_{temp} , år. Totalt använder cirkulationspumpar 0,7 kWh/m² A_{temp} , år.

Hissarna i byggnaden har dataloggats och elanvändningen för hissarna uppskattas till $0,8 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}, \text{ år}$.

Utebelysningen är ett modernt LED baserat system som har en låg energianvändning som uppskattas till $0,5 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}, \text{ år}$.

Tvättstugan ingår i elmätningen för fastighetselen, har dataloggats och elanvändningen för tvättstugan uppskattas till $0,4 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}, \text{ år}$. Denna låga elanvändning kan förklaras med att tvättmaskinerna använder tappvarmvatten.. Enligt BEBOs rapport "Värmedrivna vitvaror - ett energieffektivt alternativ" sparar varmvattenanslutna tvättmaskiner 80 % av elenergin. Energianvändningen uppskattas då till 5 ggr högre för tvättstugan, elenergi inklusive värmeenergi för tappvarmvatten då till totalt uppgå till $2,0 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}, \text{ år}$. Svebys dokument "Brukarindata bostäder" refererar till ett mätprojekt där elenergianvändningen i genomsnitt uppgick till 210 kWh per lägenhet. Med 22 st lägenheter skulle det ge ett riktvärde på $2,5 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}, \text{ år}$.

Fastighetselanvändningen uppgår historiskt till ca $23 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}, \text{ år}$. Kartläggning med dataloggning har fördelat $24,7 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}, \text{ år}$. Elanvändning som inte ingår i den fördelade är belysning i trapphus och styrsystem och måste beräknas.

Beräkning av de ofördelade elanvändarna;

- Trapphusbelysning har en inventerad eleffekt på 1927W, närvarostyrning och trapphusstyrning med en uppskattad drifttid på 1000h ger en elanvändning på $1,0 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}, \text{ år}$.
- Elanvändningen för garageportar och övriga styrsystem antas utgöra en marginell del.

Fastighetsel uppgår historiskt till ca $23 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}, \text{ år}$. Kartläggningen har fördelat elanvändningen till $25,7 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}, \text{ år}$ vilket innebär att den beräknade och uppskattade fördelningen nära stämmer överrens med den verkliga totalt uppmätta.

Tabell 9. Summerad fastighetsel för Kommendörkaptenen 8

Summerad fastighetsel för Kommendörkaptenen 8				
Sammanställning	Delsummeror			Total
	Dataloggning	Beräknad	Restvärde	fastighetselanvändning
	$\text{kWh/m}^2, A_{\text{temp}}$	$\text{kWh/m}^2, \text{år}$ A_{temp}	$\text{kWh/m}^2, \text{år}$ A_{temp}	$\text{kWh/m}^2, \text{år}$ A_{temp}
Ventilationsaggregat		21,2		21,2
Frånluftsfläktar		0,4		0,4
Garageventilation		0,7		0,7
Hiss	0,8			0,8
Värmecirkulationspump		0,4		0,4
VVC-pump		0,3		0,3
Trapphus		1,0		1,0
Garageportar och övrigt			0	0
Utebelysning	0,5			0,5
Tvättstuga	0,4			0,4
Totalt	1,7	24	0	25,7

Dataloggning

Tabell 10. Mätning av centralventilationsaggregat för lägenheter Kommendörskaptenen 8

Mätning av centralventilationsaggregat för lägenheter							
Tidpunkt för mätning	2013-01-25						
	Typ	Luftflöde	Drifttid	Effekt	SFP	Ber. Elanv.	A _{temp}
		T/F, l/s	h	W	kW/m ³ , s	kWh	m ²
TA/FA1	FTX	530/690	8760	2667	3,7	39292,2	
Totalt						39292,2	1851,0
Nyckeltal	21,2	kWh/m ² , år A _{temp}					

Tabell 11. Dataloggning av hissar Kommendörskaptenen 8

Dataloggning av hissar					
Mätperiod	2013-02-01 - 2013-09-10				
	Effekt			Ber. Elanv.	A _{temp}
	Min W	Max W	Medel W	kWh	m ²
Hiss	4	3380	174		
Totalt			174	928,5	1851
Nyckeltal	0,8	kWh/m ² , år A _{temp}			

Tabell 12. Dataloggning av tvättstuga Kommendörskaptenen 8

Dataloggning av elcentral för tvättstuga ingående i fastighetsel					
Mätperiod	2013-02-01 - 2013-09-10				
Apparatskåp	Effekt			Ber. Elanv.	A _{temp}
	Min W	Max W	Medel W	kWh	m ²
Tvättstuga	52	1765	89		
Totalt			89	474,9	1851
Nyckeltal	0,4	kWh/m ² , år A _{temp}			

Tabell 13. Dataloggning av utebelysning Kommendörskaptenen 8

Dataloggning av fastighetsel för utebelysning (LED)					
Mätperiod	2013-02-01 - 2013-09-10				
Apparatskåp	Effekt			Ber. Elanv.	A _{temp}
	Min W	Max W	Medel W	kWh	m ²
LED-belysning	0	1027	99		
Totalt			99	528,3	1851
Nyckeltal	0,5	kWh/m ² , år A _{temp}			

Momentana mätningar

Tabell 14. Momentan mätning av eleffekter Kommendörkaptenen 8

Momentan mätning av eleffekter	
Mättidpunkt	2013-01-25
Effekt W	
Värmecirk.pump	84
FTX tilluft	919
FTX frånluft	1748
FF Garage halvfart	110
FF Garage helfart	462

Tabell 15. Momentan mätning av ventilationsaggregat för lägenheter Kommendörkaptenen 8

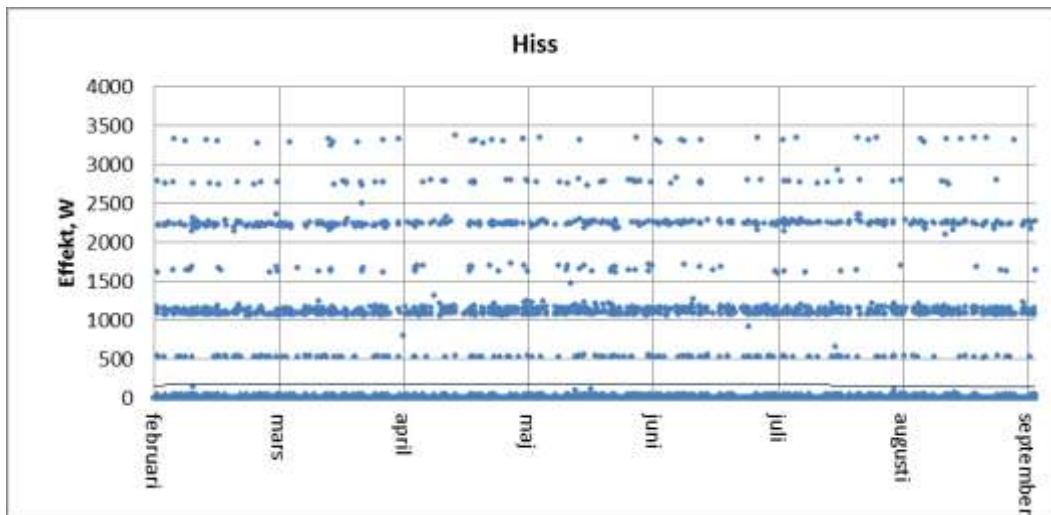
Luftflödesmätning av ventilationsaggregat för lägenheter				
Mättidpunkt	2013-01-25			
Lgh	Typ	Uppmätt Luftflöde T/F, l/s	Projekterat luftflöde T/F, l/s	A _{temp} m ²
FTX	FTX	530/690	560/610	1851
Totalt				1851
Nyckeltal		0,37	0,33	l/s, A _{temp}

Tabell 16. Momentan mätning av frånluftsfläkt för garage Kommendörkaptenen 8

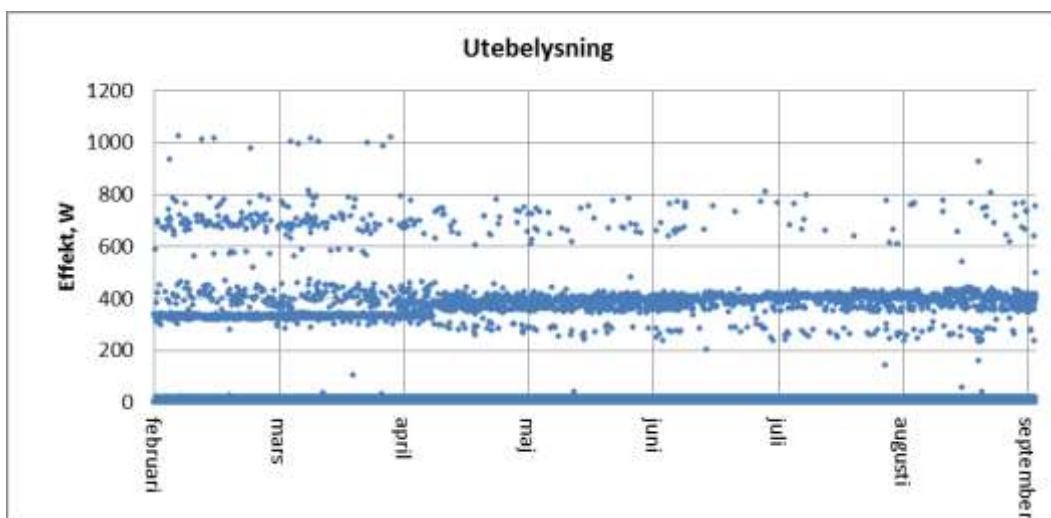
Luftflödesmätning av frånluftsfläktar för garage					
Mättidpunkt	2013-01-25				
Lgh	Rumstyp	Uppmätt Luftflöde T/F, l/s	Projekterat luftflöde T/F, l/s	Nyckeltal uppmätt luftflöde l/s, m ²	Garage m ²
FF Garage halvfart	Garage	-/86	-/315	0,24	361,4
FF Garage helfart	Garage	-/177	-/700	0,49	361,4

Tabell 17. Momentan mätning av ventilationsaggregat i lägenheter Kommendörkaptenen 8

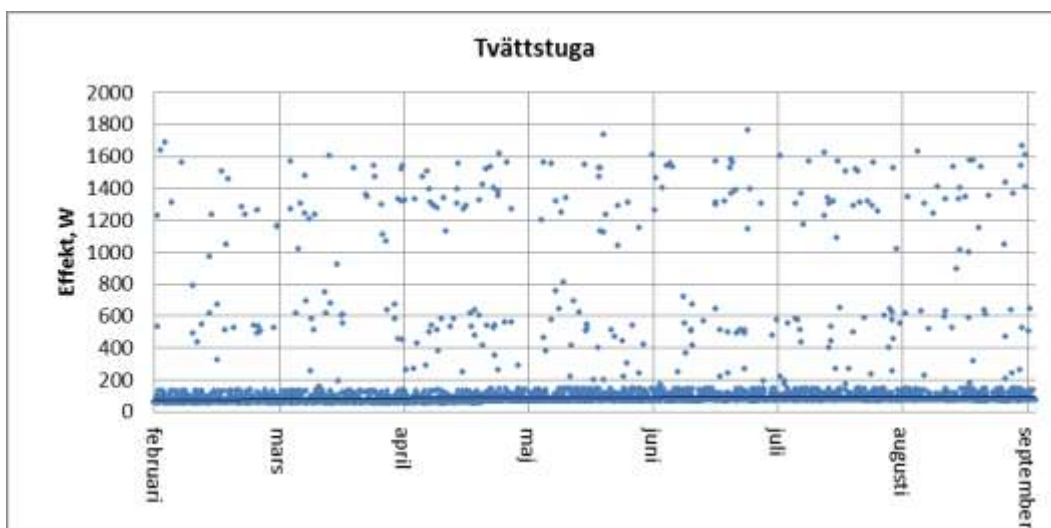
Luftflödesmätning av ventilation i lägenheter					
Mättidpunkt	2013-01-28				
Lgh	Typ	Uppmätt Luftflöde T/F, l/s	Projekterat luftflöde T/F, l/s	Nyckeltal uppmätt luft- flöde l/s, m ²	A _{temp} m ²
1	FT	26,5/27	30/30	0,32	82,4
2	FT	16,5/19	25/25	0,31	53,6
3	FT	19,5/20,5	25/25	0,28	70
4	FT	21/23,5	25/25	0,30	70



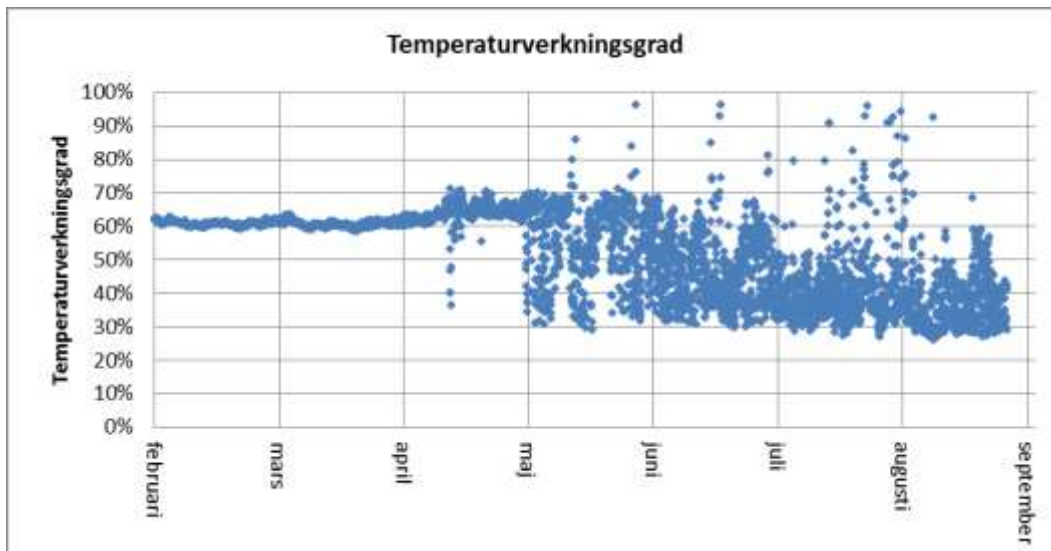
Figur 12. Dataloggning av hiss Kommendörkaptenen 8



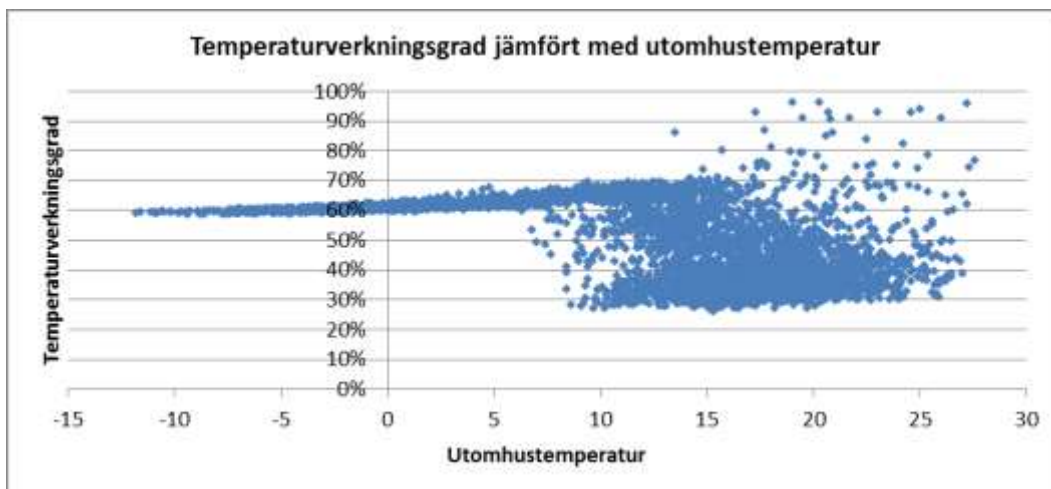
Figur 13. Dataloggning av utebelysning Kommendörkaptenen 8



Figur 14. Dataloggning av tvättstuga Kommendörkaptenen 8



Figur 15. Dataloggning av temperaturverkningsgrad ventilation Kommendörkaptenen 8



Figur 16. Dataloggning av temperaturverkningsgrad ventilation Kommendörkaptenen 8

Slutsats ventilationsflöde

Byggnadens ventilationssystem för bostäder har en god funktion och värmeåtervinning som uppgår till ca 60%, luftflödena är dock generellt låga i utvalda lägenheter och i behov av luftinjustering. Garagets ventilationssystem är i behov av luftinjustering så det uppfyller gällande regelverk.

Slutsats fastighetsel

Fastighetens cirkulationspumpar och belysningssystem är energieffektiva. Ventilationssystemet har ett högt SFP värde och utgör den största delen av fastighetselanvändningen medan elanvändning för tvättstugor utgör endast en liten del, se tabell 9.

Flaggskepparen 4

Ventilationsflöde

Byggnadens ventilationssystem består främst av ett centralt frånluftsaggregat på tak med tryckstyrning och värmeåtervinning med värmepump. Luftflödet på 475 l/s understiger det projekterade luftflödet på 540 l/s. Återvinningssystemet var ur funktion under hela mätperioden och kan därför inte utvärderas.

Teknikrum och förråd betjänas av mindre frånluftsfläktar. Ventilationen i garage har självdrag och är inte undersökt. Det samlade ventilationsflödet för byggnaden är projekterat till 0,45 l/s, A_{temp} .

Fastighetsel

Dataloggning har skett av den totala elanvändningen för;

- Central frånluftsfläkt på tak
- hiss i trapphus 1
- hiss i trapphus 2
- utebelysning
- värmepump

Urvalet har utelämnat dessa övriga elanvändare;

- elcentral för fastighetsel
- apparatskåp för styrutrustning för VVS
- ventilationsaggregat betjänande lokal
- mindre frånluftsfläktar
- cirkulationspumpar
- elvärme i hisschakt
- belysning

Ventilationssystemet har frånluftsvärmeåtervinning med hjälp av värmepump, dataloggning har därför skett av både värmepump och frånluftsfläkt. Byggnadens frånluftsfläkt har ett bra SFP värde på 0,87 om det beaktas att frånluften ska passera ett återvinningsbatteri. Frånluftsfläkten har tryckstyrning och en uppskattad elanvändning på $2,2 \text{ kWh/m}^2 A_{temp}$, år. 6st småfläktar som går kontinuerligt i teknikdelar har SFP 0,8 – 1,1 och har en uppskattad elanvändning på $1,2 \text{ kWh/m}^2 A_{temp}$, år. Totalt använder ventilationssystemen $3,4 \text{ kWh/m}^2 A_{temp}$, år.

Värmepumpen har inte kunnat undersökas då den varit ur funktion. Dataloggningen har visat att styrsystemet har en konstant elanvändning på ca 50W vilket ger $0,2 \text{ kWh/m}^2 A_{temp}$, år.

Utebelysningen har dataloggats och elanvändningen uppgår till $0,6 \text{ kWh/m}^2 A_{temp}$, år.

Värmecirkulationspumpen har tryckstyrning och är högeffektiv. Energieffektivitetsklass $EI \leq 0,23$.

Hissarna i byggnaden nås direkt inne i lägenheterna och används frekvent. Med hjälp av dataloggning konstateras även att hissarna har en kontinuerlig elanvändning när de inte används som är beaktansvärd. Elanvändningen för hissarna uppskattas till $3,8 \text{ kWh/m}^2 A_{temp}$, år.

Utebelysningen är ett modernt LED baserat system som har en låg energianvändning.

Fastighetsel uppgår historiskt till ca 13 kWh/m² A_{temp}, år. Kartläggning med dataloggning har fördelat 7,8 kWh/m² A_{temp}, år, andelen ofördelad elanvändning för cirkulationspumpar, belysning i trapphus, elradiatorer i hisschakt, garageportar, garagebilhissar och styrsystem uppgår till 5,2 kWh/m² A_{temp}, år.

Den ofördelade fastighetselen uppdelas genom beräkning av de ingående elanvändarna;

- Värmecirkulationspumpen har en eleffekt på 110W och en elanvändning sedan start på 6479 kWh vid avläsning 2013-01-23. Pumpstoppsautomatik saknas för värmecirkulationspumpen och ger en drifttid på 8760h vilket ger en elanvändning på 0,5 kWh/m² A_{temp}, år.
- VVC-pumpen har en eleffekt på 56W och vid en kontinuerlig drift ger det en elanvändning på 0,3 kWh/m² A_{temp}, år.
- Trapphusbelysning har en inventerad eleffekt på 297W, närvarostyrning och med en uppskattad drifttid på 1000h ger en elanvändning på 0,2 kWh/m² A_{temp}, år.
- Elradiatorerna i hisschaktet värmer främst för ventilationsförlusten. Med ett kontinuerligt luftflöde på 80l/s, en årsmedeltemperatur på 8 grader, ett antaget börvärde på 18°C ger en elanvändning på 4,4 kWh/m² A_{temp}, år. Börvärdet motiveras av att hissarna är i direkt anslutning till lägenheterna. Är luftflöden högre än det projekterade kan elanvändningen vara större. Transmissionsförlusten för hissdörrar i entreér är inte beaktad.
- Garageportar, garagebilhissar och övriga styrsystem antas utgöra en marginell del.

Tabell 18. Summerad fastighetsel för Flaggskepparen 4

Summerad fastighetsel för Flaggskepparen 4				
Sammanställning	Delsummer			Total
	Dataloggning	Beräknad	Restvärde	fastighetselanvändning
	kWh/m ² , år A _{temp}	kWh/m ² , år A _{temp}	kWh/m ² , år A _{temp}	kWh/m ² , år A _{temp}
Ventilationsaggregat	2,2			2,2
Frånluftsfläktar		1,2		1,2
Värmepump	0,2			0,2
Hiss	3,8			3,8
Värmecirkulationspump		0,5		0,5
VVC-pump		0,3		0,3
Trapphus		0,2		0,2
Garageportar och övrigt			0	0
Utebelysning	0,6			0,6
Elradiatorer		4,4		4,4
Totalt	6,8	6,6	0	13,4

Dataloggning

Tabell 19. Dataloggning av centralventilationsaggregat för lägenheter Flaggskepparen 4

Mätning av centralventilationsaggregat för lägenheter							
Tidpunkt för mätning	2013-02-01 - 2013-09-10						
	Typ	Luftflöde		Effekt		SFP	Ber. Elanv.
		T/F, l/s	Min W	Max W	Medel W	kW/m ³ , s	kWh
							m ²
FF1	FX	475	257	680	472	0,87	2507,57
Totalt							2507,6
Nyckeltal	2,2	kWh/m ² , år A _{temp}					

Tabell 20. Dataloggning av hissar Flaggskepparen 4

Dataloggning av hissar					
Mätperiod	2013-02-01 - 2013-09-10				
	Effekt			Ber. Elanv.	A _{temp}
	Min W	Max W	Medel W	kWh	m ²
Hiss 1	390	7030	611	3246,0	
Hiss 2	102	7984	210	1115,7	
Totalt			821	4361,7	1903
Nyckeltal	3,8	kWh/m ² , år A _{temp}			

Tabell 21. Dataloggning av utebelysning Flaggskepparen 4

Dataloggning av fastighetsel för utebelysning (LED)					
Mätperiod	2013-02-01 - 2013-09-10				
Apparatskåp	Effekt			Ber. Elanv.	A _{temp}
	Min W	Max W	Medel W	kWh	m ²
LED-belysning	0	378	127		
Totalt			127	674,6	1903
Nyckeltal	0,6	kWh/m ² , år A _{temp}			

Tabell 22. Dataloggning av frånluftsvärmepump Flaggskepparen 4

Dataloggning av fastighetsel för frånluftsvärmepump					
Mätperiod	2013-02-01 - 2013-09-10				
Apparatskåp	Effekt			Ber. Elanv.	A _{temp}
	Min W	Max W	Medel W	kWh	m ²
VP1	28	57	41		
Totalt			41	217,8	1903
Nyckeltal	0,2	kWh/m ² , år A _{temp}			

Momentana mätningar

Tabell 23. Momentan mätning av eleffekter Flaggskepparen 4

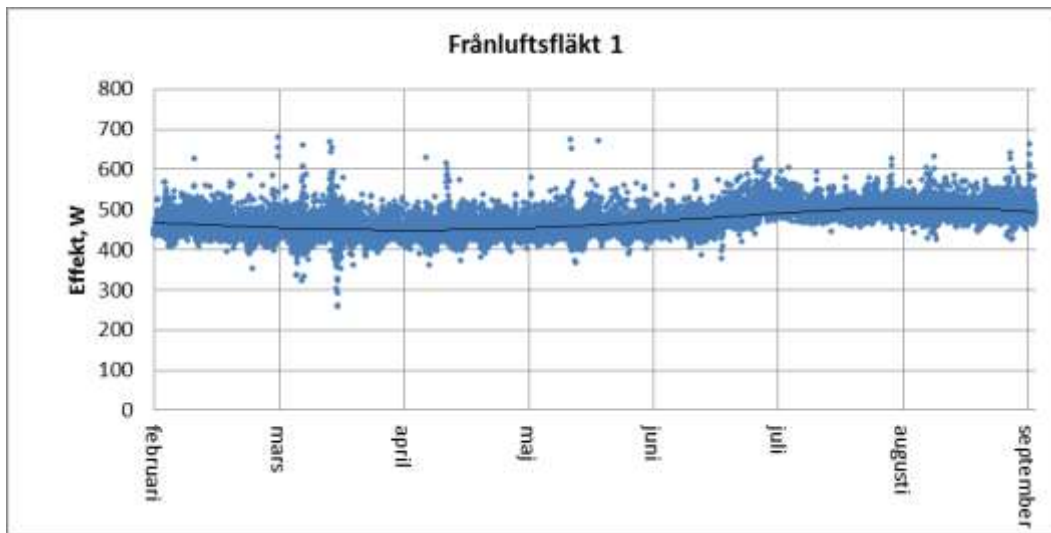
Momentan mätning av eleffekter		
Mättidpunkt	2013-01-24	
	Effekt W	Kommentar
Pump	110	
FF1 fas 1	411	
FF1 fas 2	351	
FF3-1	16	
FF3-2	18	
Värmepump	2047	Vid provstart

Tabell 24. Momentan mätning av frånluftsfläkt för lägenheter Flaggskepparen 5

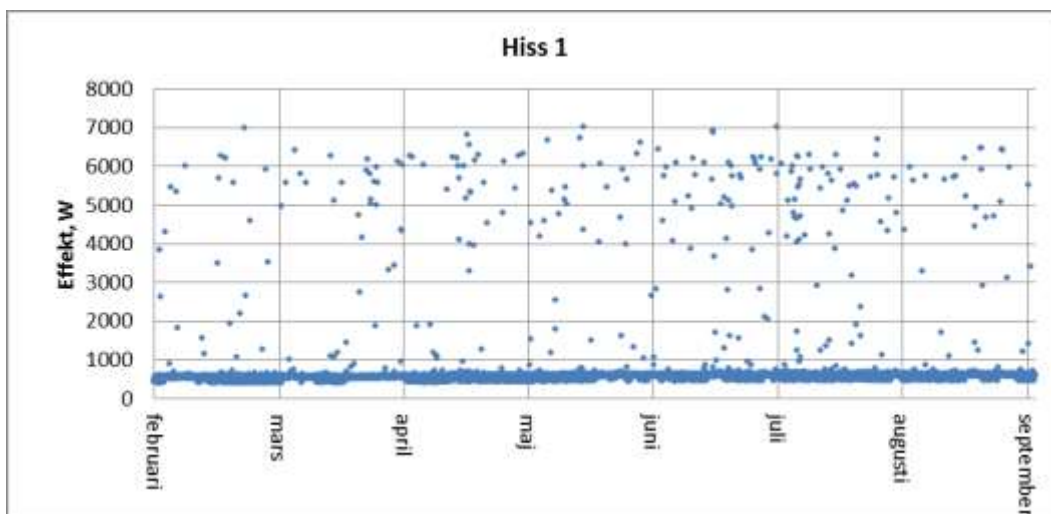
Luftflödesmätning av frånluftsfläkt för lägenheter				
Mättidpunkt	2013-01-24			
Lgh	Typ	Uppmätt Luftflöde T/F, l/s	Projekterat luftflöde T/F, l/s	A _{temp} m ²
FF1	FX	-/475	-/540	1903
Totalt				1903
Nyckeltal		0,47	0,5	I/s, A _{temp}

Tabell 25. Momentan mätning av frånluftsfläktar för teknikrum och förråd Flaggskepparen 5

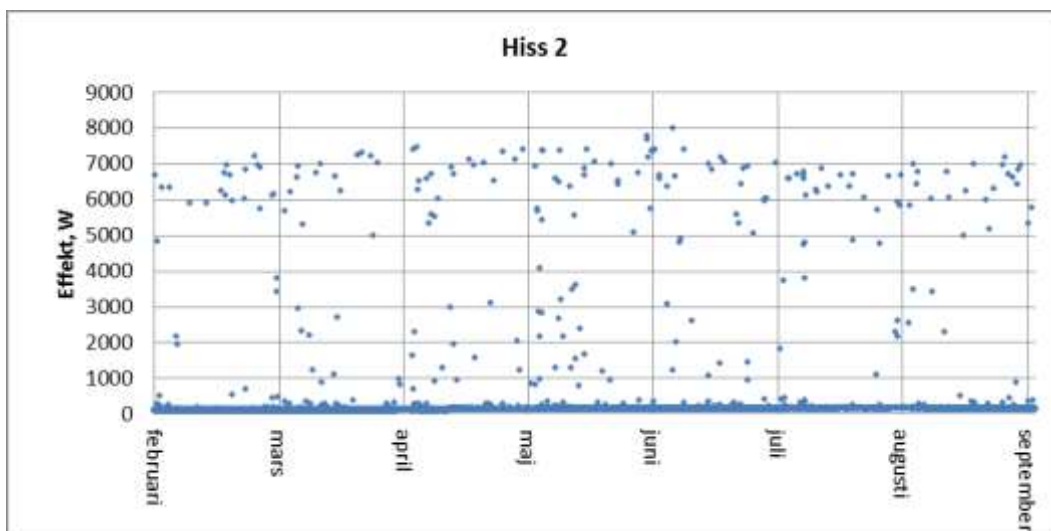
Luftflödesmätning av frånluftsfläktar för teknikrum och förråd					
Mättidpunkt	2013-01-24				
Lgh	Rumstyp	Uppmätt Luftflöde T/F, l/s	Projekterat luftflöde T/F, l/s	Nyckeltal uppmätt luft- flöde l/s, A _{temp}	A _{temp} m ²
FF2-1	Teknik	-/11,5	-/60	1,80	6,4
FF3-1	Förråd	-/14,5	-/20	0,35	41,6
FF3-2	Förråd	-/22	-/40	0,55	43,1



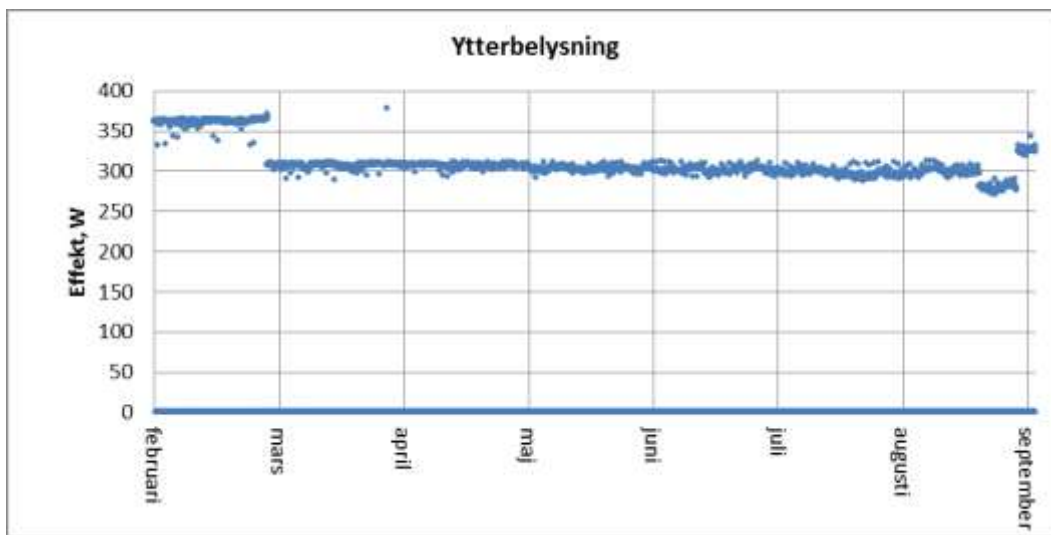
Figur 17 Dataloggning av frånluftsfläkt 1 Flagskepparen 4



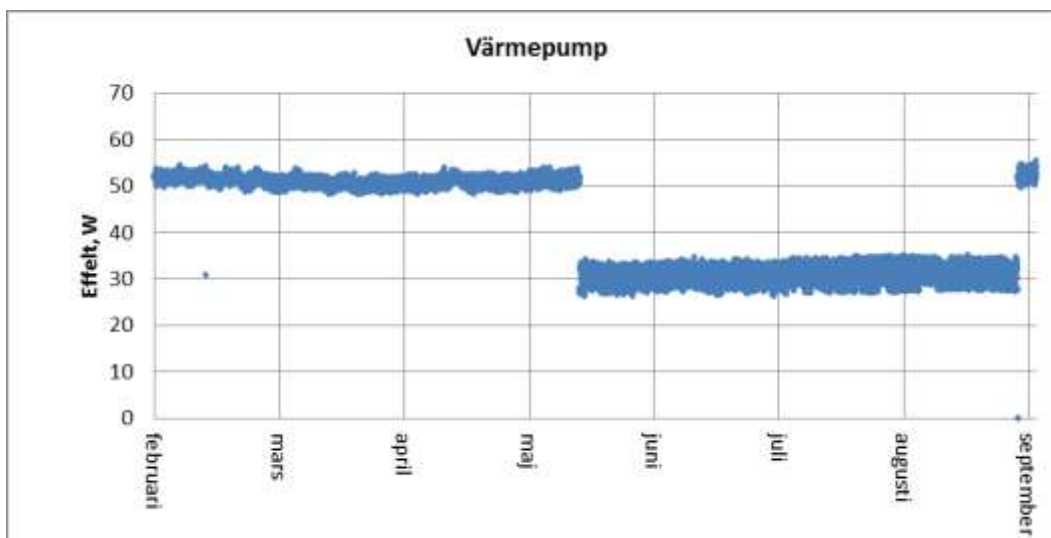
Figur 18 Dataloggning av hiss 1 Flagskepparen 4



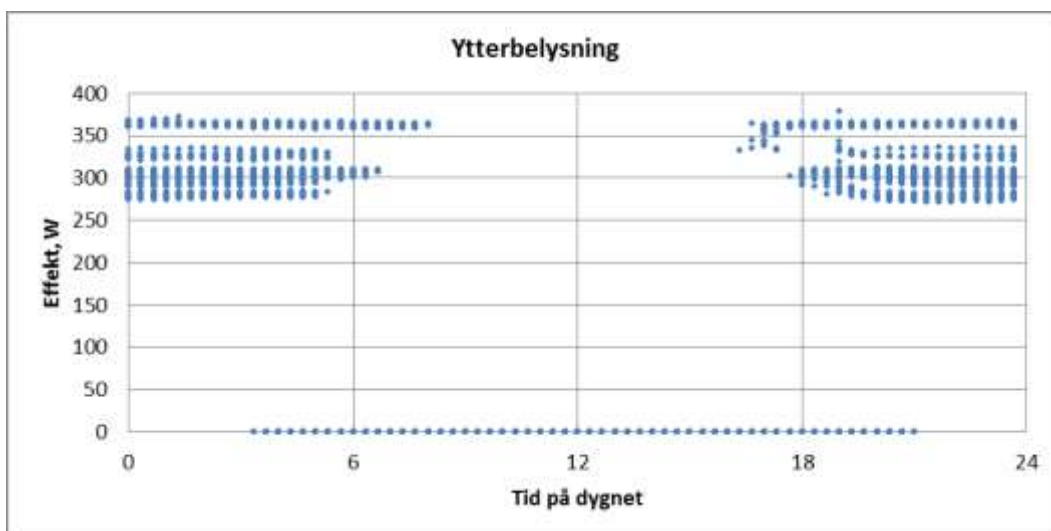
Figur 19. Dataloggning av hiss 2 Flagskepparen 4



Figur 20. Dataloggning av ytterbelysning Flaggskepparen 4



Figur 21. Dataloggning av värmepump Flaggskepparen 4



Figur 22. Dataloggning av ytterbelysning Flaggskepparen 4

Slutsats ventilationsflöde

Byggnadens ventilationssystem är i behov av luftinjustering eftersom den samlade ventilationen understiger den projekterade. Återvinningssystemet är ur funktion och i behov av åtgärder.

Slutsats för fastighetsel

Fastighetens cirkulationspumpar och belysningssystem är energieffektiva, återvinningssystemet är ur funktion och det sänker elanvändningen men höjer fjärrvärmeanvändningen. Elvärme i hisschakt utgör en betydande del av fastighetselanvändningen, se tabell 18.

Flaggskepparen 5

Ventilationsflöde

Byggnadens ventilationssystem består främst av ett flertal lägenhetsaggregat med värmeåtervinning och elvärme av typen Themovex R 250S. Ventilationen är uppmätt i de tre utvalda lägenheterna. I två fall är luftflödena godtagbar men behöver justeras, i den tredje lägenheten understiger luftflödena de projekterade. En lägenhet nr 1 överventileras och medför en onödig energianvändning. Temperaturverkningsgraden över återvinningsbatterierna är god och uppgår till 60-70% vilket är nivå med den av fabrikanten utlovade. Temperaturverkningsgraden är dock lägre än den i energiberäkningar projekterade som uppgår till 87%. Det samlade ventilationsflödet för byggnaden är projekterat till 0,47 l/s, A_{temp} .

Ventilationsaggregat betjänande garage, källare och tvättstuga samt lokal är inte undersökta då det saknats möjlighet att placera ut mätutrustning och göra temperaturmätningar här. Dock så har dataloggning utförts för elanvändningen för garagets ventilationsaggregat respektive momentan mätning av elanvändningen för källarplanets ventilationsaggregat.

Ventilationen i garage är i drift väldigt lite och har enligt dataloggningar ett minflöde som är noll vilket understiger lägsta tillåtna frånluftsflöde enligt PFS 1983:2. Även vid våra platsbesök har ventilationen varit avstängd. Enligt installationsritningarna ska det finnas ett grundflöde på 150/180 l/s respektive ett forceringsflöde på 605/620 l/s.

Fastighetsel

Dataloggning har skett av den totala elanvändningen för;

- lägenhetsventilationsaggregaten i utvalda lägenheter i hus A
- hiss i trapphus hus A
- elcentral för fastighetsel i hus A
- ventilationsaggregat betjänande garage
- elvärmebatteri betjänande ventilationsaggregat för garage
- apparatskåp för styrutrustning för VVS

Urvalet har utelämnat dessa övriga elanvändare;

- övriga lägenhetsventilationsaggregat i hus A
- lägenhetsventilationsaggregaten i hus B
- hiss i trapphus hus B
- elcentral för fastighetsel i hus B
- ventilationsaggregat betjänande lokal
- ventilationsaggregat betjänande källare och tvättstuga hus A
- ventilationsaggregat betjänande källare och tvättstuga hus B
- mindre frånluftsfläktar
- cirkulationspumpar
- elvärme i golv i trapphusentréer
- utebelysning
- belysning

Elanvändningen i form av hushållsel som tillhör fastighetsel uppgår till uppskattningsvis 44,5 kWh/m² A_{temp} , år. Värdet är beräknat utifrån att ventilationsaggregatet har en märkeffekt på 2x58W, vid en

antagen medelelanvändning på 2x50W vid 41 l/s ger det ett SFP tal på 2,5, vid en antagen medelelanvändning på 2x35W vid 27 l/s ger det ett SFP tal på 2,6. Sammanfattningsvis ger lägenhetsaggregaten ett relativt högt SFP och hög elanvändning. Elanvändningen för fläktmotorer är uppskattningsvis 11,1 kWh/m² A_{temp}, år och för uppvärmning 33,4 kWh/m² A_{temp}, år.

Frånluftsfläkt i soprum betjänande båda huskropparna är ej uppmätt men lika komponenter på fastigheten Kommendörkaptenen 8 och antages ha SFP 1,0. Fläkten går kontinuerligt 30 l/s ger en uppskattad elanvändning på 0,1 kWh/m² A_{temp}, år.

Ventilationsaggregat betjänande garage och källare är dataloggade men inte uppmätta avseende luftflöden, återvinningsgrad och SFP-värden. Garageventilationen är behovsstyrd och är drift när CO-halten överstiger inställt börvärde. Elanvändningen uppgår till 0,7 kWh/m² A_{temp}, år för elenergi för fläktar och till 0,7 kWh/m² A_{temp}, år för elenergi för elbatteri.

Hissarna i byggnaden används frekvent och elanvändningen beräknas till 2,9 kWh/m² A_{temp}, år. Med hjälp av dataloggning konstateras även att hissarna har en kontinuerlig elanvändning när de inte används.

Dataloggning av apparatskåpet vilket betjänar den samlade styrutrustningen uppskattas till 0,1 kWh/m² A_{temp}, år.

Värmecirkulationspumpen används inte utan uppvärmning sker med luftburen elvärme. Entregolv har elvärmeslingor. Utebelysningen styrs över en timer och har ljuskälla av typen lågenergi.

Belysning i trapphus har lysrör som styrs på tre sätt per plan, en belysningsarmatur med 4st ljuskällor lyser konstant, två belysningsarmaturer med 4st ljuskällor tänds med närvarostyrning och en belysningsarmatur med 4st ljuskällor tänds via skymningsrelä. Belysning i källare, garage och soprum har lågenergilampor med närvarostyrning.

Fastighetsel uppgår historiskt till ca 22 kWh/m² A_{temp}, år. Dataloggning av den samlade fastighetselen för hus A uppskattas till 38,8 kWh/m² A_{temp}, år, vid momentan elanvändning dagtid vid en utetemperatur på 5 grader C är uppmätt till 38,1 kWh/m² A_{temp}. Dataloggningen av total elanvändning ger ett stort mätfel och blir nära 2 ggr så hög som total fastighetselanvändning.

Den ofördelade fastighetselen uppdelas genom beräkning av de ingående elanvändarna;

- VVC-pumpen har en kontinuerlig drift och eleffekt på 41W vilket ger en uppskattad elanvändning på 0,3 kWh/m² A_{temp}, år.
- Trapphusbelysning har en inventerad eleffekt på 176W kontinuerlig, 352W via närvarostyrning och 176W via skymningsrelä med en uppskattad drifttid på 8760h, 1000h respektive 4000h ger detta en elanvändning på 2,1 kWh/m² A_{temp}, år.
- Hisschaktbelysning i hus A har en uppmätt kontinuerlig eleffekt på 131W, hus B har en uppmätt kontinuerlig eleffekt på 122W. Med en uppskattad drifttid på 8760h ger detta en elanvändning på 1,8 kWh/m² A_{temp}, år.
- LED-belysning i garage har en uppmätt eleffekt på 327W. Med en uppskattad drifttid på 8760h ger detta en elanvändning på 2,3 kWh/m² A_{temp}, år.
- Ventilationsaggregatet betjänande källarplan med tvättstuga och trapphus är i drift kontinuerligt och har en uppmätt eleffekt på 300W vilket ger en uppskattad elanvändning på 2,1 kWh/m² A_{temp}, år.

- Elvärme för ventilationsaggregat betjänande källarplan med tvättstuga och trapphus är i drift kontinuerligt och har en topp eleffekt på 1500W. Uppskattad elanvändning vid kontinuerlig drift med luftflöde 100 l/s och återvinningsgrad på 60% för ventilationsaggregatet ger på 2,3 kWh/m² A_{temp}, år.
- Golvvärme vid huvudentré i trapphus A har en uppmätt eleffekt på 598W vid en utomhus-temperatur på 5 grader C. Golvvärme vid gårdsentré i trapphus A hade vid tidpunkten en uppmätt eleffekt på 0W. Vid en drifttid på 5840h ger detta en uppskattad elanvändning på 2,8 kWh/m² A_{temp}, år. Trapphusen i hus A och B ger detta en uppskattad elanvändning på 5,6 kWh/m² A_{temp}, år.
- Elanvändning för ventilationsaggregat betjänande garage, elanvändning för tvättstuga, utebelysning, belysning i källare och övriga styrsystem antas utgöra resterande del på 3,3 kWh/m² A_{temp}, år.

Dataloggningen av elanvändningen har fördelat 4,4 kWh/m² A_{temp}, år. Momentana elmätningar och beräkningar har fördelat ytterligare 16,6 kWh/m² A_{temp}, år. Totalt 21,0 kWh/m² A_{temp}, år.

Tabell 26. Summerad fastighetsel för Flagskepparen 5

Summerad fastighetsel för Flagskepparen 5				
Sammanställning	Delsummeror			Total
	Dataloggning	Beräknad	Restvärde	fastighetselanvändning
	kWh/m ² , år A _{temp}	kWh/m ² , år A _{temp}	kWh/m ² , år A _{temp}	kWh/m ² , år A _{temp}
Ventilationsaggregat i lägenheter	11,1			11,1
Ventilationsaggregat i lägenheter, elvärme	33,4			33,4
Ventilationsaggregat garage	0,7			0,7
Ventilationsaggregat garage, elvärme	0,7			0,7
Ventilationsaggregat källare, tvättstuga		2,1		2,1
Ventilationsaggregat källare, tvättstuga, elvärme		2,3		2,3
Frånluftsfläktar		0,1		0,1
Hiss	2,9			2,9
Värmecirkulationspump		0		0
VVC-pump		0,3		0,3
Styrutrustning	0,1			0,1
Belysning trapphus		2,1		2,1
Belysning hiss A och B		1,8		1,8
LED-belysning garage		2,3		2,3
Golvvärme trapphus A och B		5,6		5,6
Ventilationsaggregat för lokal, belysning källarplan samt utebelysning			1	1
Totalt	48,9	16,6	1	66,5

Dataloggning

Tabell 27. Dataloggning av ventilationsaggregat i lägenheter Flaggskuppen 5

Dataloggning av ventilationsaggregat i lägenheter				
Mätperiod	2013-02-01 - 2013-09-10			
Lgh	Typ	Drifttid h, min	Elanvändning kWh	A _{temp} m ²
1	FTX	8910,0	944,88	73,0
2	FTX	8888,0	792,59	42,0
3	FTX	9022,0	3414,23	75,0
Totalt			5151,7	190,0
Nyckeltal	44,5	kWh/m ² , år A _{temp}		

Tabell 28. Dataloggning av hiss Flaggskuppen 5

Dataloggning av hiss				
Mätperiod	2013-02-01 - 2013-09-10			
Hiss	Effekt			By A A _{temp}
	Min W	Max W	Medel W	kWh m ²
Hiss 1	362	6541	410	
Totalt			410	2187,7 1252
Nyckeltal	2,9	kWh/m ² , år A _{temp}		

Tabell 29. Dataloggning av fastighetsel hus A Flaggskuppen 5

Dataloggning av elcentral för fastighetsel				
Mätperiod	2013-02-01 - 2013-09-10			
Apparatskåp	Effekt			By A A _{temp}
	Min W	Max W	Medel W	kWh m ²
AS	2893	32981	5168	
Totalt			5168	30015,7 1252
Nyckeltal	38,8	kWh/m ² , år A _{temp}		

Tabell 30. Dataloggning av ventilationsaggregat i garage Flaggskuppen 5

Dataloggning av ventilationsaggregat för garage				
Mätperiod	2013-02-01 - 2013-09-10			
	Effekt			By A A _{temp}
	Min W	Max W	Medel W	kWh m ²
FTX1	0	7267	87	
Totalt			87	505,3 1252
Nyckeltal	0,7	kWh/m ² , år A _{temp}		

Tabell 31. Dataloggning av elvärmebatteri för ventilationsaggregat Flaggskepparen 5

Dataloggning av elbatteri för ventilationsaggregat för garage					
Mätperiod	2013-02-01 - 2013-09-10				
	Effekt			Ber. Elanv.	By A A _{temp}
	Min W	Max W	Medel W	kWh	m ²
FTX1	0	7988	93		
Totalt			93	540,1	1252
Nyckeltal	0,7	kWh/m ² , år A _{temp}			

Tabell 32. Dataloggning av styrapparatsskåp för VS/Vent Flaggskepparen 5

Dataloggning av apparatskåp för VVS					
Mätperiod	2013-02-01 - 2013-09-10				
	Effekt			Ber. Elanv.	By A A _{temp}
	Min W	Max W	Medel W	kWh	m ²
AS	6	6,6	14		
Totalt			14	81,3	1252
Nyckeltal	0,1	kWh/m ² , år A _{temp}			

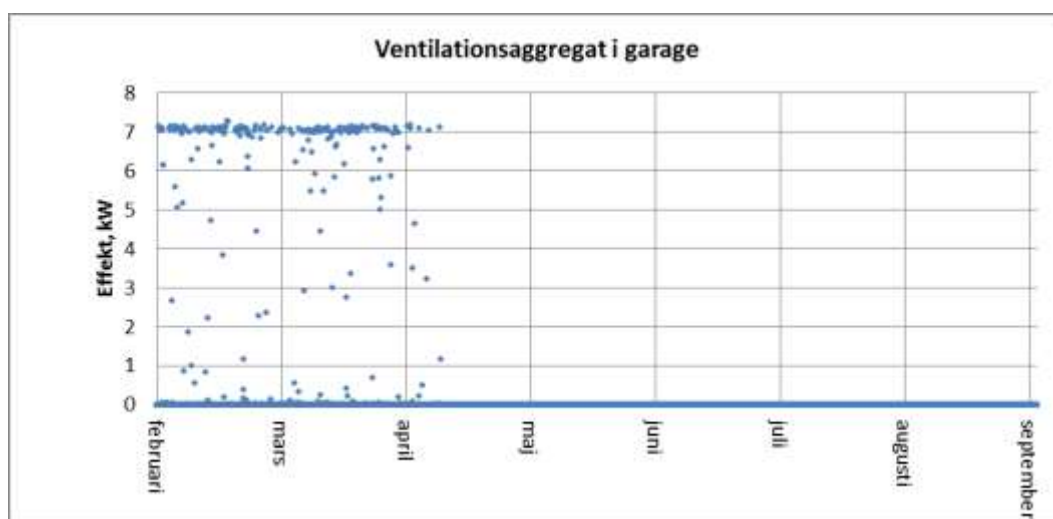
Momentana mätningar

Tabell 33. Momentan mätning av VVC-pump Flaggskepparen 5

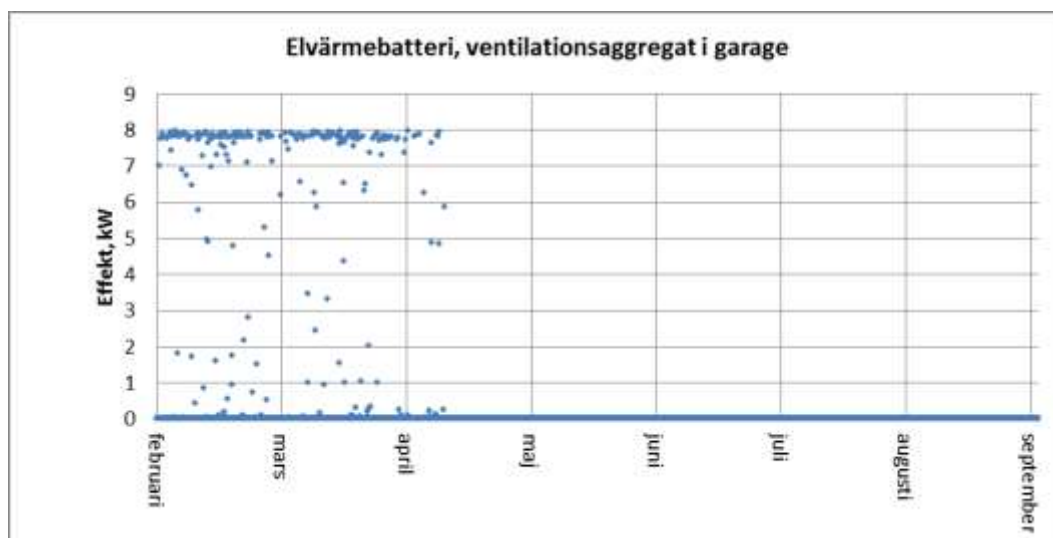
Momentan mätningar	
	Effekt W
A1F Fastighetselcentral JFB 1	4115
A1F Fastighetselcentral JFB 2	1335
VVC-pump	41
LED-belysning garage	327
Ventilationsaggregat källare, tvättstuga	300
Golvvärme trapphus A huvudentré	598
Golvvärme trapphus A gårdsentré	0
Belysning hisschakt hus A	131
Belysning hisschakt hus B	121

Tabell 34. Momentan mätning av ventilationsaggregat i lägenheter Flaggskepparen 5

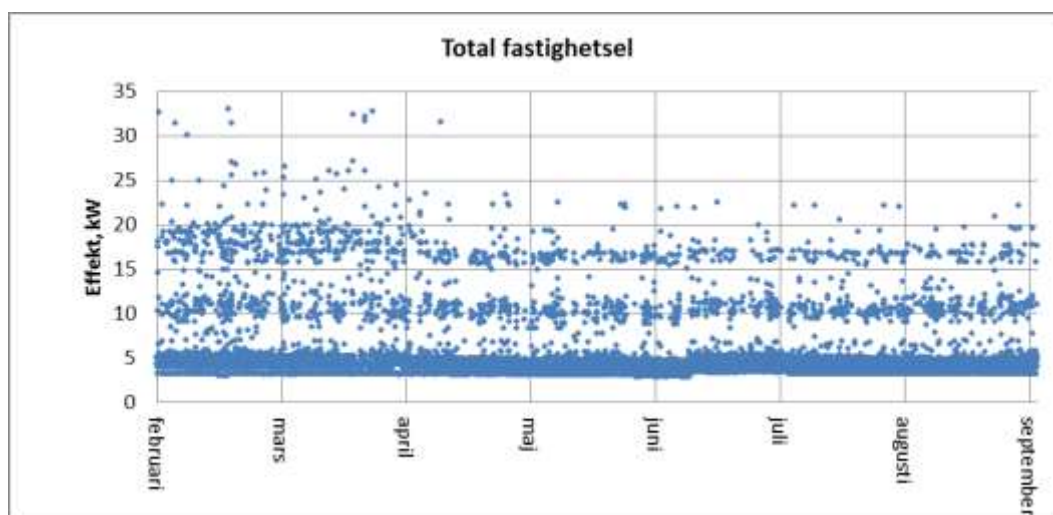
Luftflödesmätning av ventilationsaggregat i lägenheter					
Mätperiod	2013-02-01 - 2013-09-10				
Lgh	Typ	Uppmätt Luftflöde	Projekterat luftflöde	Nyckeltal uppmätt luftflöde	A _{temp}
		T/F, l/s	T/F, l/s	l/s, A _{temp}	m ²
1	FTX	41/37	35/35	0,51	73,0
2	FTX	27/27	25/25	0,64	42,0
3	FTX	28/26	35/35	0,35	75,0
Totalt					190,0
Nyckeltal		0,47	0,5	l/s, A _{temp}	



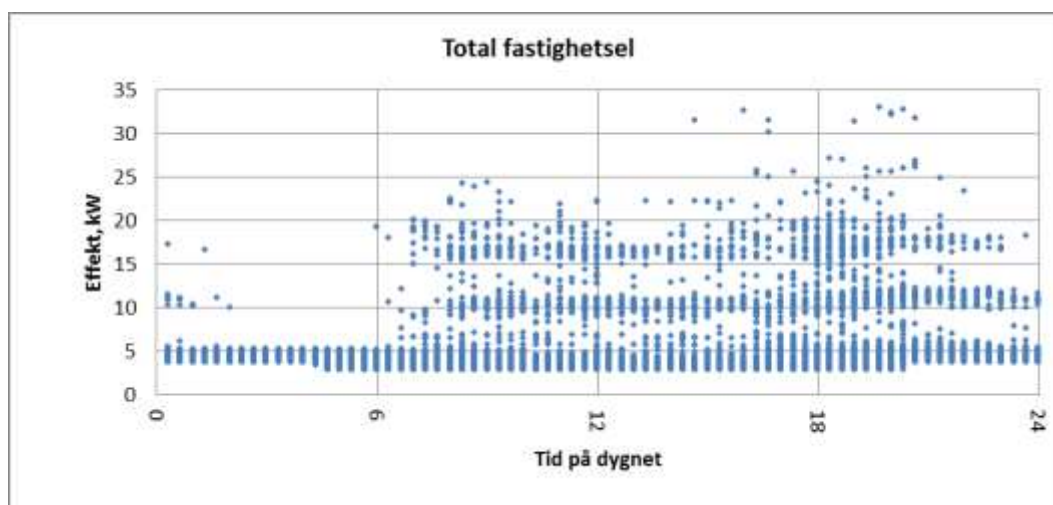
Figur 23. Dataloggning av ventilationsaggregat Flaggskepparen 5



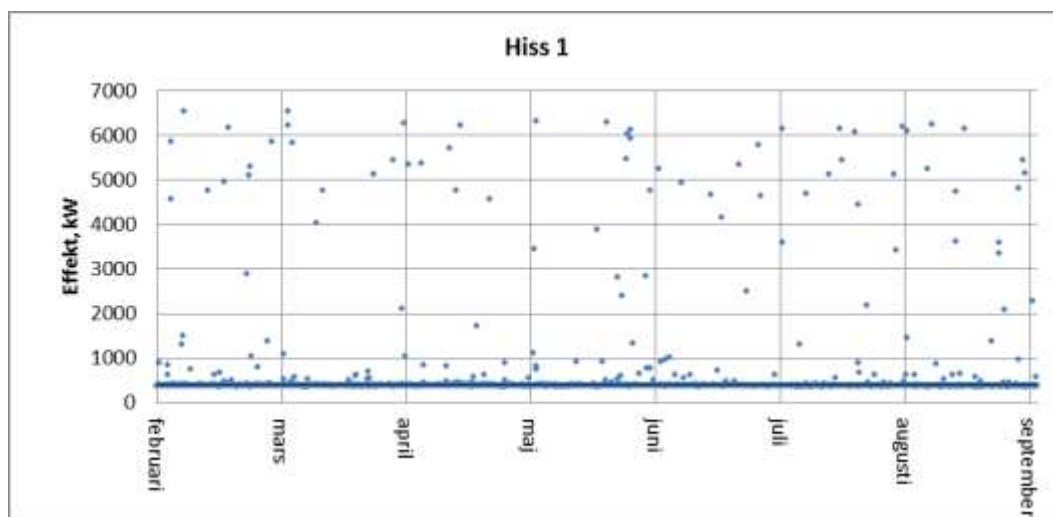
Figur 24. Dataloggning av elvärmebatteri i ventilationsaggregat i garage Flaggskepparen 5



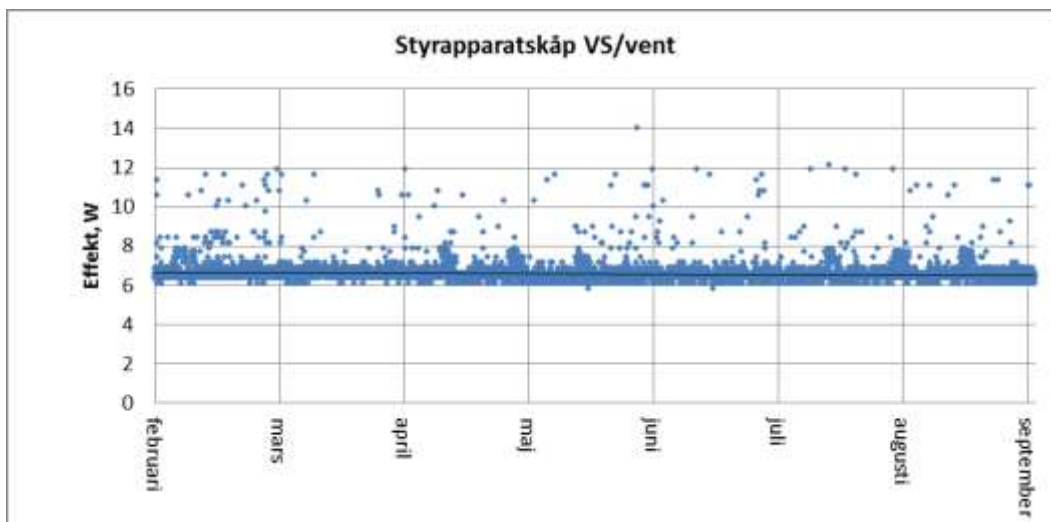
Figur 25. Dataloggning av total fastighetsel Flagg skepparen 5



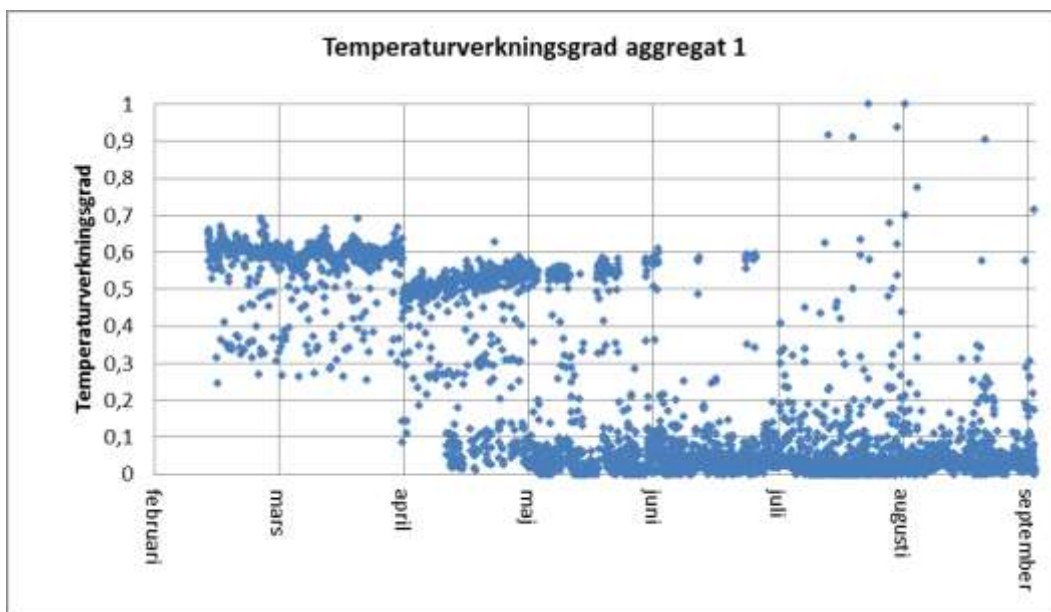
Figur 26. Dataloggning av total fastighetsel över dygnet Flagg skepparen 5



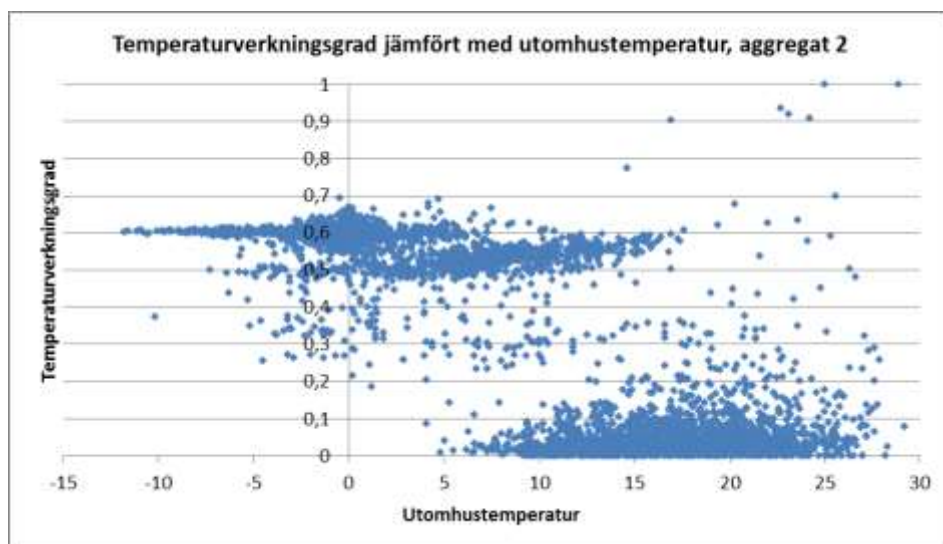
Figur 27. Dataloggning av hiss 1 Flagg skepparen 5



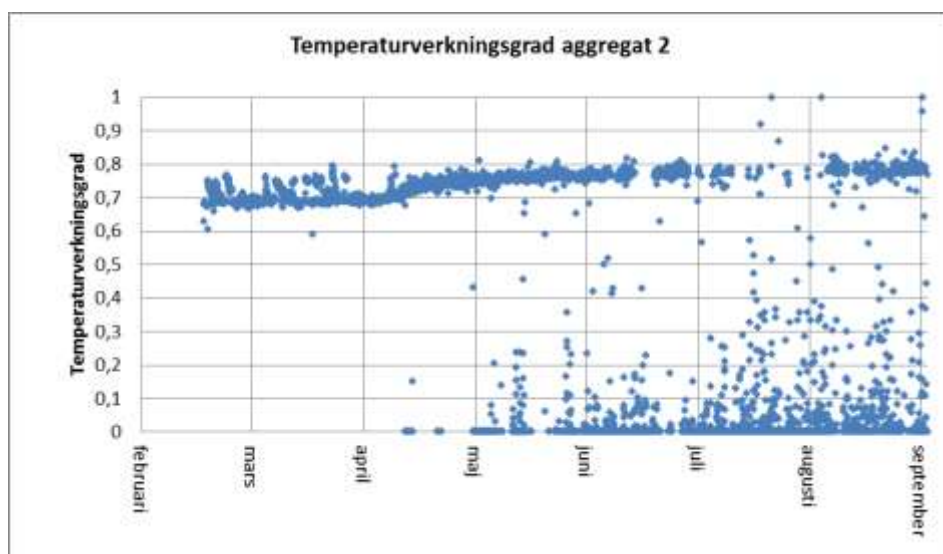
Figur 28. Dataloggning av styrapparatsskåp VS/Vent Flaggskepparen 5



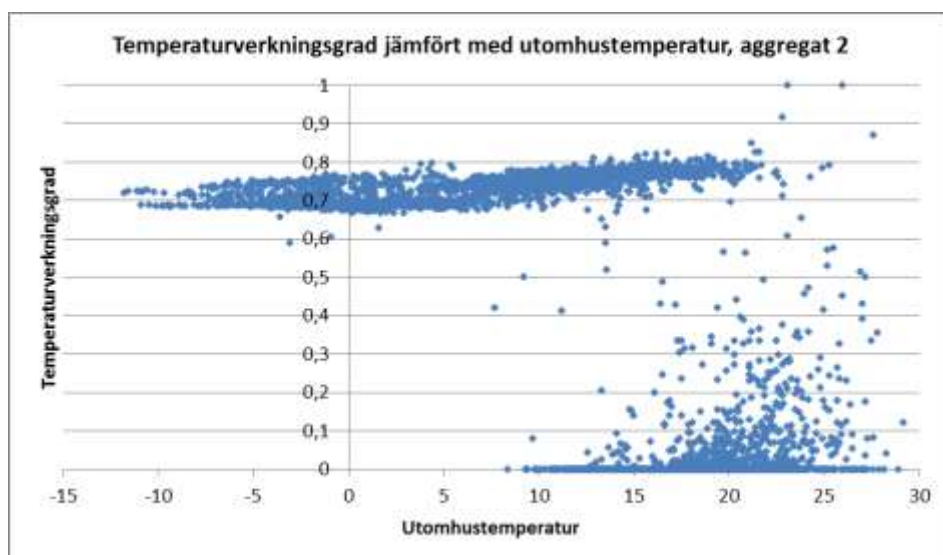
Figur 29. Dataloggning avtemperaturverkningsgrad aggregat 1 Flaggskepparen 5



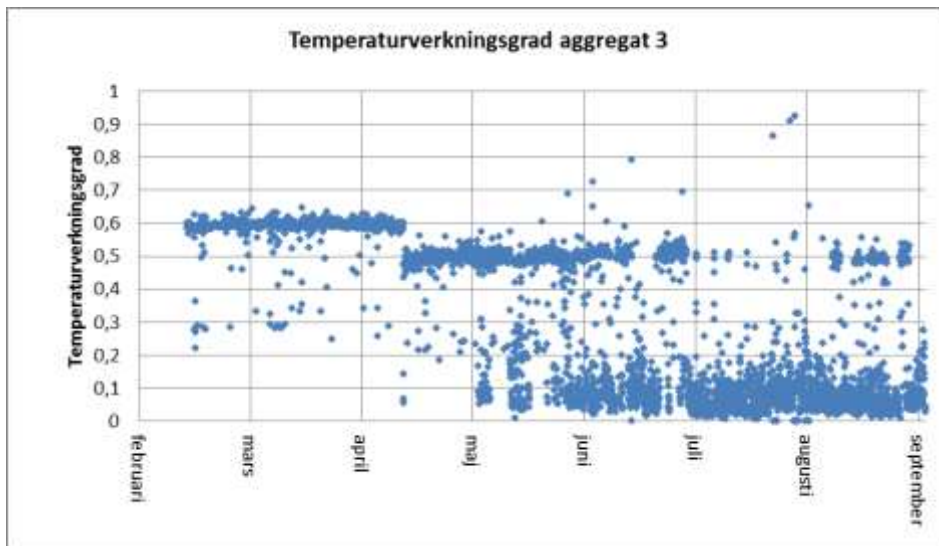
Figur 30. Dataloggning avtemperaturverkningsgrad aggregat 2 Flaggskepparen 5



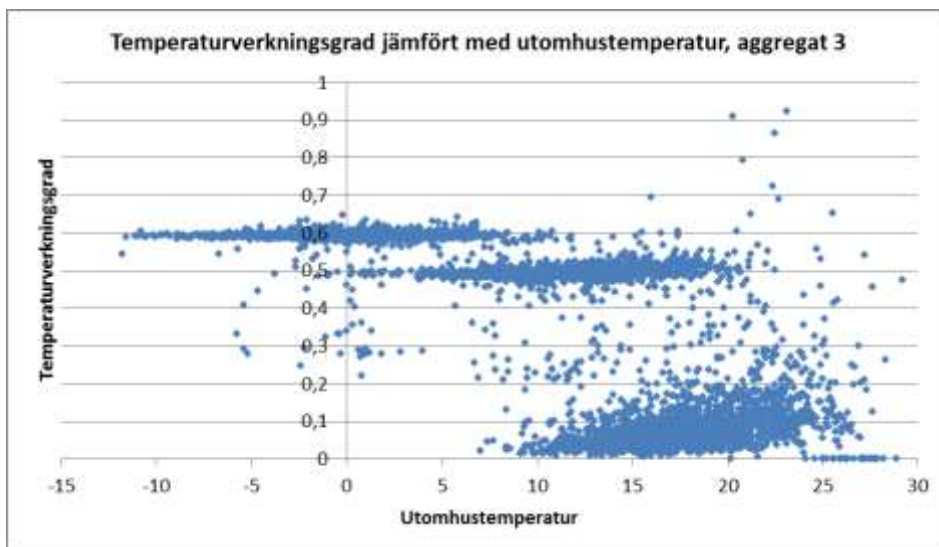
Figur 31. Dataloggning avtemperaturverkningsgrad aggregat 2 Flaggskepparen 5



Figur 32. Dataloggning avtemperaturverkningsgrad aggregat 2 Flaggskepparen 5



Figur 33. Dataloggning avtemperaturverkningsgrad aggregat 3 Flaggskepparen 5



Figur 34. Dataloggning avtemperaturverkningsgrad aggregat 3 Flaggskepparen 5

Slutsats ventilationsflöde

Byggnadens ventilationssystem är i behov av luftinjustering, drifttider och styrinställningar för garaget bör kontrolleras så de uppfyller gällande regelverk. Ventilationsaggregaten i de undersökta lägenheterna har en god värmeåtervinningsfunktion.

Slutsats fastighetsel

Fastighetens cirkulationspump och belysningssystem är energieffektiva. Ventilationssystem har en hög elanvändning baserat på de tre undersökta lägenheterna. Elvärme i trapphus, källare och garage samt elanvändning för tvättstugor utgör en del av fastighetselanvändningen. Kartläggningen av elanvändningen har fördelat en stor del av den totala fastighetselen.

Appendix 3.5 Hushållsel

Metod

För byggnaderna i den fördjupade studien har EON separata mätare för fastighetsel och hushållsel för två av fastigheterna. För de övriga två (Flaggskepparen 5 och Kommendörkaptenen 6) har Eon en mätare som mäter både hushållsel och fastighetsel. Dessa två byggnader har egna undermätare av fabrikat Minol som redovisar användning per månad. Nedan anges vad som mäts på respektive mätare:

	Kommendörkap- tenen 6	Kommendörkap- tenen 8	Flaggskepparen 4	Flaggskepparen 5
Separat mätning av Eon för hushållsel och fastighetsel.	Nej	Ja	Ja	Nej
Vad mäts av undermätare?	-Varmvatten, per lgh (manuell avläsning).	-Värme, per lgh -Varmvatten, per lgh -Hushållsel, per lgh	Inget	-Varmvatten, per lgh -Hushållsel och värme, per lgh

För Kommendörkaptenen 8 och Flaggskepparen 4 har avläsningar av hushållselen gjorts vid platsbesök för att få uppfattning om hushållselanvändning för år 2013. Hushållselen har tidskorrigerats för att motsvara hela årets hushållselanvändning.

För Kommendörkaptenen 6 och Flaggskepparen 5 inkluderas även elanvändning till fläktar och värmebatteri till lägenhetsaggregaten i statistiken för hushållselen. För att få en uppdelning mellan hushållselen och uppvärmning har hushållselen under sommaren studerats och korrigerats med hänsyn till hushållselens normala variation över året. Fläktelen för lägenhetsaggregaten har loggats separat och borträknas från uppmätt hushållsel.

I Flaggskepparen 5, sker uppvärmning med luftburen värme. Lägenheternas huvudsakliga värmeförsörjelse sker med hjälp av värmeväxlaren i lägenhetsaggregaten, samt ett eftervärmningsbatteri som slås på manuellt vid behov. Lägenheterna har även elburen golvvärme i badrum. Tappvarmvatten och värme till tvättmaskiner värms med fjärrvärme. För att kunna göra en fördelning mellan tappvarmvatten, uppvärmning, fastighetsel och hushållsel har statistisk elanvändning normalårskorrigerats med effektsignaturerna och jämförts med uppmätt hushållsel från fjärvärläsning med Minolmätare. Tappvarmvattnet och VVC-förluster utgörs av total fjärrvärmeanvändning. Elanvändningen som mäts med Minolmätarna går till hushållsel, fastighetsel, fläktel och uppvärmning i lägenhetsaggregaten.

För mer information om fördelning och uppmätt hushållsel för övriga byggnader, se Appendix 6.1.

Resultat

Nedan redovisas total elanvändning till lägenheterna i byggnaderna för 2012-2013. Samtliga värden per m² avser m²A_{temp}. Elanvändning till Flaggskepparen 5 och Kommendörkaptenen 8 inkluderar även el till fläktar och värmebatterier till lägenhetsaggregat.

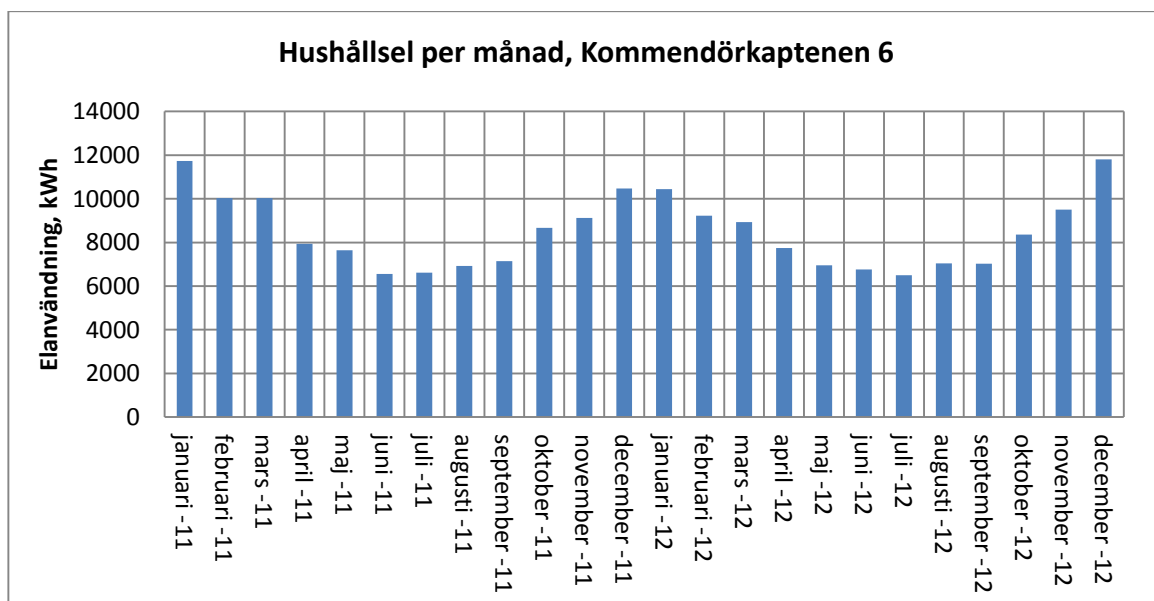
Tabell 1. Uppmätt elanvändning till lägenheterna, år 2012-2013. För Flaggskepparen 5 och Kommendörkaptenen 8 inkluderar denna även fläktel och el till värmebatterier till lägenhetsaggregat.

	El till lägenhet, 2012		El till lägenhet, 2013	
	kWh	kWh/m ² och år	kWh	kWh/m ² och år
Flaggskepparen 4	-	-	56073	29
Flaggskepparen 5	84332	29	-	-
Kommendörkaptenen 6	100290	38	102848	39
- bortdragat el för vent		17		18
Kommendörkaptenen 8	-	-	44191	24

För Flaggskepparen 4 och Kommendörkapten 6 är redovisade värden endast för hushållsel. För Flaggskepparen 5 måste elanvändning till fläktar och värmebatterier räknas bort. Fläktelen har mätts och motsvarar ca XXXX kWh per år enligt appendix X. Värmen beräknas genom att studera elanvändning då det saknas uppvärmningsbehov.

Hushållselen är normalt högre på vintern än på sommaren, och därför korrigeras uppmätt hushållsel under sommaren med hänsyn till detta. Enligt Sveby är hushållselen 70 % lägre på sommaren än resterande del av året, och hushållselen bör enligt detta antagande vara 103 365 kWh per år $(= (84332 - XXXX) / 0,7)$. Den uppmätta elen som inte är el till fläktar eller hushållsel är el till värmebatteriet, och är då ca XXXX kWh.

Det är endast för Kommendörkaptenen 6 som månadsvärden för hushållsel finns tillgängligt, där uppvärmning till aggregat inte är inkluderat. I denna byggnad mäts även handdukstork och golvvärme i badrum som är möjlig för hyresgästen att stänga, på hushållselmätaren. I vissa av lägenheterna används även extra elvärmare under vintern. Hushållselenes variation över året redovisas i Figur 1.



Figur 1. Hushållselens variation över året för Kommendörkaptenen 6, år 2011-2012.

Bilden visar en kraftig variation över året där vintermånaderna¹ har en hushållselanvändning på 25 procent över medel och sommarmånaderna har en hushållselanvändning på 20 procent under medelmånaden. Detta kan jämföras med värden från SVEBY som anger att hushållselen är ca 30 procent högre på vintern och 30 procent lägre på sommaren. Årsvariationen bedöms vara mindre om byggnaden saknar golvvärme.

Slutsats

För byggnaderna i den fördjupade studien varierar hushållselen mellan 24-39 kWh/m² och år. Skillnaden kan delvis förklaras av att byggnaden med hög hushållsel har golvvärme som går på hushållselen samt att byggnaden har haft problem med att hålla temperaturer vintertid och de boende kompletterat uppvärmning med elradiatorer, vilket dras på hushållselen.

En hög hushållsel ger ett ökat värmetillskott i byggnaden och sänker därmed uppvärmningsbehovet.

¹ Vintermånad avser december – februari.

Appendix 8.1 Vädning och ventilation

Resultat av mätningar

Först redovisas en sammanställning av ett antal relevanta parametrar samlat för lägenheterna. Sedan redovisas resultat även lägenhetsvis.

Resultaten redovisas även i (Fransson, Lindberg, 2013), (Fransson et al, 2014) samt (Nordquist et al, 2014).

Ventilation

Tilluftsflöden har uppmätts över samtliga tilluftsdon i de lägenheter som har mekanisk till- och frånluftsventilation. Fastighet 2 ventileras med ett frånluftssystem med uteluftsventiler placerade ovan fönster i sovrum och vardagsrum. Tilluftsflöden har därför inte mätts i dessa lägenheter.

Tabell 4.2.5 Uppmätta totala tilluftsflöden i lägenheterna.

Lägenhet	Uppmätt totalt tilluftsflöde till lägenhet	BBR krav uteluftsflöde	Totalt tilluftsflöde till lägenhet*	Ventilations-system	Flödesläge för lgh. aggr.
1	18,0 l/s	21,3 l/s	0,3 l/s m ²	FTX-C	Centralt placerat
3:1	19,3 l/s	19,6 l/s	0,34 l/s m ²	FTX-LP	Borta
3:2	Rum1:12,5 l/s Rum2:8,0 l/s 1 don i sovrum ej mätbart pga hylla	23,8 l/s	>0,30 l/s m ²	FTX-LP	Normal
3:3	27,6 l/s	26,3 l/s	0,37 l/s m ²	FTX-LP	Normal
4:1	28,4 l/s	28,4 l/s	0,35 l/s m ²	FTX-LR	Normal
4:2	14,4 l/s	34,7 l/s	0,15 l/s m ²	FTX-LR	Borta
5:1	25,3 l/s	38,5 l/s	0,23 l/s m ²	FTX-LR	Borta
5:2	23,8 l/s	35,7 l/s	0,23 l/s m ²	FTX-LR	Borta
Medel flöde			0,28 l/s m ²		

*BBR krav 0,35 l/s m² golvyta, FTX-C centralt placerat ventilationsaggregat, FTX-LP lägenhetsplacerat aggregat med plattvärmeväxlare, FTX-LR lägenhetsplacerat aggregat med roterande värmeväxlare

Det uppmätta totala tilluftsflödet understiger BBRs krav i 5 av 7 lägenheter.

I flera lägenheter var luftflödena inställda på ett läge som är avsett för perioder då personer inte vistas där, i tabellen benämnt "Borta" läge. I BBR har införts tillåtelse för reducerat flöde då personer inte vistas där av energisparskäl till 0,1 l/s m². Dessa luftflöden var dock i drift då personer vistas där i dessa lägenheter. Det fanns olika orsaker till att detta läge avsett för då man inte vistas där var inställt. Detta redovisas längre fram.

Flödena i Tabell 4.2.5 är de flöden som förekommer normalt i lägenheten när personer vistas där. I de lägenheter i vilka systemet var inställt på ett läge avsett för då personer inte vistas där kontrollerades även flödet för den inställning som är avsedd då personer vistas där för alla utom en 4:2. Dessa redovisas i Tabell 4.2.6.

Tabell 4.2.6 Uppmätta totala tilluftsluftflöden i lägenheterna då ventilationssystemet är inställt för fallet då personer vistas där.

Lägenhet	Uppmätt totalt tilluftsflöde till lägenhet	BBR krav uteluftsflöde	Totalt tilluftsflöde till lägenhet*	Ventilationssystem	Flödesläge för lgh. aggr.
1	18,0 l/s	21,3 l/s	0,3 l/s m ²	FTX-C	Centralt placerat
2:1	22 l/s	19,6 l/s	0,39 l/s m ²	F-L	Normal
2:2	22 l/s	19,6 l/s	0,39 l/s m ²	F-L	Normal
3:1	22 l/s	19,6 l/s	0,39 l/s m ²	FTX-LP	Normal
3:2	Rum1:12,5l/s Rum2:8,0 l/s 1 don i sovrum ej mätbart pga hylla	23,8 l/s	>0,30 l/s m ²	FTX-LP	Normal
3:3	27,6 l/s	26,3 l/s	0,37 l/s m ²	FTX-LP	Normal
4:1	28,4 l/s	28,4 l/s	0,35 l/s m ²	FTX-LR	Normal
5:1	47,5 l/s	38,5 l/s	0,43 l/s m ²	FTX-LR	Normal
5:2	40,8 l/s	35,7 l/s	0,40 l/s m ²	FTX-LR	Normal
Alla lgh medel			0,37 l/s m ²		

*BBR krav 0,35 l/s m² golvyta FTX-V centralt placerat ventilationsaggregat, F-L lägenhetsplacerat frånluftsaggregat, FTX-LP lägenhetsplacerat aggregat med plattvärmväxlare, FTX-LR lägenhetsplacerat aggregat med roterande värmväxlare

Då lägenhetsaggregatens flödesläge ändras och ställs in på den inställning som är avsedd för då personer vistas där uppfylls BBRs krav i samtliga lägenheter med lägenhetsaggregat. För lägenheten med centralt placerat aggregat finns inte möjligheten att ändra och där understigs fortfarande flödeskravet.

Tilluftsflödet till lägenheter där mindre vädring förekommer redovisas i Tabell 4.2.7. I båda lägenheterna uppfylls flödeskravet. Ytterligare en lägenhet ingick i denna grupp, denna ventilerades dock med F-ventilation med uteluftsventiler i ytterväggen och mätning av tilluftsflödehar därför inte gjort i denna lägenhet.

Tabell 4.2.7 Uppmätta totala tilluftsluftflöden i lägenheterna där mindre vädring sker.

Lägenhet	Totalt tilluftsflöde till lägenhet	BBR krav uteluftsflöde	Totalt tilluftsflöde till lägenhet*	Ventilationssystem	Flödesläge för lgh. aggr.
3:4	28 l/s	25,9 l/s	0,38 l/s m ²	FTX-LP	Normal
3:5	26,8 l/s	26,6 l/s	0,35 l/s m ²	FTX-LP	Normal

*BBR krav 0,35 l/s m² golvyta, FTX-LP lägenhetsplacerat aggregat med plattvärmväxlare,

Uppmätta flöden i det största sovrummet i vilket flest antal personer kan antas sova, normalt två vuxna redovisas i Tabell 4.2.8. Enligt Folkhälsomyndighetens allmänna råd om ventilation och vid bedömningen om bristande luftkvalitet i bostäder innebär olägenhet för människors hälsa, bör uteluftflödet inte understiga 4 l/s person. I bostäder förekommer att småbarn sover hos sina föräldrar eller nyfödda sover i en spälsäng i föräldrasovrummet. I flera av lägenheterna bor barnfamiljer i vilka detta fall kan uppstå. För detta fallet behövs 12 l/s i sovrummet, motsvarande flöde för 3 personer. I ingen av lägenheterna uppfyller tilluftsflödet Folkhälsomyndighetens 4 l/s person för detta fall om tre personer vistas i rummet under natten. Detta flöde formulerades tidigare av Socialstyrelsen som 4 l/s person sovplats.

Tabell 4.2.8 Uppmätta tilluftsflöden i sovrum. Det antal personer som normalt vistas i sovrummet är fetmarkerat.

Lägenhet	Tilluftsflöde i sovrum	Tilluftsflöde i sovrum l/s person FHI*: 4 l/s person		
		1 pers.	2 pers.	3 pers.
1	8,4 l/s	8,4 l/s	4,8 l/s	2,8 l/s
3:1	5,2 l/s	5,2 l/s	2,6 l/s	1,7 l/s
3:2	Gick ej att mäta pga bokhylla			
3:3	7,6 l/s	7,6 l/s	3,8 l/s	2,5 l/s
4:1	9,5 l/s	9,5 l/s	4,8 l/s	3,2 l/s
4:2	3,7 l/s	3,7 l/s	1,9 l/s	1,2 l/s
5:1	4,5 l/s	4,5 l/s	2,3 l/s	1,5 l/s
5:2	5,7 l/s	5,7 l/s	2,9 l/s	1,9 l/s
Alla lgh medel	6,4 l/s	3,5 l/s person		

*FHI Folkhälsomyndigheten 2014:18, tidigare Socialstyrelsen SOSFS 1999:25 flödeskrav 4 l/s person

I fem av de sju lägenheterna uppfylls inte flödet 4 l/s person för det antal personer som normalt vistas i sovrummet nattetid.

Tabell 4.2.9 Uppmätt koldioxidhalt i lägenheterna vid jämvikt.

Lägenhet	Vistelsezon
1	1450ppm (sovrum)
2:1	950ppm
2:2	1075ppm*
3:1	1180ppm*
3:2	Batteri tog slut. Frånluft efter 1 h 1385 ppm.
3:3	1100ppm*
4:1	825ppm
4:2	1300ppm*
5:1	875ppm
5:2	825ppm

*har ej nått jämvikt

I Folkhälsomyndighetens allmänna råd kring ventilation anges att om koldioxidhalten i ett rum vid normal användning regelmässigt överstiger 1 000 parts per million (ppm), bör detta ses som en indikation på att ventilationen inte är tillfredsställande. Koldioxidhalten brukar användas som en indikator i rum med hög personbelastning. I bostäder är personbelastningen oftast låg. För de förhållanden som rådde vid mättillfället; 3-5 personer i bostaden översteg koldioxidhalten 1000 ppm i sex av tio lägenheter vid jämvikt eller i vissa fall hade jämvikt ännu inte uppnåtts.

Termiskt klimat

Den operativa temperaturen uppmättes i lägenheterna. Mätutrustningen placerades i vistelsezonen i vardagsrum i punkter som ofta används. Temperaturen redovisas i tabell 4.2.10.

Tabell 4.2.10 Uppmätt operativ temperatur i lägenheterna där vädring under längre tid förekommer.

Lägenhet	Operativ temperatur 1,1 m över golv	Operativ temperatur Vistelsezon (0,1-1,7m över golv)
1	Vard.rum 25,1°C Sovrum 24,1 °C	24,3-25,1°C 23,4-24,1°C
2:1	24,6°C	21,5*- 24,8°C
2:2	23,3°C*	21,7-23,5°C*
3:1	23,8°C	23,8-23,9°C
3:2	24,7°C	23,7- 24,8°C
3:3	23,5°C	22,4-23,7°C
4:1	24,3°C	22,8- 24,5°C
4:2	23,9°C	23,4- 24,1°C
5:1	21,9°C*	20,1-22,4°C*
5:2	24,7°C	23,5- 25,0°C
Alla lgh medel	23,8°C	Intervall 21,5- 25,1°C

*fönster hade stått öppet under lång tid före mätningen

Sedan 1 januari 2014 är Folkhälsomyndigheten tillsynsmyndighet för bostäder. Innan dess hade Socialstyrelsen motsvarande uppgift. Båda myndigheternas allmänna råd kring temperaturer inomhus har samma formuleringar. Deras värden för bedömning av olägenhet för människors hälsa anger för operativ temperatur ett rekommenderat intervall mellan 20–23°C och för känsliga grupper 22-24°C. I samtliga lägenheter utom en där vädring hade skett under lång tid före mätningen överstigs 23°C på höjden 1,1 m över golv. I fem av tio lägenheter överstigs 24°C.

Tabell 4.2.11 Uppmätt operativ temperatur i övriga studerade lägenheter.

Lägenhet	Operativ temperatur 1,1 m över golv	Operativ temperatur Vistelsezon (0,1-1,7m)
2:3	22,2°C	20,9-22,3°C
3:4	23,3°C	21,9-23,4°C
3:5	22,5°C	21,9-22,6°C
lgh medel	22,6°C	Intervall 20,9-23,4°C

Det är mätt i alltför få lägenheter i vilka mindre vädring sker, för att kunna se säkra skillnader mellan de två grupperna. Men det är intressant att iaktta att den operativa temperaturen är lägre i samtliga tre lägenheter där vädring sker i mindre omfattning. Temperaturen är dock lägre i en lägenhet med vädring men där har vädring pågått under lång tid före mätningen vilket kan ha kylt ut i någon grad. Den operativa temperaturen i dessa lägenheter hamnar inom rekommenderade intervall av Folkhälsomyndigheten och Socialstyrelsen.

Tabell 4.2.12 Uppmätta temperaturer under två veckor i lägenheterna.

Lägenhet	Temperatur i vistelsezonen	Temperatur vid angivet vädringsfönster	Utetemperatur	Ventilations-system
1	25,0°C	17,7°C	0,4°C	FTX-C
2:1	23,9°C	18,3°C	1,5°C	F-L
2:2	19,8°C	13,1°C	6,7°C	F-L
3:1	22,8°C	21,1°C	6,7°C	FTX-LP
3:2	22,0°C	18,7°C	2,8°C	FTX-LP
3:3	21,9°C	-	1,7°C	FTX-LP
4:1	22,8°C	20,5°C	8,4°C	FTX-LR
4:2	22,0°C	20,8°C	8,4°C	FTX-LR
5:1	23,4°C	13,5°C	6,0°C	FTX-LR
5:2	24,9°C	20,8°C	11,7°C	FTX-LR
Medeltemperatur 22,85°C				

FTX-C centralt placerat ventilationsaggregat, F-L lägenhetsplacerat frånluftsaggregat, FTX-LP lägenhetsplacerat aggregat med plattvärmväxlare, FTX-LR lägenhetsplacerat aggregat med roterande värmväxlare

Temperaturerna som har mätts under två veckor är i de flesta fall lägre än de operativa temperaturerna. Under denna mätning har de boende fått vädra som vanligt. En logger har placerats vid det fönster/dörr som de boende angett som det de brukar vädra med för att undersöka temperaturen i närheten. En lägre temperatur antas uppkomma om vädring sker. Medeltemperaturen vid vädringsöppningarna är lägre än i vistelsezonen. Detta tolkas som att vädrings skett under mätperioden. De absoluta temperaturnivåerna vid vädringspunkten är svårt att tolka, dessa beror på flera faktorer, bland annat hur stor del av hela mätperioden som vädring har skett. De resulterande temperaturerna i vistelsezonen har alltså erhållits då vädring skett vilket troligen har bidragit till att sänka dem i förhållande till de momentana operativa mätningarna.

Fukttillskott

Tabell 4.2.13 Uppmätta fukttillskott i lägenheterna.

Lägenhet	Uppmätt fukttillskott	Ventilations-system
1	1,6 g/m ³	FTX-C
2:1	0,9 g/m ³	F-L
2:2	1,9 g/m ³	F-L
3:1	1,5 g/m ³	FTX-LP
3:2	1,2 g/m ³	FTX-LP
3:3	1,5 g/m ³	FTX-LP
4:1	1,1 g/m ³	FTX-LR
4:2	3,2 g/m ^{3**} , 3,4 g/m ³	FTX-LR

5:1	0,9 g/m ³	FTX-LR
5:2	2,5 g/m ³	FTX-LR
Medel fukttillskott 1,6 g/m ³		

FTX-C centralt placerat ventilationsaggregat, F-L lägenhetsplacerat frånluftsaggregat, FTX-LP lägenhetsplacerat aggregat med plattvärmväxlare, FTX-LR lägenhetsplacerat aggregat med roterande värmväxlare, **kan ej vädra i vardagsrum

Fukttillskottet har också uppmätts vid normala förhållanden, dvs under två veckor då de boende har fått vädra som de ville. Dessa fukttillskott har alltså erhållits vid den totala luftomsättning som skapas med ventilationssystemet och eventuell vädring. Folkhälsomyndigheten och Socialstyrelsen anger i sina allmänna råd rörande ventilation att "I bostäder och lokaler för allmänna ändamål, där människor vistas stadigvarande, bör skillnaden i absolut luftfuktighet mellan ute och inne under vinterförhållanden inte regelmässigt överstiga 3 g/m³. Fukttillskottet understiger detta värde i samtliga bostäder utom en. I denna lägenhet uppger de boende att de inte kan vädra i vardagsrummet pga buller och damm och smuts utifrån. De har även reducerat ventilationsflödet pga besvärade buller. Värde överstiger ej mycket men det är intressant att notera att det i denna lägenhet med roterande värmväxlare och mindre vädring i delar av lägenheten samt reducerat ventilationsflöde blir högre fukttillskott än i övriga.

Resultat av mätningar lägenhetsvis

Det resulterande inneklimatet beror på en mängd faktorer vilka samverkar och påverkar varandra; byggnadens utformning, de tekniska systemens prestanda, uteklimatet samt de boendes interaktion med systemen. Dessa faktorer har därför studerats samtidigt för att få en helhetsbild av förhållandena i varje enskild lägenhet.

Resultaten som presenteras fokuserar på de resultaten i de enskilda lägenheterna och faktorer som sticker ut och avviker från de förväntade värden som brister och kombinerar kvantitativa och kvalitativa data. En sammanfattning med generella slutsatser görs efter alla lägenheter presenterats. Kommentarer vilka innehåller bedömningar presenteras dock även i anslutning till varje lägenhet eftersom detta för förståelsens skull är lättare i anslutning till detta.

Fastighet 1 Mekanisk till- och frånluftsventilation, centralt placerad fläkt

Lägenhet 1:1

Den boende rapporterade att det blir för varmt i sovrummet när man ska sova om fönstret i sovrummet inte är öppet hela dagen. Den boende upplever ett behov av att ha relativt svalt i sovrummet. Sovrummet har stora fönster mot väst, utan solavskärmning. Hela 2-rums-lägenheten; både vardagsrum och sovrum är riktad mot väst. Den är inte genomgående. Radiatorn är igång i sovrummet och avger medelvärme, termostatventilen är på. Operativ temperatur: 24,3-25,1 °C i vardagsrum och 23,4-24,1 i sovrummet. Tilluftsluftflödet uppmättes till 0,3 l/s m².

Kommentar: Både planlösningen av lägenheten, avsaknaden av solskydd, det för låga luftflödet och beteendet hos den boende, att inte minska värmen från radiatorn genom att stänga av det bidrar till den relativt höga temperaturen. Eftersom sovrummet är riktad mot väst kommer det att värmas upp under eftermiddagen inför natten speciellt då ingen solavskärmning förekommer.

Fastighet 2 Mekanisk frånluftsventilation, lägenhetsaggregat

Lägenhet 2:1

Den boende rapporterar ett behov av att ha öppna fönster i både sovrum och vardagsrum samt ett behov av frisk luft. Den operativa temperaturen mäts till 23,4-24,8°C i vardagsrummet. Radiatorerna är fullt öppna i vardagsrummet och minskas i sovrummet. Den boende röker hemma.

Kommentar: Både relativt hög operativ temperatur och röken kan leda till ett behov av att öppna fönstren. Även i denna lägenhet skulle radiatorerna kunna stängas av. Den orsak som den boende anger för vädringsbehov; för varmt och luftkvalitet stämmer med mätningarna och förhållandena i lägenheten.

Lägenhet 2:2

Den boende rapporterar ett behov av att ha öppna fönster i både sovrum och vardagsrum, och att det kommer att bli för varmt i vardagsrummet och sovrummet, om fönstren är öppna. Den boende bedömer ha ett behov av att ha svalt i sovrummet och i lägenheten. Lägenheten har en öppen planlösning med kök och vardagsrum som ett stort rum. I vardagsrummet finns mycket stora fönster mot söder, ingen yttre solavskärmning, hela lägenheten placerad endast i söderläge. Den solavskärmning som finns består av persienner placerade inne i rummet vilket innebär att värmen kommer in i rummet. Radiatorerna är alltid stängda även under vintern. Den operativa temperaturen är 21,7-23,5°C i vardagsrummet men fönstren har varit öppna under en lång tid innan mätningen.

Kommentar: Både planen av lägenheten; ej genomgående, dess riktning mot söder, de stora fönstertyorna och bristen på yttre solavskärmning kan bidra till ett termiskt klimat som av den boende uppfattas att vara för varmt.

Fastighet 3 Mekanisk till- och frånluftsventilation, lägenhetsplacerad fläkt med plattvärmeväxlare

Lägenhet 3:1

De boende rapporterar att det blir för varmt i vardagsrummet och i sovrummet, om fönstren inte är öppna. Lägenheten har en öppen planlösning med kök och vardagsrum utformat som ett stort rum. I vardagsrummet finns mycket stora fönster mot söder, ingen yttre solavskärmning, hela lägenheten är placerad endast i söderläge, ej genomgående. Den solavskärmning som finns består av persienner placerade inne i rummet.

Uppmätt tilluftsflöde 19,3 l/s. Uteluftsflödet ska enligt BBR vara 19,6 l/s. Ventilationsaggregatet är beläget ovanför spisen i köket. Luftflödet kan varieras genom ett vred utanför enheten. Vredet är inställt på läget tänkt att användas när inga människor är närvarande (minskat luftflöde för att spara energi). På vredet finns dock ingen angivelse på avsedd funktion. Det står bara min, 1 respektive 2 som lägen. När den boende tillfrågas varför detta läget är inställt anges förklaringen buller. Ventilationsaggregatet som är placerat inne i lägenheten skapar för hög ljudnivå när läget för att vara hemma används, så det här läget är inte möjligt att ha när de är hemma. Invånarna är besvärade både i vardagsrummet men mest i sovrummet där ljudnivån upplevs vara alldeles för hög när man ska sova. När vredet ställs in på läget avsett för då man är hemma uppfylls BBRs flöden, men detta fall är dock inte i drift. Den boende berättar att plattvärmeväxlaren i aggregatet ska bytas vid sommarförhållanden till en sk sommarkassett. Alla sommarkassetterna till lägenheterna i byggnaden rapporteras av den boende att förvaras i källaren och inte användas under sommaren. Operativ temperatur: 23,7-24,8°C i vardagsrummet.

Kommentar: Flera faktorer kan bidra till ett bristande termiskt klimat: lägenhet endast riktad mot söder, stora fönstertytor, endast inre solavskärmning, luftflödet via ventilationssystemet uppfyller inte byggnormen riktigt. Detta förklaras av att fläktinställningen är fel. Kombinationen av de olika faktorerna kan bidra till ett otillräckligt inomhusklimat både vad gäller värme och hygieniska förhållanden. Den sommarkassett som omnämns har troligen som funktion att utgöra en form av by-pass för

att undvika att uteluften under sommarförhållanden passerar plattvärmväxlaren och då värms. Sommarförhållandena har inte undersökts men om denna sk sommarkassett inte byts ut föreligger teoretiskt risken att uteluften kommer att passera plattvärmväxlaren även då det inte finns ett uppvärmningsbehov av uteluften. Risken skulle då kunna uppstå att den förhållandevis varma sommarluften värms mer när den passerar aggregatet och då tillförs rummen som övertempererad. En för hög tilluftstemperatur på sommaren kan bidra både till ett varmare termiskt inneklimat på sommaren och även ett sämre hygieniskt klimat då denna kan orsaka sämre luftrörelser i rummen.

Lägenhet 3:2

De boende rapporterar ett behov av att ha fönstret öppet i sovrummet under hela natten. De bedömer att de har ett behov av att ha svalt i sovrummet. De har stängt termostatventilen på radiatoren i sovrummet, som ligger i väster och håller dörren stängd hela tiden. Hela lägenheten är belägen i söder och väster och de upplever ett för varmt inomhusklimat särskilt på sommaren. Ingen yttre solavskärmning är installerad. Operativ temperatur: 24,7-24,8°C i vardagsrummet. Ventilationsaggregatet är placerat ovanför spisen. Tilluften värms med en plattvärmväxlare och en elslinga som eftervärmare om plattvärmväxlaren inte räcker till. Hur mycket värme eftervärmaren ska avge ska ställas in på en mycket liten cirkel som är placerad inuti aggregatet. För att komma åt denna måste man skruva loss plåten framför hela aggregatet och öppna detta. Styrning och inställning och funktion hos denna eftervärmare kan inte hittas i de anvisningar som de boende har tittat i flera gånger. De har ett intresse av att styra aggregatet och bland annat byta filter etc. Denna inställning har de dock inte känt till.

Kommentar: Eftersom sovrummet är beläget i väster kan det värmas upp under eftermiddag och kväll och ge upplevelse av höga temperaturer i sovrummet vid läggdags. Det är inte klart hur eftervärmaren arbetar, om den värmer till en viss tilluftstemperatur och sedan slår av eller värmer hela tiden beroende på inställning. Om man inte känner till denna styrning, kan eftervärmaren vara inställd på för hög tilluftstemperatur vilket även kan bidra till för höga temperaturer i lägenheten. Både icke användning av sommarkassetten som i tidigare lägenhet och denna eftervärmare skulle kunna bidra till för höga tilluftstemperaturer under vissa perioder av året. Detta ger även en onödig energianvändning.

Lägenhet 3:3

De boende rapporterar ett behov av att öppna fönstret i sovrummet pga upplevt otillräckligt luftflöde i rummet. Det uppmätta tilluftsflödet i sovrummet är 7,5 l/s. I princip alla nätter sover tre personer i sovrummet två vuxna och ett 6-årigt barn. Luftflödet i sovrummen bör vara 4 l/s person som enligt Folkhälsomyndigheten som ansvarar för regler för bostäder. Kravet är således 12 l/s i det här rummet när tre personer är närvarande. Om två vuxna är närvarande, vilket är det troliga avsedda antalet personer, är kravet 8 l/s.

Kommentar: Luftflödet i sovrummet via ventilationssystemet uppfyller inte rekommenderade flöden för aktuell personbelastning. Luftflödet för dagtid på ett kontor eller i en skola skulle för samma antal personer vara 26,6 l/s i denna storlek på rum, nästan 4 gånger mer än det uppmätta flödet.

Fastighet 4 mekanisk till- och frånluftsventilation, lägenhetsplacerad fläkt, roterande värmväxlare

Lägenhet 4:1

De boende upplever ett behov av att vädra när de sover och att det är för varmt då. De anger för övrigt att de gärna vill ha det varmt i lägenheten. Operativ temperatur är 22,9-24,5°C i vardagsrummet. Lägenheten är genomgående med fönster i norr, väster och söder. De boende har lägenhetsaggregatet inställt på läge för närvaro. Uppmätt luftflöde till sovrummet är 9,5 l/s. Två personer sover i sovrummet och flödet uppfyller då 4 l/s sovplats.

Kommentar: De boende föredrar att ha det varmt förutom när de sover. Flödet är även inställt på rätt läge. Det är intressant att inga mätvärden avviker från rekommenderade av myndigheter i denna lägenhet där flödet är inställt på "rätt" läge. Inga avvikande värden kan identifieras i denna lägenhet där flödet är rätt inställt och de boende föredrar ett något varmare klimat jämfört med de boende i de flesta andra studerade lägenheterna.

Lägenhet 4:2

De boende uppger att de upplever att det är för varmt i lägenheten. Alla termostatventiler på radiatorerna är avstängda men det blir för fortfarande för varmt. Sovrummet som är riktat mot norr vädras innan de somnar och är stängt under natten och sovrumsdörren hålls stängd hela tiden. De rapporterar en önskan att öppna fönster i andra rum som är riktade mot söder, men gör inte det på grund av smuts som kommer in i lägenheten på grund av byggverksamhet i området. Ingen yttre solavskärmning i söder används. Operativ temperatur: 23,4-24,1° C i vardagsrummet. Lägenheten är på 99 m², vilket ger ett luftflöde enligt BBR på 34,7 l/s. Uppmätt tilluftsflöde är 14,4 l/s. Det uppmätta tilluftsflödet i sovrummet är 3,7 l/s. I sovrummet sover två personer och tilluftsflödet bör vara 8 l/s. Ventilationsaggregatet är beläget ovanför spisen i köket. Luftströmmen kan varieras genom ett vred utanför aggregatet. Displayen har ingen tydlig förklaring till de olika lägena. Vredet är ställt på det lägsta läget som visar sig vara avsett för när inga människor är närvarande (minskat luftflöde för att spara energi). De boende har valt detta läge på grund av besvärande buller vid de övriga lägena, de har ingen kunskap om att det här läget är avsett för då man inte vistas i bostaden. Fukttillskottet uppmättes till i medeltal 3,4 g/m³ i vardagsrummet och 3,2 g/m³ i sovrummet under två veckor som överskrider det rekommenderade maxvärdet 3 g/m³ av Folkhälsomyndigheten.

Kommentar: Luftflödet via ventilationssystemet uppfyller inte BBR och uppfyller inte kraven i sovrummet. Detta förklaras av att flödesinställningen är fel vilket beror på upplevelse av störande buller. Det framgår ej heller tydligt att detta läge är avsett för då man inte vistas där, läget är angett till 1 och det högre till 2 vid vredet. Eftersom flera rum är placerade i söder utan möjlighet till vädring enligt de boende kan rummen bli varma vid solinstrålning. Fukttillskottet i lägenheten som har en lägenhets-placerad roterande värmeväxlare överstiger rekommendationen. Ventilationens uppgift är att bortföra roeringar i vilket även höga temperaturer respektive fukt ingår. Ett för lågt flöde via ventilationssystemet bidrar även till höga temperaturer och höga luftfuktnivåer inomhus vid dessa förhållanden.

Fastighet 5 mekanisk till- och frånluftsventilation, lägenhetsplacerad fläkt, roterande värmeväxlare

Lägenhet 5:1

De boende uppger att de känner ett behov av att ha balkongdörren öppen. Luftflödet i den 110 m² lägenheten ska vara 38,5 l/s. Uppmätt tilluftsflöde var 25,2 l/s. Luftflödet i ventilationsaggregatet som finns inne i tvättstugan/badrummet styrs av en manöverpanel placerad utanför aggregatet i ett vägg-skåp. Läget i drift är "borta-läge", detta luftflöde är tänkt att vara lägre när folk inte är hemma. Den boendes svar på frågan varför detta läge är i drift är: "åh jag inte vet något om ventilationssystemet, jag ändrar aldrig inställningen."

Kommentar: Luftflödet via ventilationssystemet uppfyller inte byggnormen på grund av fel inställning. I bostaden bor två vuxna och två små barn.

Lägenhet 5:2

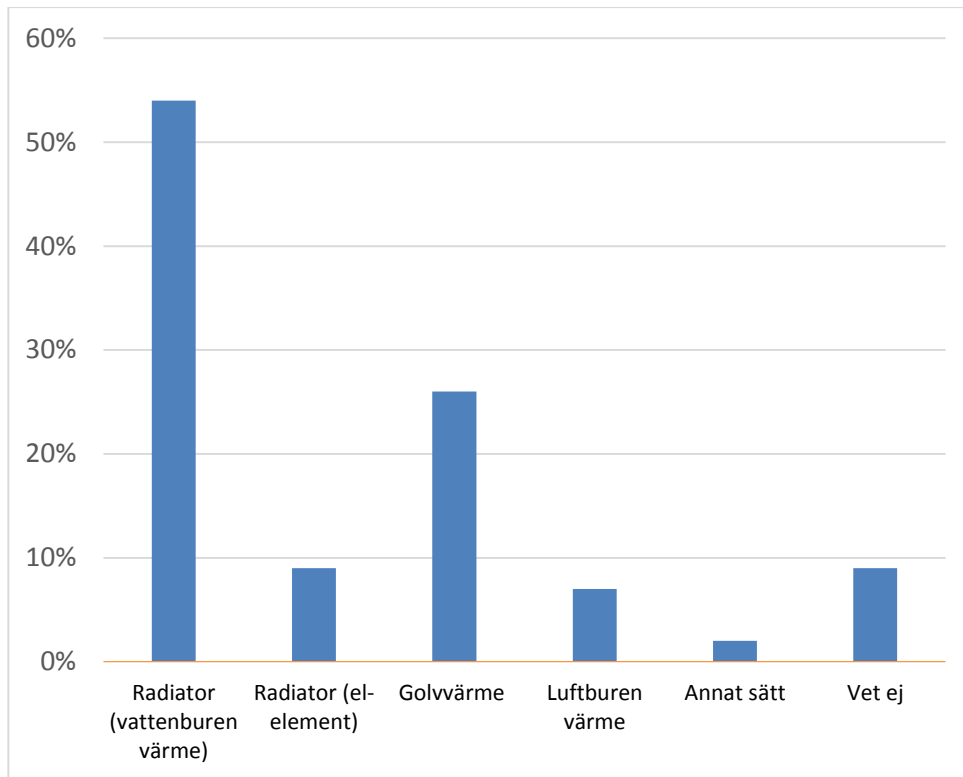
De boende uppger att de känner ett behov av att ha fönstren öppna i sovrummet. De boende upplever att de har behov av att ha svalt i sovrummet. Operativ temperatur: 23,5-25,0° C i vardagsrummet. Ventilationsaggregatet är placerat inne i lägenheten i badrummet mellan de två sovrummen. Luftströmmen kan varieras genom en kontrollpanel på aggregatet. Driftläget är den som är avsedd att användas när inga människor är närvarande; bortaläge. De boende rapporterar att skälet till att detta läge är i drift är bullret. Ventilationsaggregatet som är placerat inne i lägenheten skapar för hög

ljudnivå när läget avsett för att vara hemma används och det läget är inte möjligt att ha när de är hemma, det stör även i sovrummet. Det uppmätta tilluftsflödet var 23,8 l/s (BBR krav: 37,5 l/s).

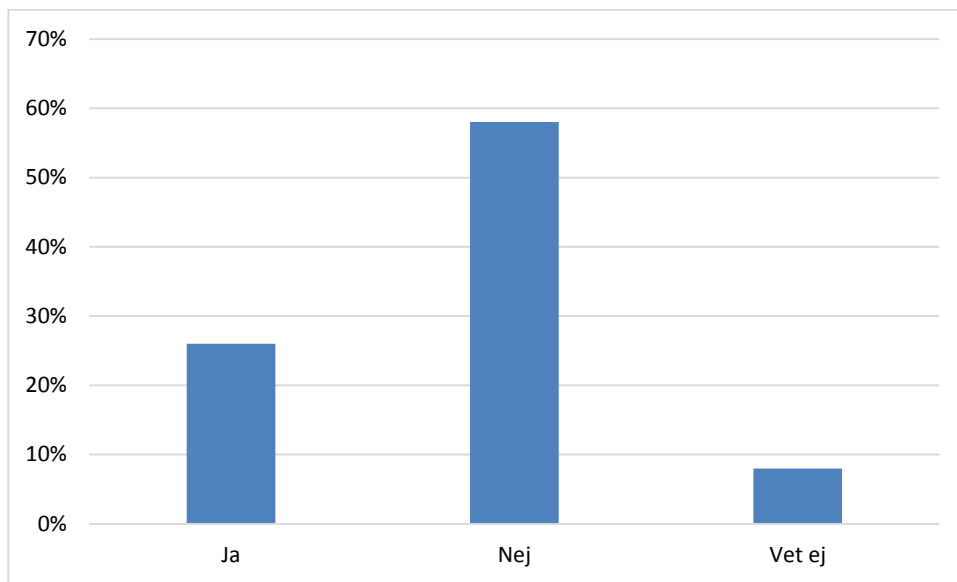
Kommentar: Luftflödet via ventilationssystemet uppfyller inte byggnormen. Detta förklaras av att fel driftsfall är inställt.

Inledning

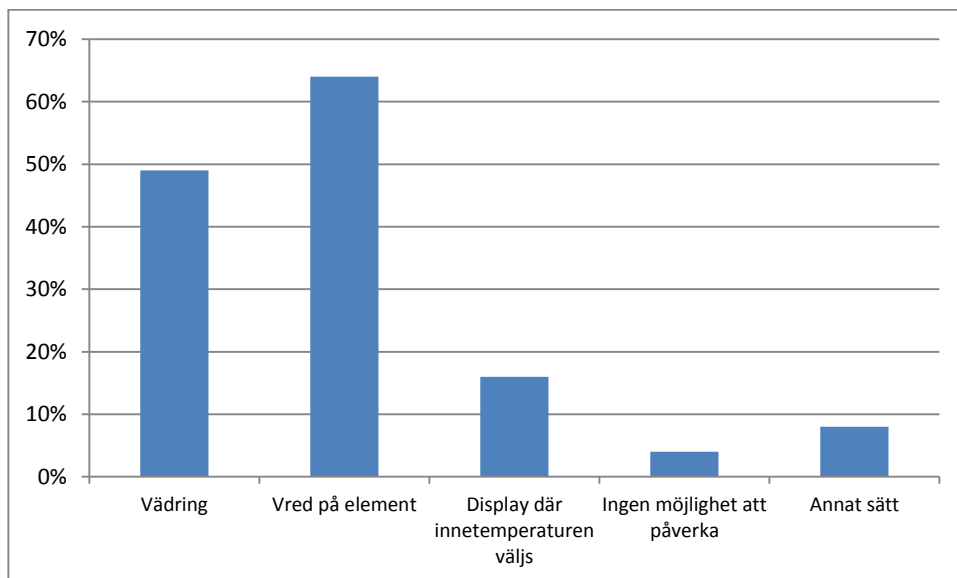
Resultat, svar på de fördjupade enkätfrågorna som rör energianvändningen, WSPs del, fråga 41-61



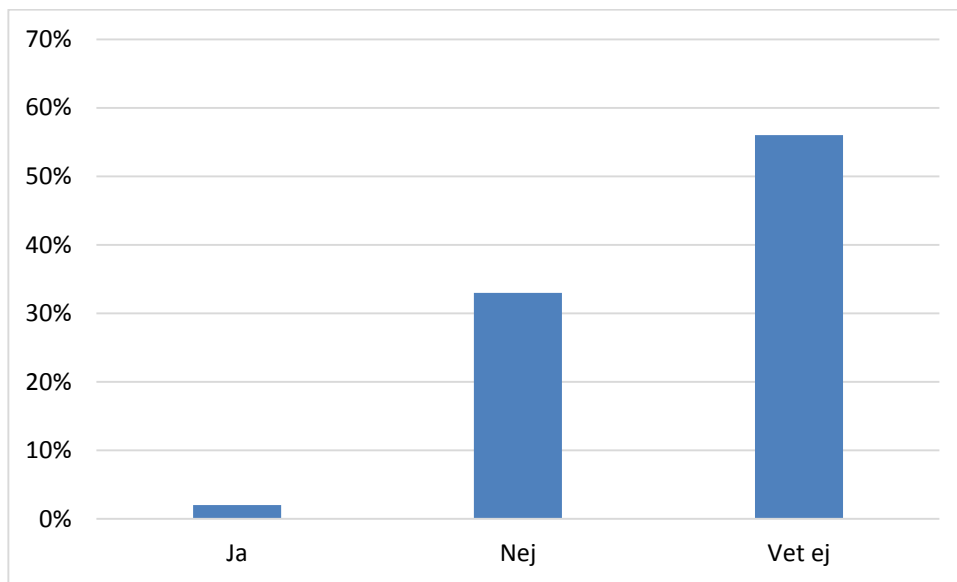
Fråga 41 Vilken typ av uppvärmning har ni?



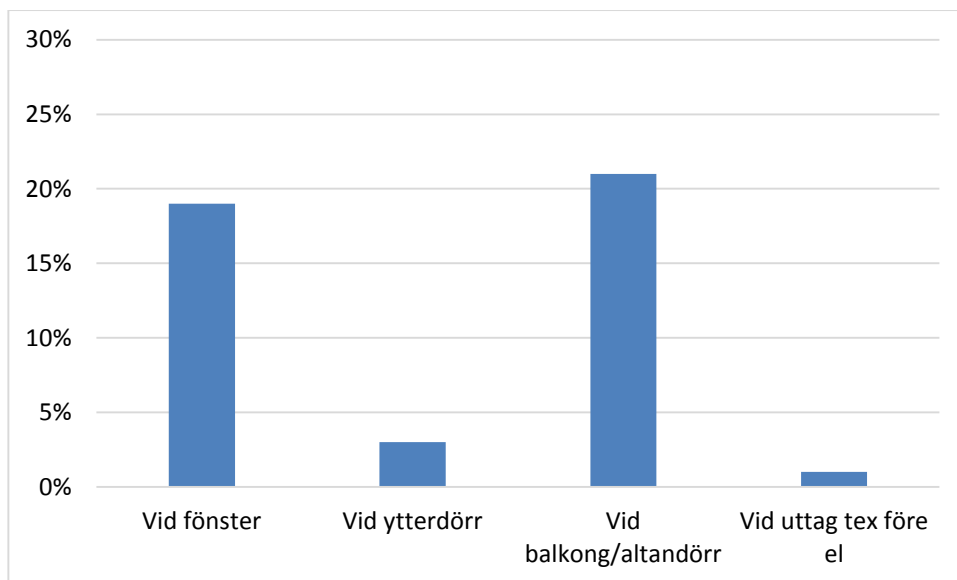
Fråga 42 Besväras du av att temperaturen varierar i lägenheten beroende på hur mycket det blåser utomhus?



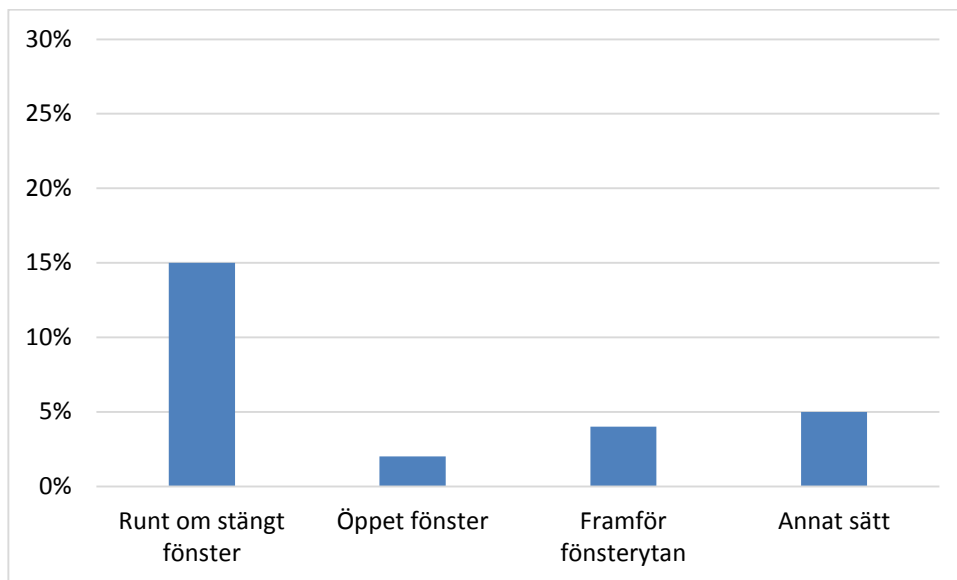
Fråga 43 Hur kan du påverka temperaturen inomhus?



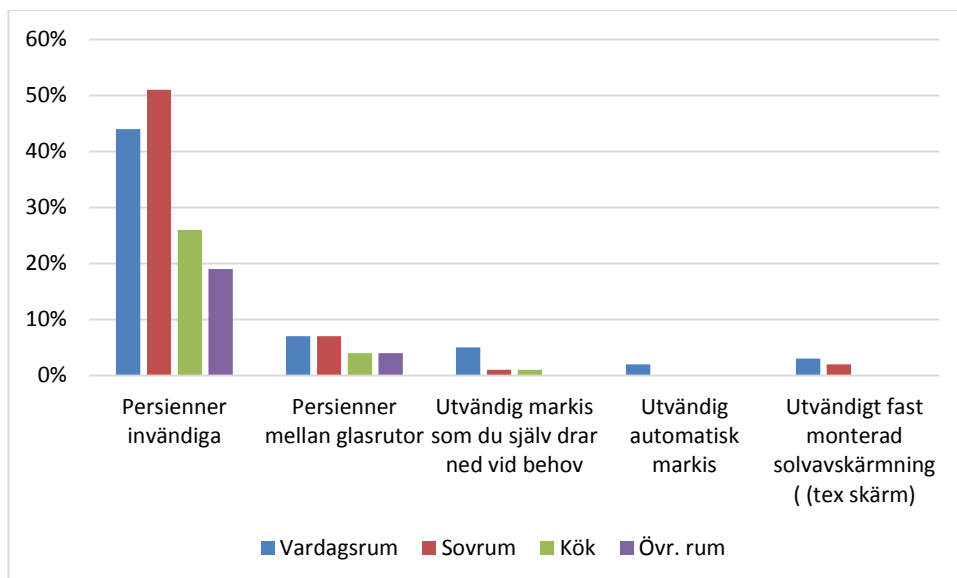
Fråga 44 Tycker du att din lägenhet har kalla tak?



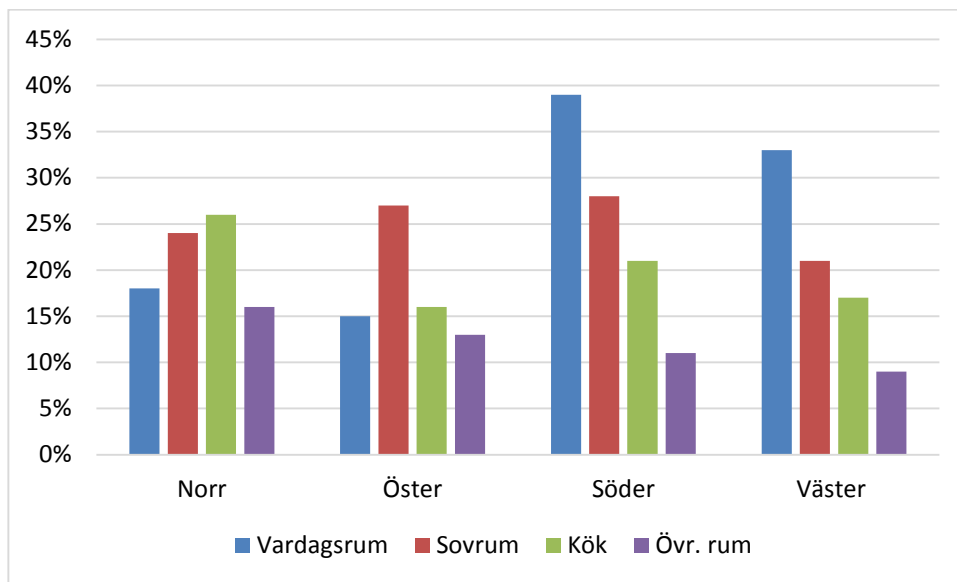
Fråga 45 Om du besväras av drag i din lägenhet. Ange var det drar.



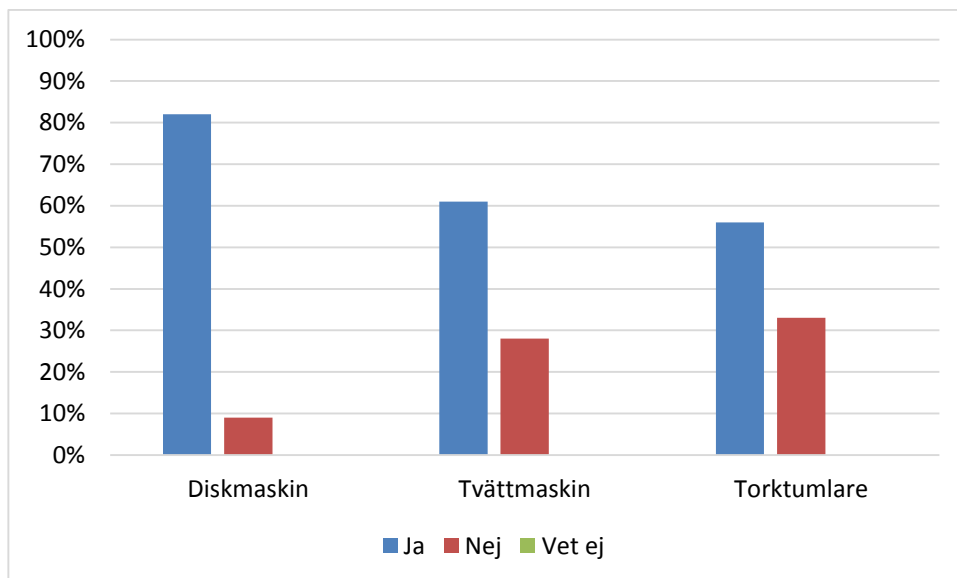
Fråga 46 Om det drar vid fönster. Ange var det drar.



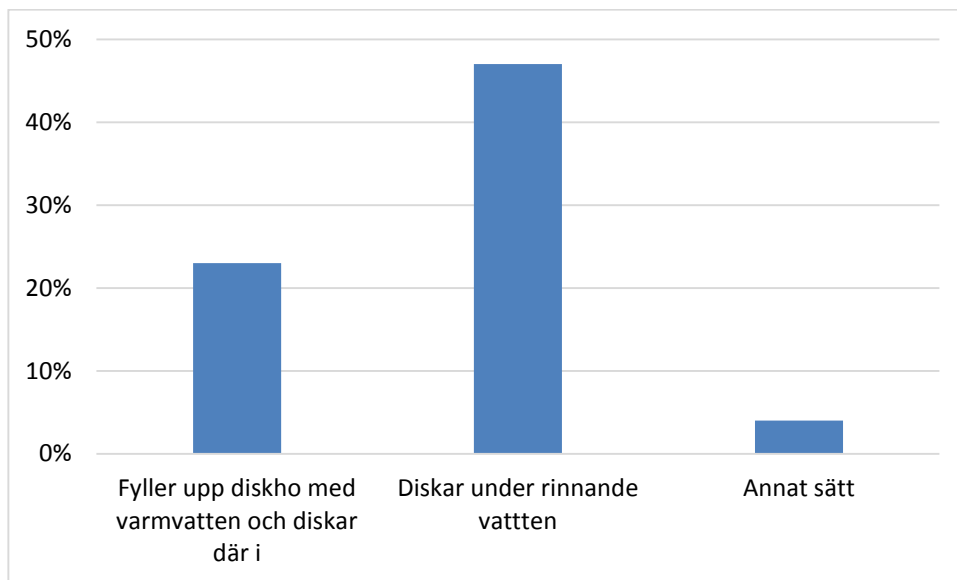
Fråga 47 Har du någon solavskärmning i dina rum?



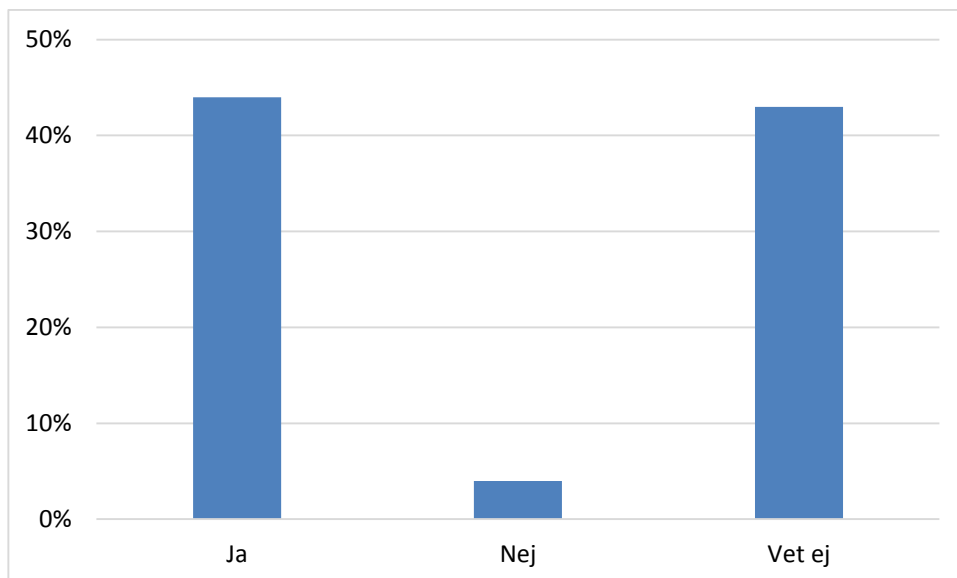
Fråga 48 Vilket väderstreck är fönstren i rummen riktade mot?



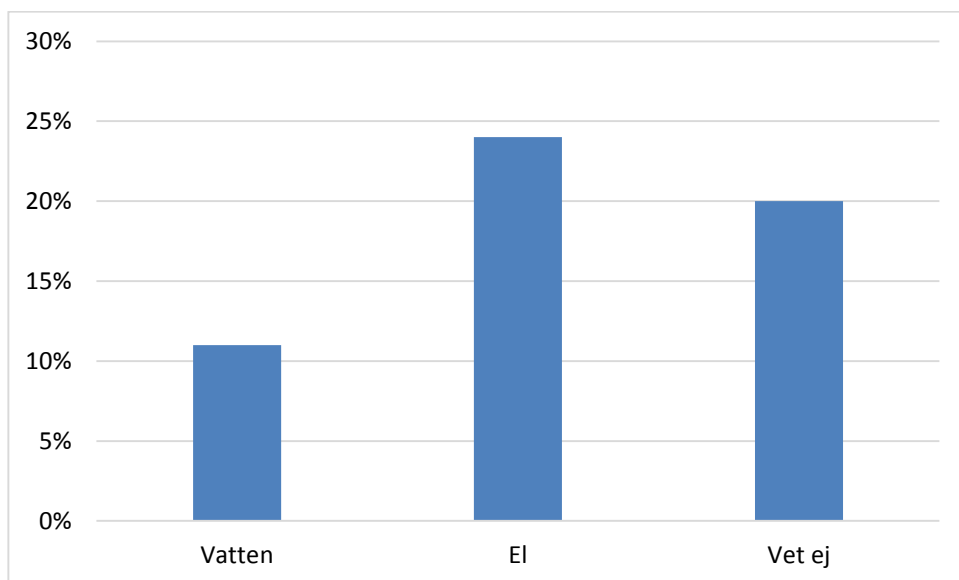
Fråga 49 Har du inne i lägenheten?



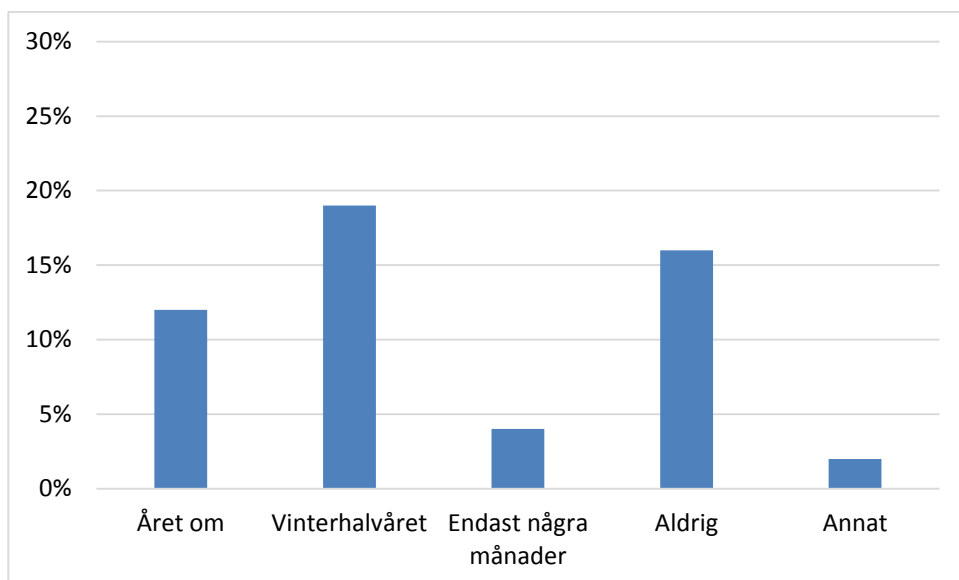
Fråga 50 Om du handdiskar, hur går du tillväga då?



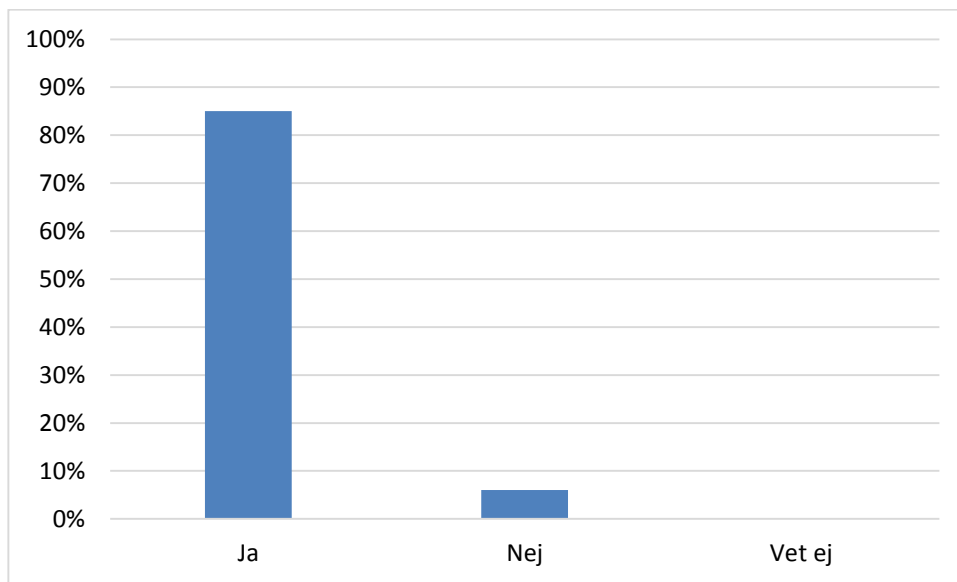
Fråga 51 Har du energiklassade vitvaror?



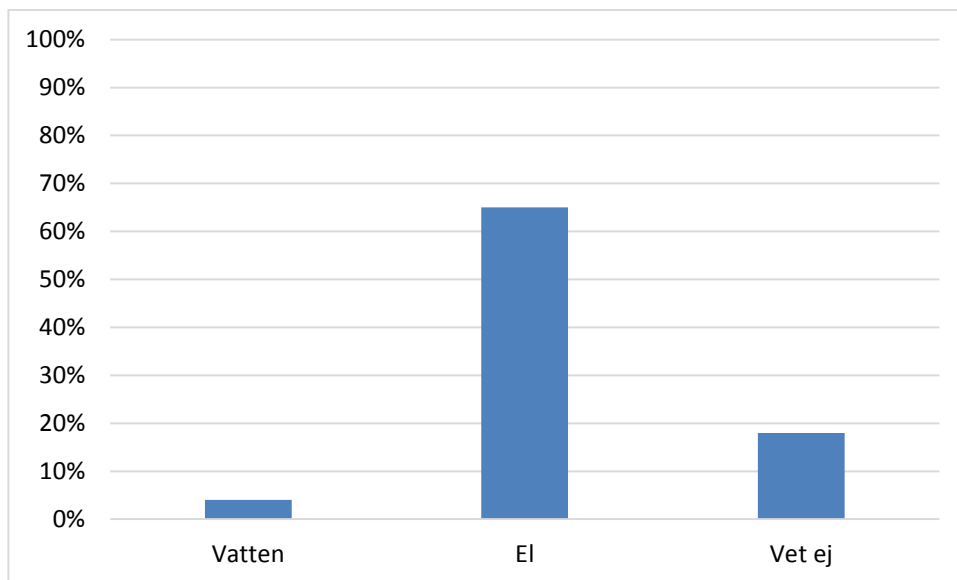
Fråga 53 Om du har golvvärme i lägenheten, är golvvärmen driven med ... ?



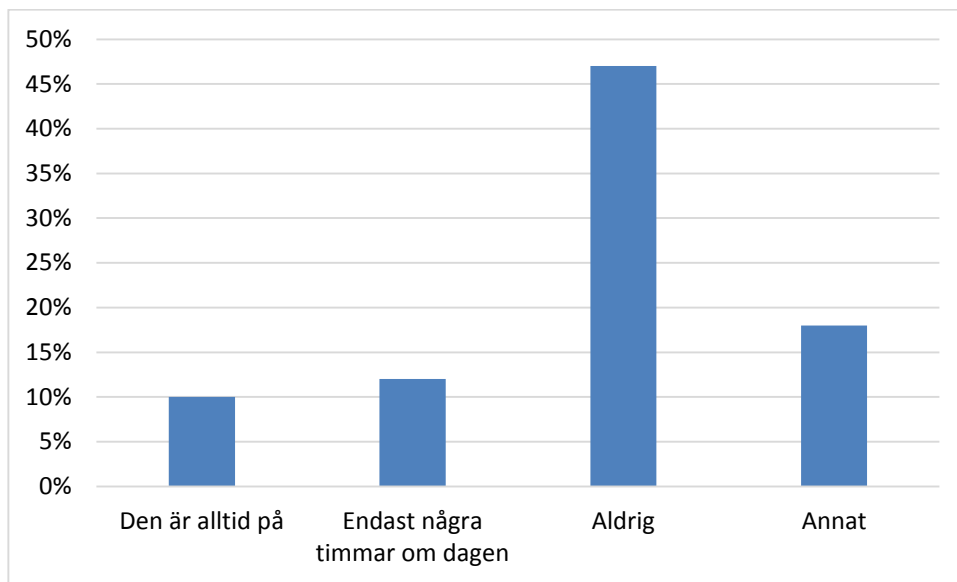
Fråga 54 Om du har golvvärme i lägenheten, hur ofta använder du golvvärmen?



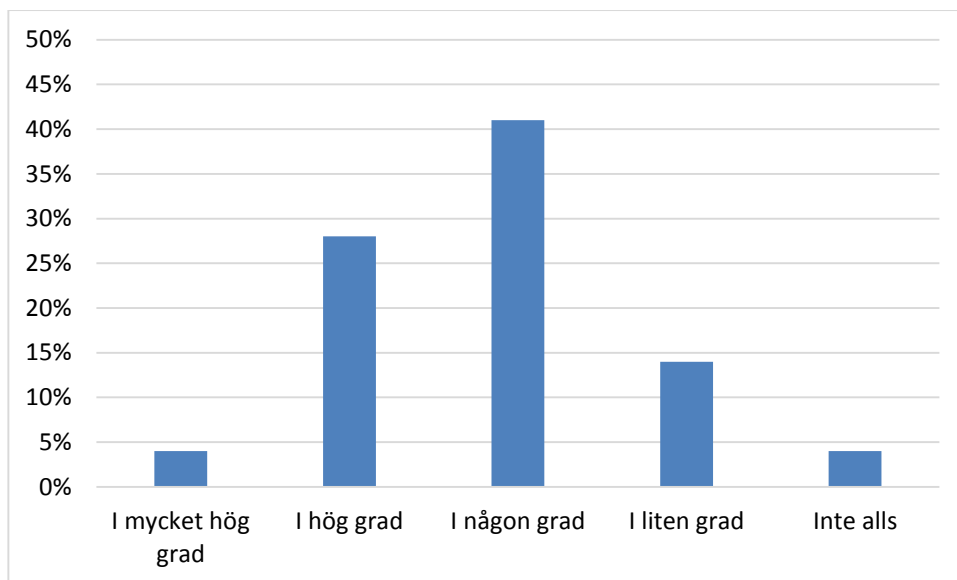
Fråga 55 Har du handduktstork i lägenheten?



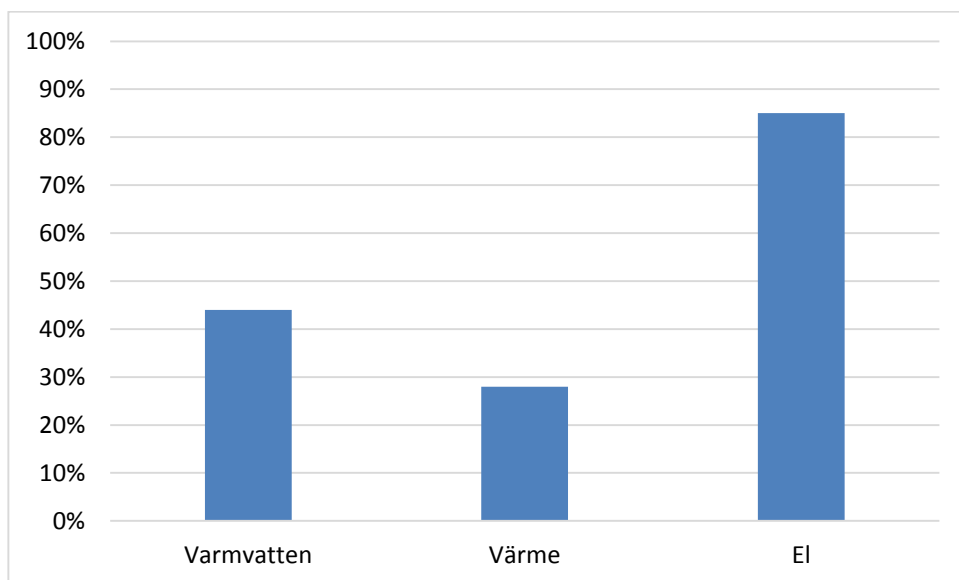
Fråga 56 Är handduktstorken driven med ...?



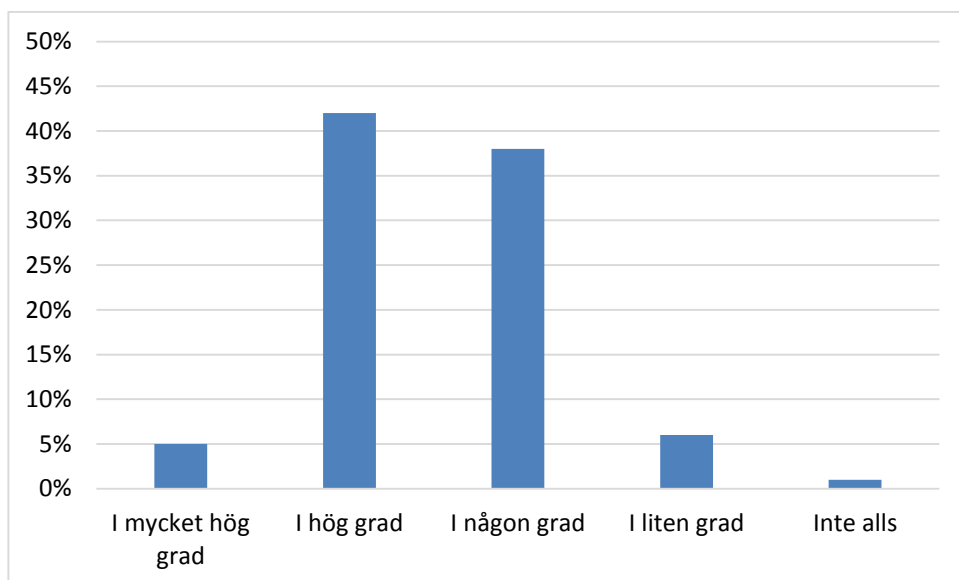
Fråga 57 Hur ofta använder du handdukstorken?



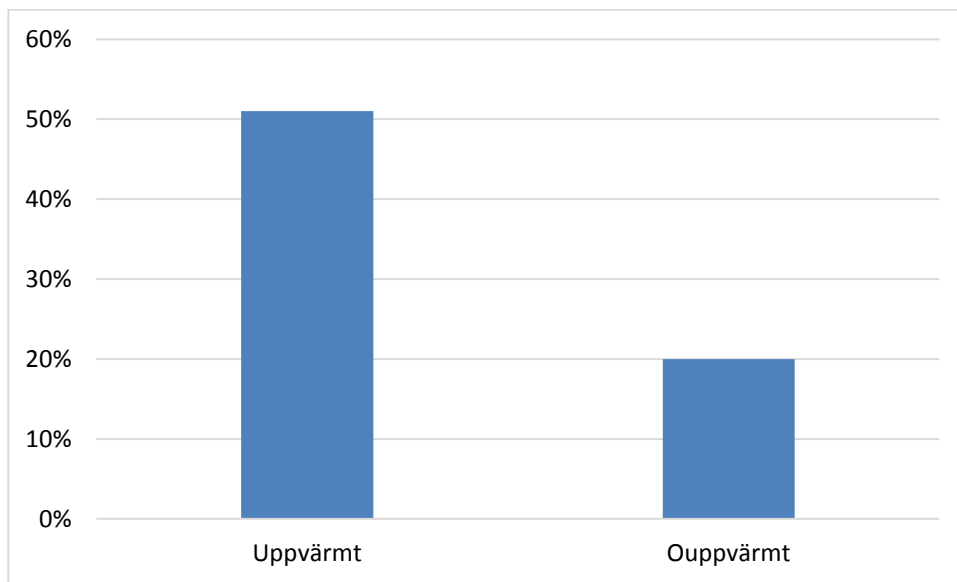
Fråga 58 I vilken omfattning upplever du att du genom ditt levnadssätt kan påverka energiåtgången i huset?



Fråga 59 Betalar du själv för din lägenhets ...?



Fråga 60 Skulle du säga att du i din vardag lever energi- och miljömedvetet?



Fråga 61 Om du har ett garage under huset, upplever du det ...?