

Linnéuniversitetet

Institutionen för teknik

Uppföljning av energiprestanda samt boendes upplevelser av Portvakten Söder

Energy Monitoring and residents' perceptions
of Portvakten Söder



*Författare: Alen Imsirovic & Faruk Alajbegovic
Handledare företag Stefan Olsson, Energikontor Sydost
Handledare LNU Krushna Mahapatra
Examinator, LNU Johan Vessby
Termin: VT13 15 hp*

Ämne/kurskod 2BY03E

Sammanfattning

Portvakten Söder i Växjö, med sina två huskroppar och 64 lägenheter är de högsta passivhusen i Sverige med en trästomme. Samhällets energianvändning har stort inflytande på dagens klimat, under projekteringen av Portvakten Söder har klimatfrågor funnits i fokus. Växjös kännetecken, Europas grönaste stad har förtydligats ännu en gång.

År 2010 gjordes en energiuppföljning av Portvakten Söder på initiativ av Energikontor Sydost. Resultatet blev lite missvisande, då båda husen var halvt bebodda. En ny, beräknad energiuppföljning kommer i detta examensarbete att upprättas då husen är fullt bebodda. Skillnader kring projekterat och uppmätt värde kommer att behandlas och klargöras.

Under byggnationen av Portvakten Söder installerades en avloppsvärmeväxlare, dess funktion är att återvinna värme från spillvattnet. Granskning av funktionalitet och värmeåtervinningsmängd hos avloppsvärmeväxlaren kommer att utredas.

Resultat visar att Portvakten Söder klarar BBRs krav för 2012 ($90 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$) och rekommendationer för passivhus standard ($\leq 50 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$) med god marginal. Resultatet visar även att den uppmätta energianvändningen är $8 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$ lägre än värdet som man projekterat för.

För utveckling samt förbättring av miljövänliga hus är åsikter och upplevelser från hyresgäster viktiga. Ett frågeformulär har skickats ut och sammanställts, där hyresgästerna delar med sig av sina upplevelser. Att över 90 % trivs bra eller mycket bra med tillvaron i sina lägenheter tyder på att Portvakten Söder, med sitt unika bygge, har ett klimatsmart och hållbart koncept för framtiden.

Summary

Portvakten Söder in Växjö, with its two buildings and 64 apartments are the highest wood-framed passive houses in Sweden. Considering that society's energy use has great influence on today's climate, these issues were focused in the construction of Portvakten Söder. Växjö's characteristic, the greenest city in Europe, has been clarified yet again.

On the initiative of Energikontor Sydost, an energy monitoring of Portvakten Söder was made in 2010. The result was a bit misleading, since both houses were half-occupied. Result of a new energy monitoring is reported in this thesis, where now the houses are fully occupied. Differences regarding projected and measured value are discussed.

During construction of Portvakten Söder, a drain heat exchanger was installed, to recover heat from waste water. Review of functionality and heat recovery amount of the drain heat exchanger is investigated.

Results shows that Portvakten Söder fulfills, by good margin, the BBR 2012 requirement ($90 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$) and recommendation for passive houses ($\leq 50 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$). Also, the measured energy use is $8 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$ lower than the projected values.

For the development and improvement of eco-friendly houses, views and experiences from tenants are important. A mail-in questionnaire survey of tenants has been undertaken. The fact that over 90% are satisfied with their apartments, suggests that Portvakten Söder with its unique construction, which also is climate efficient has a sustainable concept for the future.

Abstract

Portvakten Söder i Växjö, med sina två huskroppar och 64 lägenheter är de högsta passivhusen i Sverige med en trästomme. En energiuppföljning görs för år 2012. Skillnader kring projekterat och uppmätt värde behandlas och klargörs. Granskning av funktionalitet och värmeåtervinningsmängd av avloppsvärmeväxlaren utreds. Ett frågeformulär har skickats ut och sammanställts, där hyresgästerna delar med sig av sina upplevelser utav Portvakten Söder.

Nyckelord: Portvakten Söder, Energiuppföljning, Passivhus, Trä byggande

Förord

Detta examensarbete utgör de sista 15 högskolepoängen av högskoleingenjörsutbildningens 180 högskolepoäng här vid Linnéuniversitet i Växjö. Det här projektet är skrivet under vårterminen 2013 och inriktat för institutionen av energi- och byggteknik.

Utan all vägledning, allt engagemang och alla bidrag vi fått under processens gång hade inte genomförandet av detta examensarbete varit möjligt.

Därför vill vi rikta ett stort tack till alla som har varit deltagande vid sammanställningen av detta examensarbete:

- Stefan Olsson, Energikontor Sydost, för engagemang, kunskap och bidrag under arbetsgången.
- Mikael Virdelo, Hyresbostäder Växjö, för all allmän information angående Portvakten Söder vi tagit del av.
- Krushna Mahapatra, Lärare vid Linnéuniversitetet Växjö, för hans stöd, handledning och engagemang under arbetsprocessen.

Växjö maj 2013

Alen Imsirovic

Faruk Alajbegovic

Innehållsförteckning

Sammanfattning	III
Summary	IV
Abstract	V
Förord	VI
Innehållsförteckning	VII
1. Introduktion	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte och mål	2
1.3 Avgränsningar	2
1.4 Begreppslista	3
2. Om Portvakten	4
2.1 Allmänt	4
2.2 Konstruktion	4
2.3 Byggnadens tekniska specifikationer	5
2.5 Avloppsvärmeväxlare	6
2.6 System för varmvatten	7
2.7 Energiuppföljning 2010	8
3. Metod	9
3.1 Allmänt	9
3.2 Energiförbrukning	10
3.2.1 Hushållsel	10
3.2.2 Fastighetsel	11
3.2.3 Varmvatten	12
3.2.4 Uppvärmning	14
3.2.5 Förluster	16
3.3 Återvinning	17
3.3.1 Framtagning av årlig återvinningsgrad	17
3.3.2 Månadsvis återvinning	17
3.3.3 Återvinning per lägenhet	18
3.4 Enkätundersökning	19
4. Resultat och analys	20
4.1 Energiuppföljning	20
4.1.2 Varmvatten	21
4.1.3 Uppvärmning	21

4.1.4 Fastighetsel	22
4.1.5 Hushållsel	22
4.2 Årliga återvinningen	23
4.3 Månadsvis återvinning	23
4.4 Återvinning per lägenhet	24
4.5 Energianvändning – Krav	25
4.5.1 Passivhus - Rekommendation	25
5. Enkätundersökning	26
5.1 Svarefrekvens	26
5.2 Boendes upplevelser	27
5.3 Bakgrundsfrågor	35
6. Diskussion	37
6.1 Varför skiljer beräknad och uppmätt energianvändning?	37
6.2 Energikrav/rekommendationer	38
6.3 Varmvattenförbrukning	38
6.4 Uppvärmning	39
6.5 Fastighetsel	39
6.6 Hushållsel	39
6.7 Avloppsvärmeväxlare	39
6.8 Boendes attityder	40
7. Slutsatser	41
8. Referenser	42
8.1 Uppsatser/rapporter	42
8.2 Elektroniska källor	43
8.3 Muntliga källor	43
8.4 Bilder	43
9. Bilagor	44

1. Introduktion

1.1 Bakgrund

En stor utmaning inom byggbranschen är att ta fram lösningar som leder till en så effektiv energianvändning som möjligt. När energianvändningen minskar minskas även klimatpåverkan som dessutom leder till ekonomiska besparingar.

Klimatfrågan är ett av de största globala problemen för tillfället. Klimatpåverkande utsläpp kommer till stor del från samhällets energianvändning. I nuläget, år 2012, står byggnader för cirka 38 procent av Sveriges totala energianvändning (Energimyndigheten, 2012). Sveriges regering har satt upp ett mål som innebär att energianvändningen i byggnader ska minska med 20 procent till år 2020 och 50 procent till år 2050 i förhållande till år 1995 (Energimyndigheten, 2012).

För att begränsa klimatförändringarna och nå målen om ökad energieffektivitet och minskade utsläpp av växthusgaser behöver samhället använda energi till bostäder, lokaler och liknande mer effektivt än idag. Dessutom bör andelen flerbostadshus och småhus med högenergistandard (passivhus) ökas. Energinvändningen i passivhus kan minskas ytterligare om de byggs med trästomme istället för betong (Dodoo et al. 2012).

Kv. Portvakten Söder i Växjö, stod klart år 2009. De två 8-våningshusen är byggda med passivhusteknik. Totalt finns det 64 stycken hyreslägenheter utan konventionellt värmesystem, d.v.s. inga radiatorer finns installerade i lägenheterna. Husen är för tillfället de högsta passivhusen i Sverige med en trästomme (Fastighetochbostadsratt, 2013). Bygget var ett unikt och omfattande projekt med många företag och organisationer inblandade. Byggnaderna är en del av EU-projektet Concerto Sesac, som handlar om energieffektivstadsutveckling.

Vi valde att göra en energiuppföljning av dessa två byggnader just för att det är ett unikt bygge av sitt slag. Det finns en intern energiuppföljning gjord av Energikontoret Sydost för år 2010 (Figur 4), dock avvek utfallet från det projekterade värdet. En faktor till skiljaktigheten antas vara boendegraden, bara hälften av de 64 lägenheterna var bebodda under uppföljningstiden. Nu är alla lägenheter bebodda, då finner vi det lämpligt att undersöka ifall det projekterade värdet matchar aktuell energiförbrukning.

1.2 Syfte och mål

Projektets övergripande syfte är att:

1. Göra en jämförelse mellan uppmätt och projekterad energiprestanda för Portvakten Söder. En jämförelse kommer i de allra flesta fall inte att stämma överens, vilket kan bero på flera faktorer (Sveby, 2010).
2. Undersöka avloppsvärmeväxlaren, ifall den når upp till sin angivna verkningsgrad. Det händer ofta att avloppsvärmeväxlare inte lever upp till förväntningarna, d.v.s. värmeåtervinningen är inte lika stor som den i teorin ska vara (Sparavarmvatten, 2013).
3. Undersöka de boendes upplevelser och erfarenheter angående Portvakten Söder
4. Jämföra Portvakten Söders specifika energiförbrukning med BBRs krav samt rekommendationer för passivhus standard.

Målen med examensarbetet:

- En avvikelse i jämförelsen analyseras och försöks besvaras
- Få fram avloppsvärmeväxlarens verkliga värmeåtervinning
- Få kunskap om de boendes syn på Portvakten och dess funktion

1.3 Avgränsningar

Uppföljningen av energiförbrukningen beaktar enbart värden från år 2012.

Undersökningen kommer ej omfatta de boendes syn på området, endast frågor angående funktionalitet hos passivhusen kommer att tas upp.

Förslag till förbättringar gällande avloppsvärmeväxlarens funktion kommer inte att tas upp här, endast analys kring vilka faktorer som kan påverka funktionen kommer att behandlas.

1.4 Begreppslista

I arbetet förekommer en del viktiga begrepp som vi tänkte ta upp och förklara. Förklaringen av begreppen är avsedda för att underlätta förståelsen av de tankar och den kunskap vi vill förmedla. Vi anser att de begrepp som vi valt att beskriva är relevanta för det ämnesområde vi berör. Begreppsdefinitionerna presenteras utan inbördes ordning.

Begrepp	Begreppslista
Transmissionsförlust	Med transmissionsförluster menas de sammanlagda energiförluster som sker genom byggnadens olika delar t.ex. väggar, fönster, dörrar, golv.
Energiprestanda	Energiprestanda är ett mått på hur väl en byggnad använder energi.
Atemp	Atemp är ett mått på golvarea, mätt i kvadratmeter, i temperatur-reglerade utrymmen som är avsedda att värmas upp till mer än 10 grader.
Korrigeringsfaktor	Graddagsskorrigering görs med en korrigeringsfaktor som anger hur mycket kallare eller varmare de senaste åren varit jämfört med normalår.

2. Om Portvakten

2.1 Allmänt

Husen ägs och förvaltas av Hyresbostäder i Växjö AB. Den uthyrda arean, d.v.s. BOA, är sammanlagt 4950 m², fördelade på 64 lägenheter.

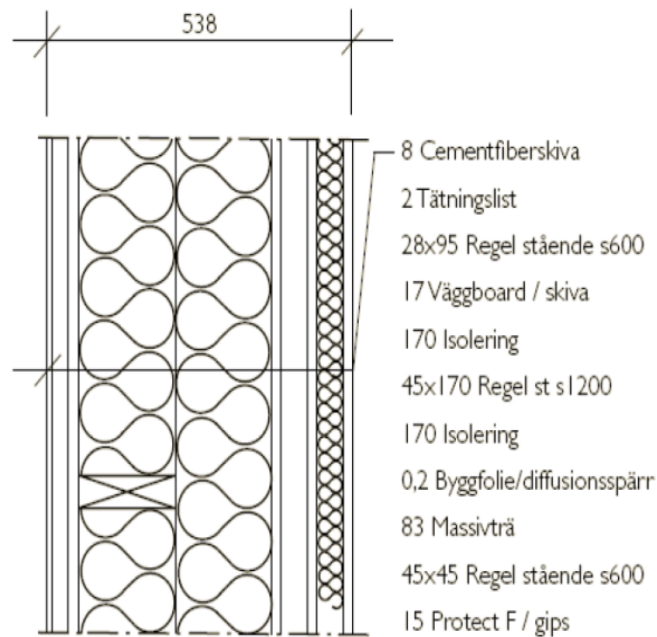
A_{temp} för hus 007 är 2 940, 90 m²

A_{temp} för hus 008 är 2 376, 90 m² + UC + Förråd

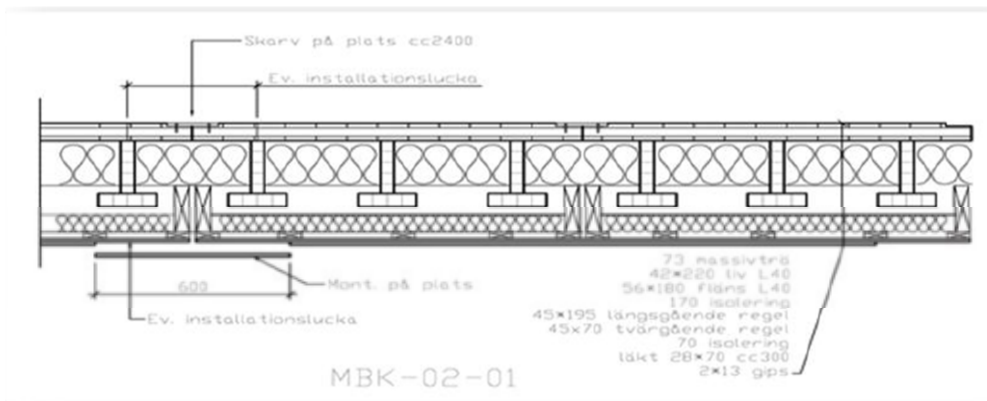
A_{temp} Total för båda hus är 5741 m²

2.2 Konstruktion

Bottenvåningen har en gjuten betongstomme, de resterande sju våningarna har bärande trästomme. Figur 1 och figur 2 visar konstruktioner för yttervägg och mellanbjälklag. Stommen levererades ifrån Martinssons Byggsystem AB. Varje hus stabiliseras av skivverkan samt ett 30-tal dragstag (IVL, 2009).



Figur 1. Konstruktion, Yttervägg, Portvakten Söder.(IVL, 2009)



Figur 2. Konstruktion, Mellanbjälklag, Portvakten Söder (IVL, 2009)

Isolertjocklekar är följande:

Yttervägg: 170 + 170 + 45 mm

Mellanbjälklag: 170 + 70 mm

Tak: 500 mm lösull.

2.3 Byggnadens tekniska specifikationer

Tekniska specifikationer av Portvakten Söder presenteras i Tabell 1.

Byggnadsdel	U-värde (W/m ² K)
Fönster	0,9- 1,0
Yttervägg	0,10
Yttertak	0,080
Golv	0,09

Tabell 1. (Hyresbostaderivaxjo, 2013)

Hyresbostäder hade som krav att maximalt tillåtet läckage fick vara 0,2 l/s m² vid +/- 50 Pa tryck. Det har gjorts en provtryckning med Blower door-metoden efter byggnationen. Resultatet för luftläckaget blev 0,19 l/s m² vid tryckskillnad +/- 50 Pa. Transmissionsförlusterna får maximalt vara 10W/m² (BRA¹) (IVL, 2009).

2.4 FTX-system

Husen är försedda med ett centralt placerat FTX-system (från- och till luft ventilations system med värmeväxlare), med en verkningsgrad på 85 % värmeåtervinning. Eftersom det vid tillfället inte fanns någon produkt som uppfyllde kraven tog IV Produkt fram ett nytt aggregat med dubbla plattvärmeväxlare som då uppfyllde Hyresbostäders krav. Tillskottsvärme genom värmebatteri kopplade på fjärrvärmens finns tillgängligt i varje lägenhet (IVL, 2009).

¹ Den yta av en nyttjandeenhet som begränsas av omslutande byggnadsdelars insida.

2.5 Avloppsvärmeväxlare

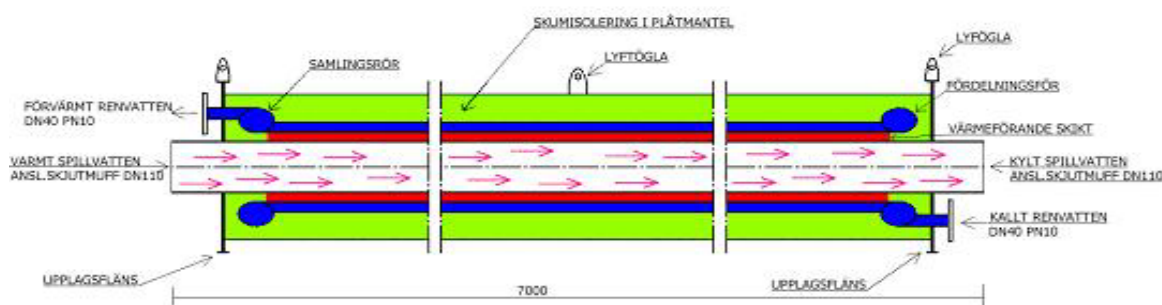
Avloppsvärmeväxlaren är en unik produkt som används i villor samt flerbostadshus med uppgift i att återvinna värme ur avloppsvattnet. Med tanke på att värmeväxlaren inte behöver någon elektricitet, reglering, värmepump eller styrning fungerar den automatiskt genom att den förvärmer husets inkommande kallvatten.

Det finns två olika typer av avloppsvärmeväxlare, stående- och liggande värmeväxlare. Stående värmeväxlare hittas vanligast i villor men fungerar också i flerbostadshus. En stående växlare är tillverkad i koppar och finns i fler olika dimensioner. En liggande värmeväxlare är tillverkad i stål, med en diameter uppemot 600mm och förekommer oftast i flerbostadshus. (Nykvist, 2012).

För Portvaktens två huskroppar har man installerat en avloppsvärmeväxlare från Power Products Europé AB. Värmeväxlaren som är installerad (Super Singlex) installerades under mark mellan dessa två hus. Allt spillvatten som släpps ut från byggnaderna passerar genom avloppsvärmeväxlaren, där den förvärmer både kall och varmvatten som ska beredas till varmvatten. (Olsson, Stefan; projektledare vid Energikontor Sydost, Muntlig kommunikation)

Avloppsvärmeväxlaren skall vara installerad på så sätt att den har möjlighet att utnyttja värme från hela husets avloppssystem. Notera att den största värmeåtervinningen sker under tiden man duschar. Vattnet som rinner ut i avloppssystemet under duschtiden är överlag outnyttjad energi, det är denna outnyttjade energi i form av värme som värmeväxlaren använder för uppvärmning av kall- och varmvatten innan det skickas vidare till blandaren. (Nykvist, 2012).

Då en avloppsvärmeväxlare uppges ha en verkningsgrad på 40 % betyder det att den skall återvinna 40 % av den värme som finns kvar i vattnet när det når avloppsvärmeväxlaren. Den angivna verkningsgraden är oftast högre än den effektiva verkningsgraden på grund av värmeförluster som tillkommer i avloppssystemet (Sparavarmvatten, 2013).



Figur 3. Avloppsvärmeväxlare Super Singlex som finns installerad.
<http://www.powerproductseurope.se/sida5/sida5.htm>

2.6 System för varmvatten

Varmvattnet tillgodoses via en egen undercentral som är kopplad till fjärrvärmenätet. Temperaturen på allt inkommande kallvatten i systemet ligger på 6° C, kallvattnet går först via avloppsvärmeväxlaren som förhöjer kallvattentemperaturen genom att blanda in spillvatten från lägenheterna. När kallvattnet lämnar avloppsvärmeväxlaren ligger temperaturen på 15° C, vilket motsvarar en temperaturhöjning på 9° C.

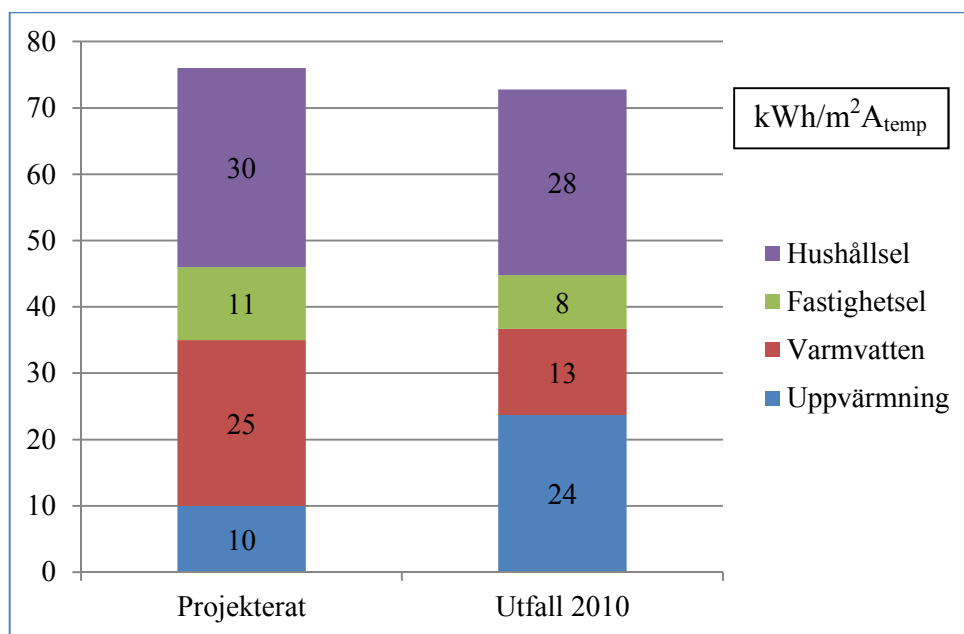
När vattnet i sin tur når varmvattencentralen höjs temperaturen från 15° C till 57° C. Att vattentemperaturen höjs till 57° C beror på Boverkets byggregler, som säger att temperaturen på varmvattnet lägst får vara 50° C och högst 65° C vid lägenhetens tappställe (BBR, 2012). Vattnet transporteras vidare från varmvattencentralen till cirkulationspumparna som pumpar runt vattnet i rörledningarna. Vattentemperaturen måste då ligga på minst 50° C. Under transporten av varmvattnet från varmvattencentralen till lägenhetens tappställe tillkommer energiförluster i form av temperaturminskning på varmvattnet, därför har man använt något högre temperatur på varmvattnet vid varmvattencentralen. Om lägenhetens tappställe är långt från cirkulationspumpen behöver vattentemperaturen vara högre. I vårt fall (Portvakten Söder) ligger vattentemperaturen på 55° C då vattnet kommer till tappställena. Ett antagande på förlusten (temperaturminskning) från varmvattencentralen till lägenhetens tappställe gjordes. Förlusten antogs vara 2° C.

Se bilaga 2 som visar varmvattnets gång genom rörledningar till husens tappställen, samt mätarnas placering och vattentemperaturen vid olika punkter.

2.7 Energiuppföljning 2010

Vid en tidigare uppföljning gjord av Energikontor Sydost, blev utfallet som i Figur 4.

Klart mycket mer energi gick åt för uppvärmningen än vad det var projekterat för. Eftersom byggnaderna bara var halvt bebodda, krävdes det mer energi för att värma upp lägenheterna, då passivhus delvis värms upp utav boende och vitvaror. Boendegraden var en faktor som påverkade utfallet tillräckligt mycket för att resultatet ska ses som missvisande.



Figur 4. Projekterad och uppmätt energianvändning år 2010 för båda husen i Portvakten Söder fördelat på värme, varmvatten, fastighetsel och hyresgästel visas.

3. Metod

3.1 Allmänt

Första gången vi kom i kontakt med detta examensarbete, var via ett seminarium som upprättades av Linnéuniversitet. Att skriva ett examensarbete om Portvakten Söder bedömde vi som intressant. Vi kontaktade Stefan Olsson på Energikontor Sydost via telefon och kom överens om att vi skulle skriva ett examensarbete om energiuppföljning gällande Portvakten Söder. Ett möte bokades in med Stefan Olsson, där Mikael Virdelo från Hyresbostäder i Växjö var närvarande. Under mötet diskuterades vilka möjliga utredningar av Portvakten Söder som kunde göras. Redan under första mötet klarades våra uppgifter samt mål med arbetet, vilket vi överlag hållit fast vid under arbetsgången. Uppgifterna som diskuterades var en sammanställning av energiförbrukningen, analysera värmeväxlaren och få en uppfattning om hur de boende upplever byggnaderna. Under tiden har vi haft regelbundna möten med Stefan Olsson på Energikontor Sydost, samt med Mikael Virdelo på Hyresbostäders huvudkontor i Växjö. Under dessa möten fick vi funderingar besvarade ifall något var otydligt med energiuppföljningen, energiberäkningar eller andra frågetecken angående examensarbetet. Utöver de mötena med Stefan och Mikael har även vi haft handledning på skolan med vår handledare Krushna Mahapatra angående arbetets upplägg, framställning av frågeformulär samt skrivteknik.

3.2 Energiförbrukning

Det projekterade värdet gjordes innan husen var helt färdigställda och är översiktligt beräknat. För att kunna ta fram ett nytt, uppmätt värde för båda husen fick vi ta del av mätvärden för 2012, via Energikontor Sydost.

Nedan följer tillvägagångssättet för beräknad energiförbrukning under 2012 som kommer att sammanställas under resultat.

3.2.1 Hushållsel

Hushållselförbrukningen för varje hus i Portvakten Söder presenteras i Tabell 2.

Elförbrukning per $m^2 A_{temp}$ ($kWh/m^2 A_{temp}$) för båda husen:

$$\frac{\text{Hushållsel hus 007} + \text{Hushållsel hus 008}}{A_{temp} \text{ (total)}}$$

T.ex. Hushållselförbrukning för båda husen i *januari* är:

$$(8281 + 5509) / 5741 = 2,4 \text{ kWh/m}^2 A_{temp}$$

Månad (2012)	Hushållsel hus 007	Hushållsel hus 008
Januari	8281	5509
Februari	7656	5033
Mars	7298	5305
April	7087	5019
Maj	4776	3749
Juni	6632	4439
Juli	6970	4525
Augusti	6627	4820
September	7335	4838
Oktober	7983	5533
November	8452	5367
December	8755	5382
Summa	87852	59519

Tabell 2. Månadsvis sammanställning av hushållselförbrukningen i kWh, för båda husen i Portvakten Söder.

3.2.2 Fastighetsel

Fastighetselförbrukningen för varje hus i Portvakten Söder presenteras i Tabell 3.

Elförbrukning per $m^2 A_{temp}$ ($kWh/m^2 A_{temp}$) för båda husen:

$$\frac{\text{Fastighetsel hus 007} + \text{Fastighetsel hus 008}}{A_{temp} \text{ (total)}}$$

T.ex. Fastighetsselförbrukningen för båda husen i *januari* är:

$$\text{Januari: } (2540 + 3412) / 5741 = 1 \text{ kWh/m}^2 A_{temp}$$

Observera att vi inte tar hänsyn till fastighetselförbrukningen för hus 008, då det inte har projekterats för det huset vid beräkningar under år 2010. Det finns en undercentral som är inkopplad till samma mätare vilket påverkar utslaget på förbrukningen. (Olsson, Stefan; projektledare vid Energikontor Sydost; Muntlig intervju)

Elförbrukning per $m^2 A_{temp}$ ($kWh/m^2 A_{temp}$) för hus 007:

$$\frac{\text{Fastighetsel hus 007}}{A_{temp} \text{ (total)}}$$

T.ex. Fastighetsselförbrukning för hus 007 i *januari* är:

$$\text{Januari: } 2540/2940,9 = 0.86 \text{ kWh/m}^2 A_{temp}$$

Månad (2012)	Fastighetsel hus 007	Fastighetsel hus 008 + (UC)
Januari	2540	3412
Februari	2554	3071
Mars	2403	3167
April	1918	2955
Maj	4010	3889
Juni	1659	1487
Juli	1722	1531
Augusti	1732	1527
September	1794	1503
Oktober	1913	1603
November	1923	1615
December	2031	1677
Summa	26199	27437

Tabell 3. Månadsvis sammanställning av fastighetselförbrukningen i kWh, för båda husen samt undercentralen i Portvakten Söder.

3.2.3 Varmvatten

Månad (2012)	Varmvatten hus 007	Varmvatten hus 008
Januari	81	63
Februari	79	61
Mars	82	58
April	82	56
Maj	83	61
Juni	77	50
Juli	75	52
Augusti	71	50
September	74	54
Oktober	79	57
November	83	50
December	81	47
Summa	947	656

Tabell 4. Månadsvis sammanställning av varmvattenförbrukningen i m³, för båda husen i Portvakten Söder.

Energiåtgången för att höja 1 m³ vatten med 1°C, är 1,16 kWh (Energysmart, 2013)

Energiåtgången som krävs för att höja kallvattentemperaturen från 6° C till 15° C, i avloppsvärmeväxlaren för båda husen:

$$(947 \text{ m}^3 + 656 \text{ m}^3) \times 1.16 \times 9^\circ\text{C} = 16735 \text{ kWh}$$

För att höja temperaturen på vattnet med 42 °C från avloppsvärmeväxlaren (15°C till 57°C) används energi i form av fjärrvärme från VEAB och kan beräknas som:

$$(947 \text{ m}^3 + 656 \text{ m}^3) \times 1.16 \times 42^\circ\text{C} = 78098 \text{ kWh eller } 13.6 \text{ kWh/ m}^2\text{A}_{\text{temp}}. \text{ Det är den köpta energin för varmvattenanvändningen.}$$

Månad (2012)	Varmvatten hus 007	Varmvatten hus 008	Avloppsvärmeväxlaren hus 007	Avloppsvärmeväxlaren hus 008
Januari	3 948	3 054	970	654
Februari	3 844	2 976	980	638
Mars	3 985	2 830	1050	606
April	4 016	2 721	960	583
Maj	4 030	2 967	930	635
Juni	3 735	2 415	730	517
Juli	3 677	2 522	680	540
Augusti	3 445	2 439	610	523
September	3 626	2 613	640	560
Oktober	3 825	2 755	720	590
November	4 062	2 413	790	517
December	3 930	2 266	820	486
Summa	46 123	31 971	9886	6849

Tabell 5. Månadsvis sammanställning av energiåtgång för varmvattenförbrukningen i kWh för båda husen i Portvakten Söder, samt återvunnen värme i kWh via avloppsvärmeväxlaren.

På samma sätt är den månadsvis köpta energin för uppvärmning av varmvattnet beräknad.

Totala energiåtgången vid varmvattenanvändning per $m^2 A_{temp}$ för båda husen är:

Köpt energi för varmvattenanvändning + energiåtervinning från värmeväxlaren

$$(78098 \text{ kWh} + 16735 \text{ kWh}) = 94833 \text{ kWh}$$

Den totala energianvändningen för varmvattenförbrukning per $m^2 A_{temp} = 94833/5741 (A_{temp} \text{ total}) = 16.5 \text{ kWh}/m^2 A_{temp}$.

3.2.4 Uppvärmning

Eftersom 2012 inte var ett normalår beräknades en korrigeringsfaktor.

$$\text{Korrigeringsfaktor} = \frac{\text{Antal graddagar för normalår}}{\text{Antal grad dagar för 2012}}$$

Graddagar för ett normalår i Växjö kommun är 3577 (VÖFAB, 2011) och antal graddagar i 2012 var 3795 (Tabell 6)

$$\text{Korrigeringsfaktor för 2012: } 3577/3795 = 0.94$$

Månader 2012	Graddagar 2012
2012-01-01	545
2012-02-01	586
2012-03-01	388
2012-04-01	355
2012-05-01	176
2012-06-01	137
2012-07-01	63
2012-08-01	68
2012-09-01	160
2012-10-01	330
2012-11-01	371
2012-12-01	616
Summa	3795

Tabell 6. Graddagar för Växjö i 2012 (Degreedays, 2013)

Värmeförbrukningen i varje hus för Portvakten Söder presenteras i Tabell 7.

Korrigerad uppvärmning per $m^2 A_{temp}$ ($kWh/m^2 A_{temp}$) för båda husen:

$$\frac{(\text{Korrigerad Värme hus 007} + \text{Korrigerad värme hus 008}) + (\text{VVC hus 007} + \text{VVC hus 008})}{A_{temp} \text{ (total)}}$$

Anledningen till att VVC (varmvattencirkulation) inkluderas i värmeförbrukningen beror på det cirkulerande varmvattnet, vilket betraktas som tillskottsvärme i huset.

Korrigerad värmeförbrukning för båda husen i *januari* är:

$$\text{Januari: } ((5632 + 6526) + (810 + 860)) / 5741 = 2,4 \text{ kWh/m}^2 \text{ Atemp}$$

Månad (2012)	Värme hus 007	Värme hus 008	Korrigerad värme hus 007	Korrigerad värme hus 008	VVC hus 007	VVC hus 007
Januari	5992	6942	5632	6526	810	860
Februari	9430	9799	8864	9211	750	800
Mars	2233	2808	2099	2640	820	890
April	1770	2246	1664	2111	800	870
Maj	179	372	168	350	810	920
Juni	40	78	38	73	780	900
Juli	0	1	0	1	790	880
Augusti	1	0	1	0	800	890
September	198	421	186	356	790	900
Oktober	2133	3508	2005	3298	820	910
November	2284	5141	2147	4833	790	850
December	9518	10903	8947	10249	780	850
Summa	33778	42219	31571	39648	9540	10520

Tabell 7. Månadsvis sammanställning av värmeförbrukningen, korrigerad värmeförbrukning i kWh för båda husen i Portvakten Söder samt energiåtgången i kWh för varmvattencirkulation.

3.2.5 Förluster

Energiförlusterna som uppstår är till största del markförluster. Här nedan visar vi tillvägagångssättet för hur vi beräknat de förluster som tillkommit.

Växjö Energi ABs fjärrvärmemätare (VEAB FJ) har mätt upp ett värde på varmvatten- och värmeförbrukningen som är 187821 kWh, det är denna förbrukning VEAB tar betalt för. Genom att ta reda på hur stor den faktiska förbrukningen är kan förlusterna beräknas.

I förlusterna är både varmvatten- och uppvärmningsförluster inräknade.

Faktisk energiförbrukning för värme och vatten:

(Värme hus 007 + Värme hus 008 + VVC hus 007 + VVC hus 008) +
(Varmvatten hus 007 + Varmvatten hus 008)

Förluster (kWh) = VEAB FJ – Faktisk förbrukning

Månad (2012)	VEAB FJ	Värme hus 007	Värme hus 008	VVC hus 007	VVC hus 008	Varmvatten hus 007	Varmvatten hus 008
Januari	23992	5992	6942	810	860	3948	3054
Februari	30349	9430	9799	750	800	3844	2976
Mars	15497	2233	2808	820	890	3985	2830
April	13726	1770	2246	800	870	4016	2721
Maj	9731	179	372	810	920	4030	2967
Juni	8185	40	78	780	900	3735	2415
Juli	7820	0	1	790	880	3677	2522
Augusti	7482	1	0	800	890	3445	2439
September	8715	198	421	790	900	3626	2613
Oktober	14810	2133	3508	820	910	3825	2755
November	16787	2284	5141	790	850	4062	2413
December	30727	9518	10903	780	850	3930	2266
Summa	187821	33778	42219	9540	10520	46123	31971

Tabell 8. Månadsvis sammanställning av värmeförbrukningen i kWh för båda husen, energiåtgången i kWh för varmvattencirkulationen (VVC) samt varmvattenförbrukningen i m³.

3.3 Återvinning

För att kunna granska avloppsvärmeväxlarens funktionalitet, dess återvinning utav värme och återvunnen värme per lägenhet erhöll vi mätvärden från Energikontor Sydost.

Med denna information fanns möjligheten att sammanställa värmeväxlarens årliga återvinningsgrad, dess värmeåtervinning, jämförelse mellan projekterad återvinning samt faktisk återvinning per lägenhet.

3.3.1 Framtagning av årlig återvinningsgrad

Årliga återvinningsgraden (%) av avloppsvärmeväxlaren:

$$\frac{\text{Återvunnen energimängd via avloppsvärmeväxlaren}}{\text{Totala energiåtgången vid varmvattenanvändning för hus 007 och 008}} \times 100$$
$$= (16735 \text{ kWh}/94833 \text{ kWh}) \times 100 = 17.7 \%$$

3.3.2 Månadsvis återvinning

Månad (2012)	Totala energiåtgången vid varmvattenanvändning för hus 007 + 008	Återvunnen energimängd via avloppsvärmeväxlaren för hus 007 + 008
Januari	7002	1624
Februari	6820	1619
Mars	6814	1656
April	6737	1544
Maj	6997	1566
Juni	6150	1247
Juli	6199	1220
Augusti	5884	1134
September	6239	1200
Oktober	6580	1310
November	6475	1308
December	6197	1307
Summa	780941	16735

Tabell 9. Sammanställning av månadsvisa energiåtgången i kWh vid varmvattenförbrukningen, samt återvunnen värme via avloppsvärmeväxlaren i kWh.

3.3.3 Återvinning per lägenhet

Enligt tillverkaren skulle avloppsvärmeväxlaren (Super Singlex) ha en årlig värmeåtervinning på 1000 kWh/lgh. Vilket i sin tur reducerades till ca ”400 kWh/lgh” som motsvarar 4.6 kWh/m². *Olsson, Stefan; projektledare vid Energikontor Sydost, via email.*

Beräknad värmeåtervinning (kWh/lgh):

$$\frac{\text{Återvunnen värme (kWh/lgh)}}{\text{Atemp (total)}}$$

$$= 16735/5741 = 2.9 \text{ kWh/m}^2$$

Den årliga värmeåtervinningen per lägenhet (kWh/lgh):

$$\frac{\text{Värmeåtervinningen kWh/m}^2 \times \text{lägenhetens m}^2}{\text{Atemp (total)}}$$

3.4 Enkätundersökning

Utöver uppföljning av energiprestanda och återvinning, gjordes en sammanställning beträffande de boendes upplevelser och syn på Portvakten Söder.

För att kunna ta del av de boendes syn och erfarenheter angående Portvakten Söder, upprättades ett frågeformulär med 27 varierande frågor, vilket gjorde att vi fick en allmän uppfattning om båda husen. Se bilaga 1 för frågeformuläret.

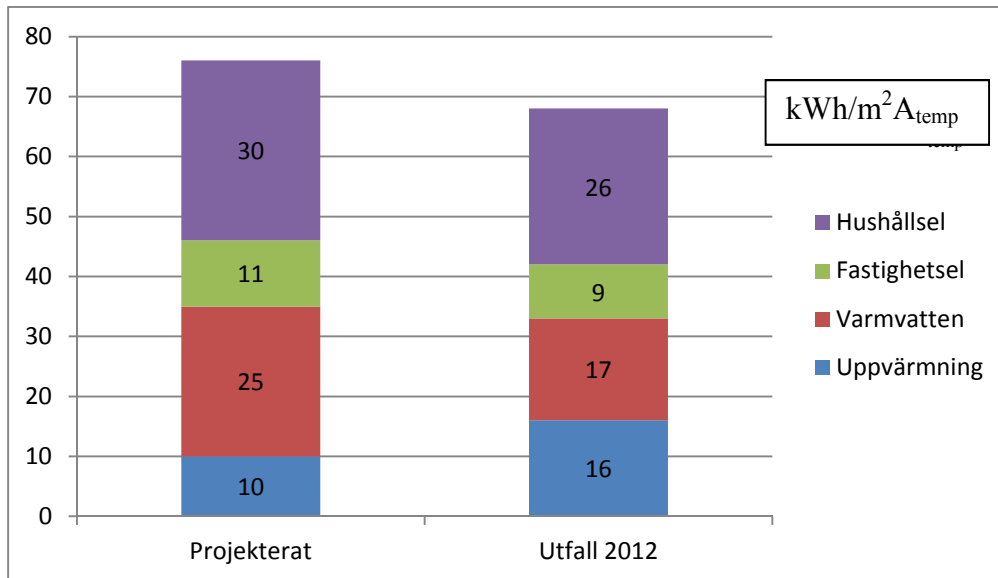
I maj 2012 delade vi personligen ut ett kuvert till alla 64 hyresgäster som innehöll ett frågeformulär samt ett portofritt svarskuvert som de returnerade det ifyllda frågeformuläret i.

Efter drygt en vecka började svarskuverten återkomma. Vi fick tillbaka 20 stycken ifyllda enkäter efter tre veckor, vilket motsvarar drygt 31 %. Då skickades en påminnelse ut till samtliga boende för att öka svarsfrekvensen, vilket resulterade i ytterligare tre stycken ifyllda enkäter, totalt 23 stycken returnerade svarskuvert som motsvarar 36 %.

4. Resultat och analys

4.1 Energiuppföljning

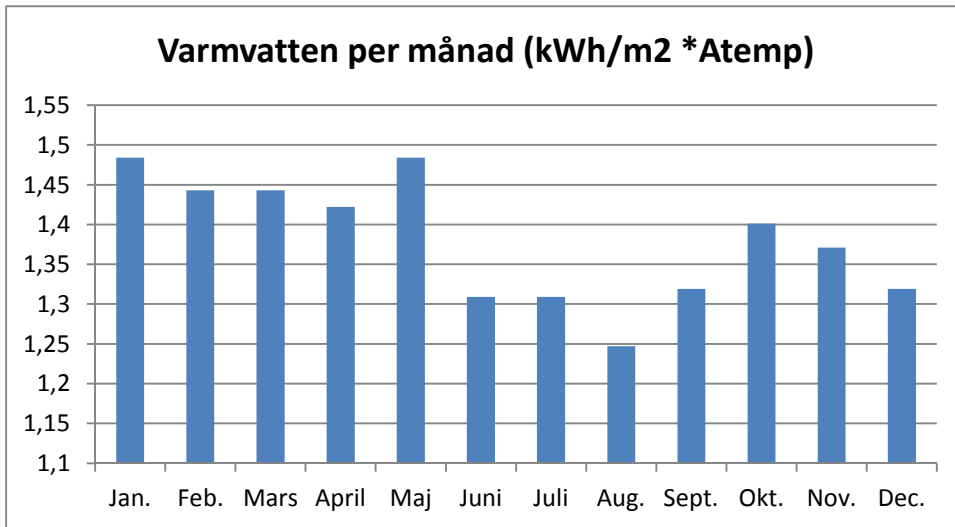
I diagrammen nedan visas resultatet från energiuppföljningen. Energin jämförs mellan energiberäkningarna som gjordes under projekteringsskedet och uppmätt energianvändning under år 2012.



Figur 5. Projekterad och uppmätt energianvändning för båda husen i Portvakten Söder fördelat på värme (korrigerat), varmvatten, fastighetsel och hushållsel visas.

I Figur 5 ser vi att det projekterade värdet ($76 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}/\text{år}$) stämmer ganska bra överens med det uppmätta värdet ($68 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}/\text{år}$) för år 2012, i alla fall gällande hushållselen och fastighetselen. Varmvattenanvändningen är lägre än väntat, samtidigt som uppvärmningen använder cirka 60 % mer energi än vad det var projekterat för. Det finns en ganska stor marginal i godo jämförelsevis till "gränsvärdet" eftersom varmvattenanvändningen är betydligt lägre än det projekterade. Detta tyder på att man har räknat med goda marginaler i projekteringsskedet, då den verkliga energianvändningen är cirka $8 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$ lägre än den projekterade.

4.1.2 Varmvatten

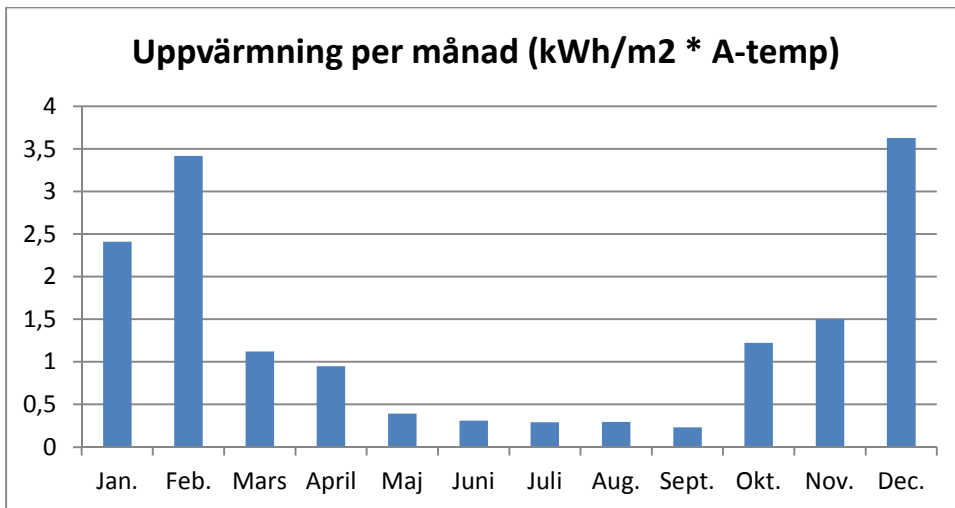


Figur 6. Månadsvisa varmvattenförbrukningen för båda husen.

Totala varmvattenförbrukningen är ca $17 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}/\text{år}$

Det finns en viss variation i varmvattenförbrukningen mellan månaderna (Figur 6), med högst förbrukning under årets tidiga månader och med något lägre värden under årets sena månader.

4.1.3 Uppvärmning

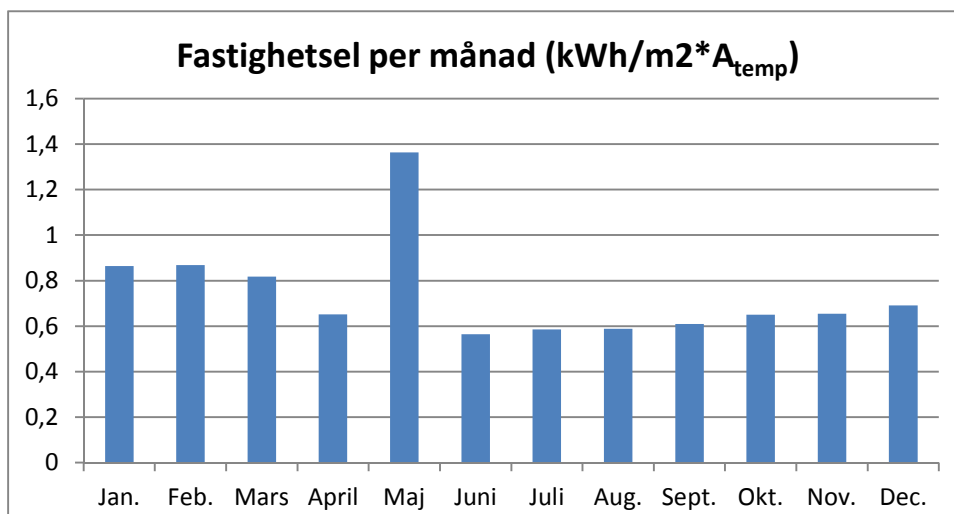


Figur 7. Månadsvis värmeförbrukning (korrigerat) för båda husen.

Den korrigerade värmeförbrukningen är ca $16 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}/\text{år}$.

Enligt Figur 7 är det tydligt att värmeförbrukningen och årets kalla månader är starkt sammankopplade. Dessutom ses en tendens där värmeförbrukningen under sommartiderna ligger strax över noll.

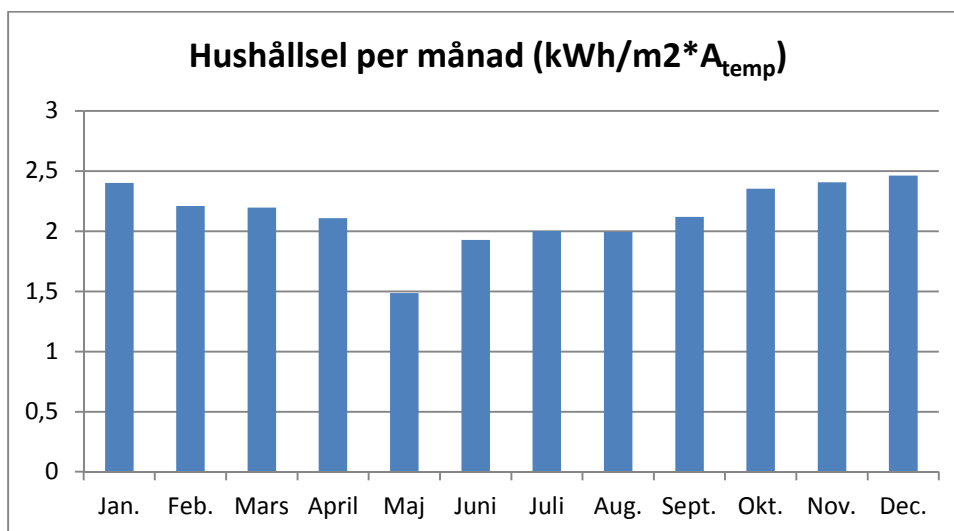
4.1.4 Fastighetsel



Figur 8. Månadsvisa fastighetsel användningen för byggnad 007.

Figur 8 redovisar den årliga fastighetsel användningen (ventilation, belysning, hiss mm) för hus 007. Medelvärdet för elanvändningen för huset är ca 9 kWh/m²A_{temp}. Fastighetsel användningen är i princip densamma för alla 12 månader, med något högre värden under vintermånaderna

4.1.5 Hushållsel



Figur 9. Månadsvisa hushållsel användningen för båda husen.

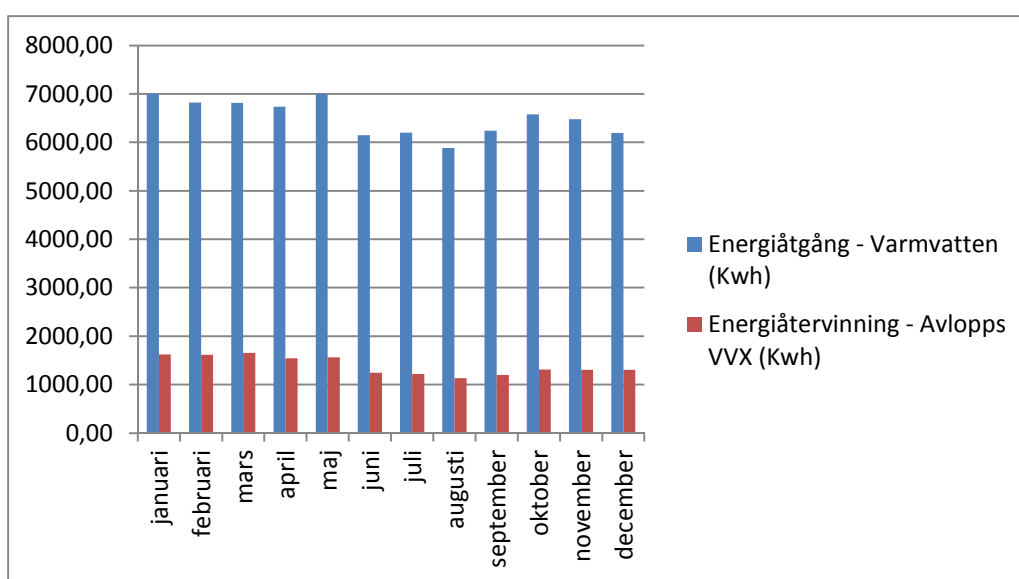
I Figur 9 redovisas den månadsvisa hushållsel användningen för båda fastigheterna. Användningsgraden är jämnt fördelad över hela året, med något lägre värden under sommarmånaderna. Totala hushållsel användningen för båda byggnader är ca 26 kWh/m²A_{temp}.

4.2 Årliga återvinningen

Portvakten Söder har en mätare för varmvattenanvändningen, vilket gav oss möjlighet att beräkna den årliga återvinningsgraden. Utfallet för den årliga värmeåtervinningen för båda husen blev cirka 18 %.

4.3 Månadsvis återvinning

Tabellen nedan beskriver den månadsvisa energiåtgången som krävs för uppvärmning av varmvattnet, samt total värmeåtervinning via avloppsvärmeväxlaren.



Figur 10. Månadsvis energigång samt energiåtervinning för båda husen.

Enligt Figur 10 är det tydligt att den värme som återvunnits från avloppsvärmeväxlaren ligger i intervallet mellan 1000 – 1500 kWh per månad, med något lägre återvinning under sommarmånaderna.

4.4 Återvinning per lägenhet

Nedan följer en sammanställning av den värme som återvunnits via avloppsvärmeväxlaren, då man projekterade för 4.6 kWh/m².

Vid utföring av nya beräkningar fick vi återvinningen till 2.9 kWh/m². Ett betydligt lägre värde än det projekterade. En ny sammanställning gjordes då av värmeåtervinningen, där vi tog avseende till det nya värdet 2.9 kWh/m².

Lägenhet Storlek	Lägenhet Yta	Projekterad återvinning		Aktuell Återvinning	
		kWh/m ²	kWh/lgh	kWh/m ²	kWh/lgh
2 ROK	62 kvm	4.6	285	2.9	180
3 ROK	79 kvm	4.6	363	2.9	229
4 ROK	95 kvm	4.6	437	2.9	276

Tabell 10. Återvunnen värme per lägenhet med projekterade värdet samt återvunnen värme per lägenhet med beräknade värdet.

Utifrån Tabell 10 kan vi dra slutsatsen att den projekterade värmeåtervinningen (4.6kWh/m²) gav en återvinning mellan 300- 500 kWh, beroende på lägenhetens yta. Den återvunna värmen minskade när samma beräkning utfördes igen. Den beräknade återvinningen blev 2.9 kWh/m². Här blev utfallet 100-300 kWh beroende på lägenhetens yta, vilket är hälften mot vad det projekterades för.

4.5 Energianvändning – Krav

Enligt BBR 2012 ska bostäder vara utformade så att byggnadens specifika energianvändning, och genomsnittliga värmegenomgångskoefficient för de byggnadsdelar som omsluter byggnaden, högst uppgå till de värden som anges i Tabell 11.

Klimatzon	I	II	II
Byggnadens specifika energianvändning [kWh per m ² A _{temp} och år]	130	110	90
Genomsnittlig värmegenomgångskoefficient [W/m ² K]	0,40	0,40	0,40

Tabell 11. Bostäder som har annat uppvärmningssätt än elvärme (BFS2011:26).

Portvakten Söder befinner sig i klimatzon III, därav får specifik energianvändning högst uppgå till 90 kWh/m² A_{temp}, eftersom att husen är kopplade till fjärrvärme och eleffekten är < 10w/m² A_{temp}. För år 2012 blev utfallet 42 kWh/m² A_{temp} (se Figur 5).

4.5.1 Passivhus - Rekommendation

Rekommenderade nivåer för specifik energianvändning (köpt energi för uppvärmning, varmvatten och fastighetsel) hos passivhus i Sveriges olika klimatzoner presenteras i Tabell 12 (FEBY, 2009).

Zon III	För icke elvärmda byggnader	≤ 50 kWh/m ² A _{temp}
Zon II	För icke elvärmda byggnader	≤ 54 kWh/m ² A _{temp}
Zon I	För icke elvärmda byggnader	≤ 58 kWh/m ² A _{temp}

Tabell 12. Rekommendationer för specifik energianvändning hos passivhus (FEBY, 2009).

Specifik energianvändning för Portvakten Söder år 2012 var 42 kWh/m² A_{temp}, vilket är lägre än rekommendationen på 50 kWh/m² A_{temp} för icke elvärmda byggnader i zon III.

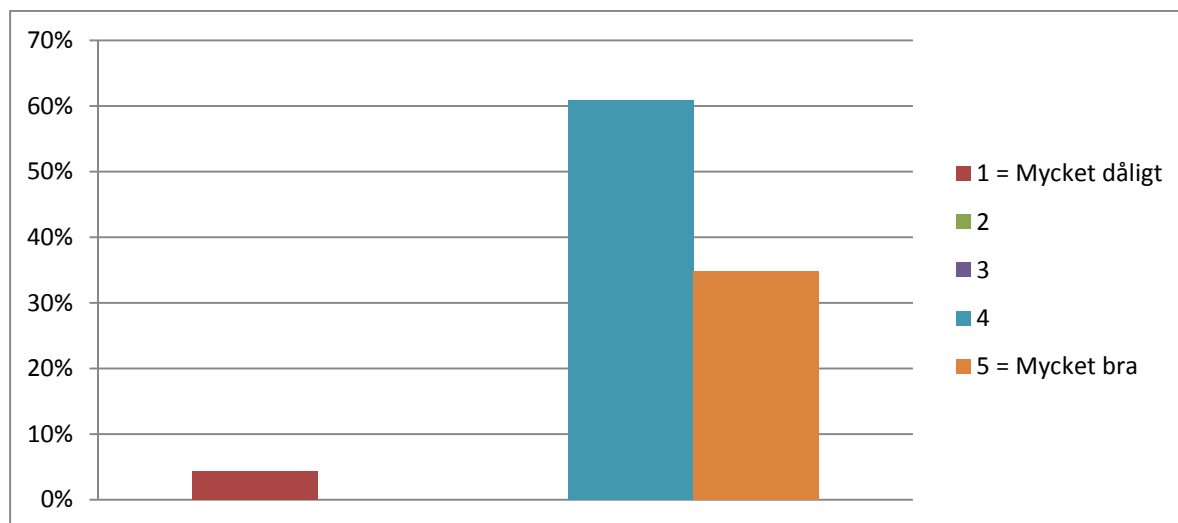
5. Enkätundersökning

5.1 Svarsfrekvens

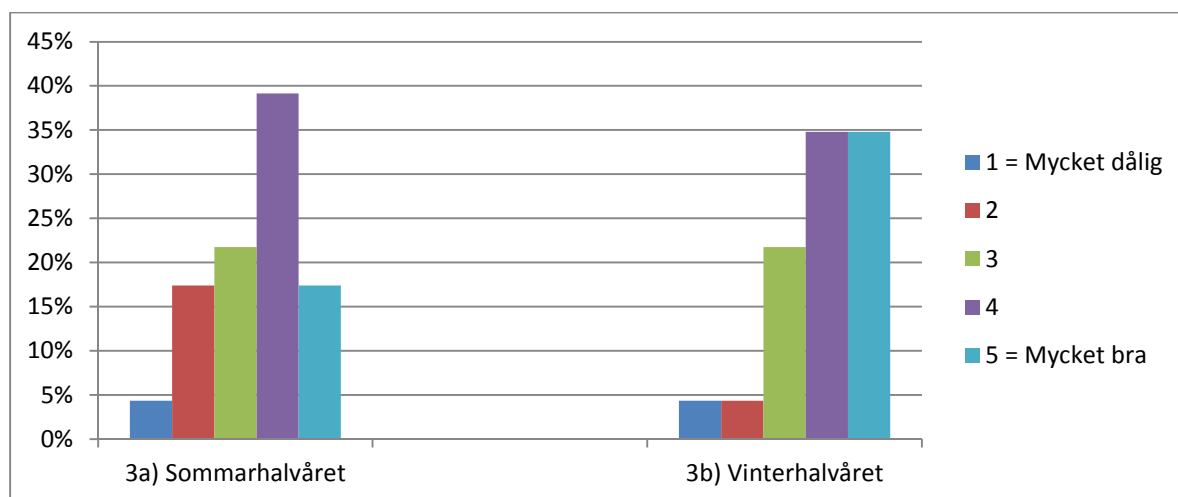
En låg svarsfrekvens påverkar studiens validitet och kan ge skevheter i resultatet, vilket i sin tur påverkar resultatets trovärdighet (Fowler, 2009). Trots försök att öka svarsfrekvensen, bland annat genom utskick av påminnelser, blev den bara 36 %. Då svarsfrekvensen var relativt låg bör resultatet, analysen och slutsatserna tolkas med en viss försiktighet. Även om detta är en undersökning med en något så när låg svarsfrekvens ger den en bild av de boendes uppfattning om Portvakten Söder.

5.2 Boendes upplevelser

(1-2 Anses dåligt, 3 acceptabelt/ok, 4-5 bra/mycket bra)

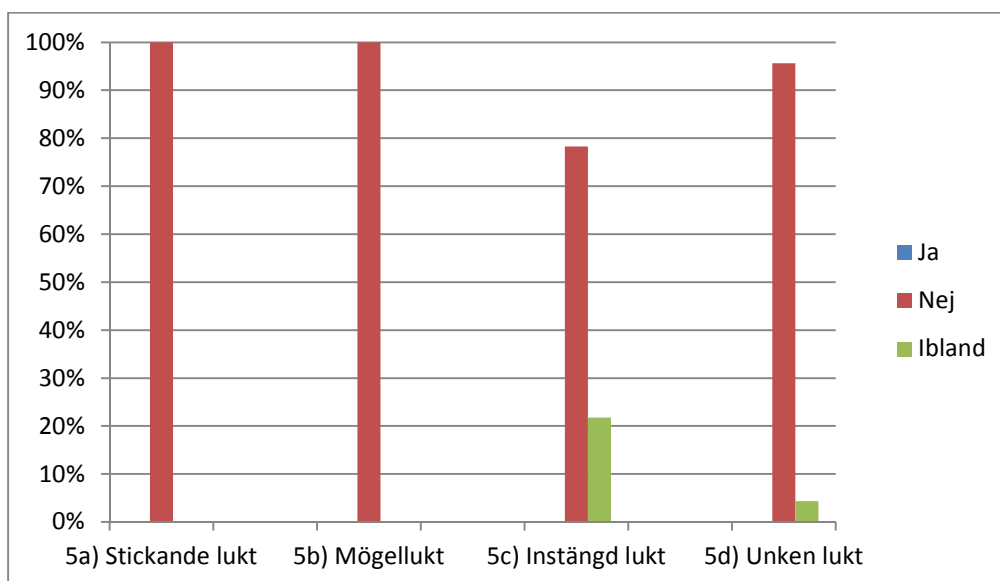


Figur 11. Svar till frågan ”Hur trivs ni i lägenheten?”



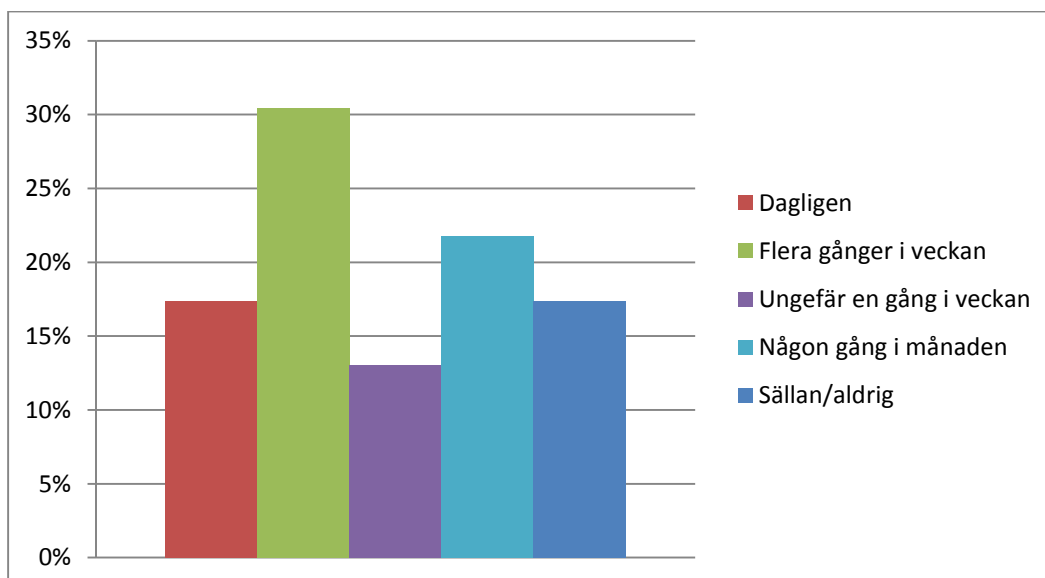
Figur 12. Svar till frågan ” Hur tycker du värmekomforten i stort sett är i din lägenhet under ...?”

Resultat i Figur 11 visar att hela 95 % är nöjda och trivs i sin lägenhet. 58 % är nöjda med värmekomforten under sommarhalvåret vilket kan jämföras med vinterhalvåret där 70 % är nöjda (Figur 12). 21 % tycker att värmekomforten är dålig under sommarhalvåret. Jämfört med 10 % för vinterhalvåret. Tyder på att fler är nöjda med värmekomforten under vintern.

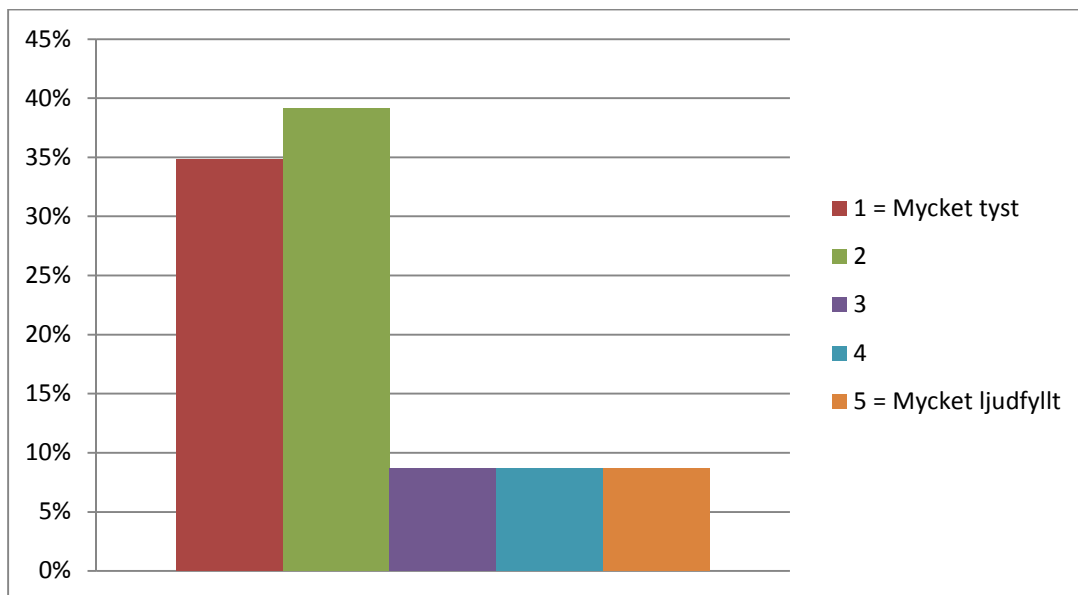


Figur 13. Svar till frågan ” Känner du av någon av följande lukter i din lägenhet?”

Figur 13 visar att 22 % ibland besväras av instängd lukt och 5 % av unken lukt. Övriga lukter besväras ingen av. Detta tyder på att relativt få besväras av lukter. Figur 14 visar att 48 % vädrar dagligen/flera gånger i veckan.

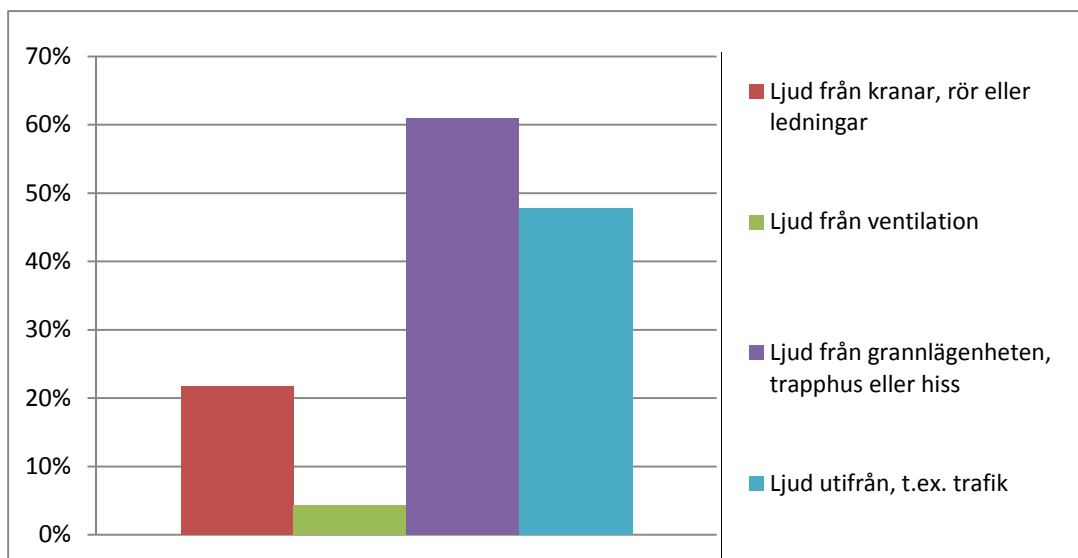


Figur 14. Svar till frågan ” Hur ofta vädrar du vanligtvis under eldningssäsongen (okt-april)?”

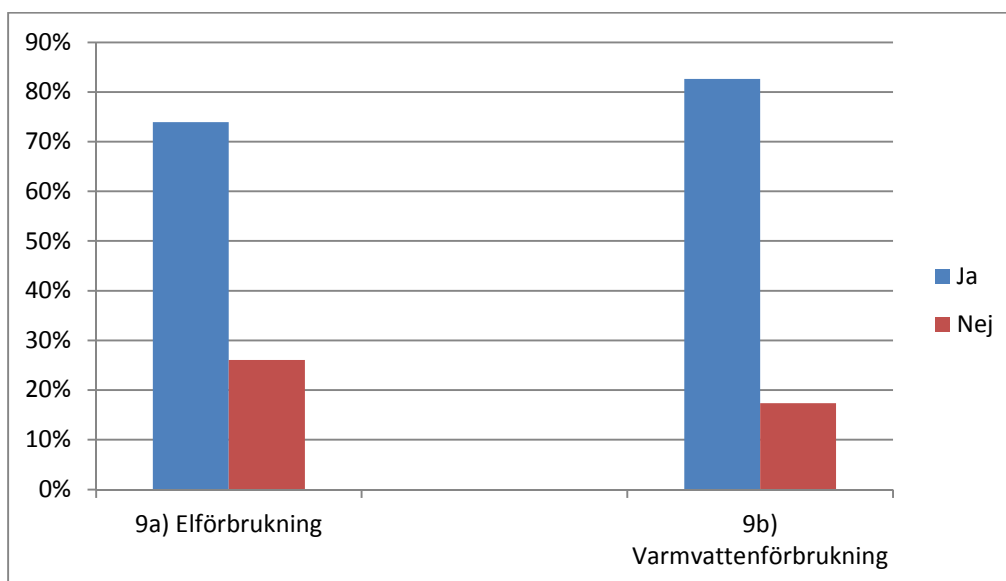


Figur 15. Svar till frågan ”Hur upplever du ljudnivån i lägenheten?”

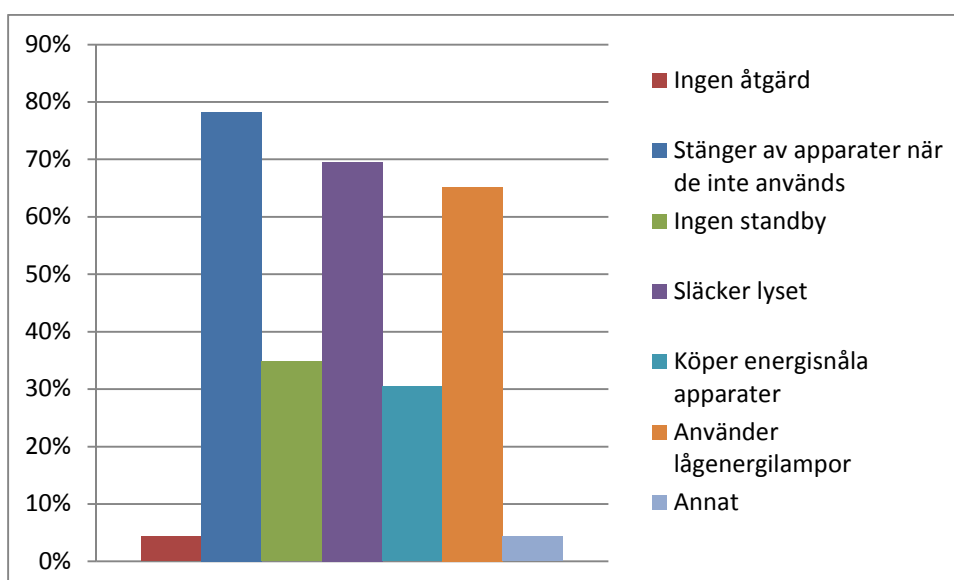
Figur 15 visar att 74 % upplever en tyst lägenhet och 17 % upplever den ljudfylld. Detta tyder på att de svarande överlag är nöjda med ljudet i lägenheten. Dock besväras 48 % av ljud utifrån varav 22 % besväras ibland. 65 % besväras av ljud från grannlägenheten, trapphus eller hiss, varav 35 % besväras ibland (Figur 16).



Figur 16. Svar till frågan ” Besväras du av störande ljud i lägenheten?” Svar: andel ja, ofta + ja, ibland

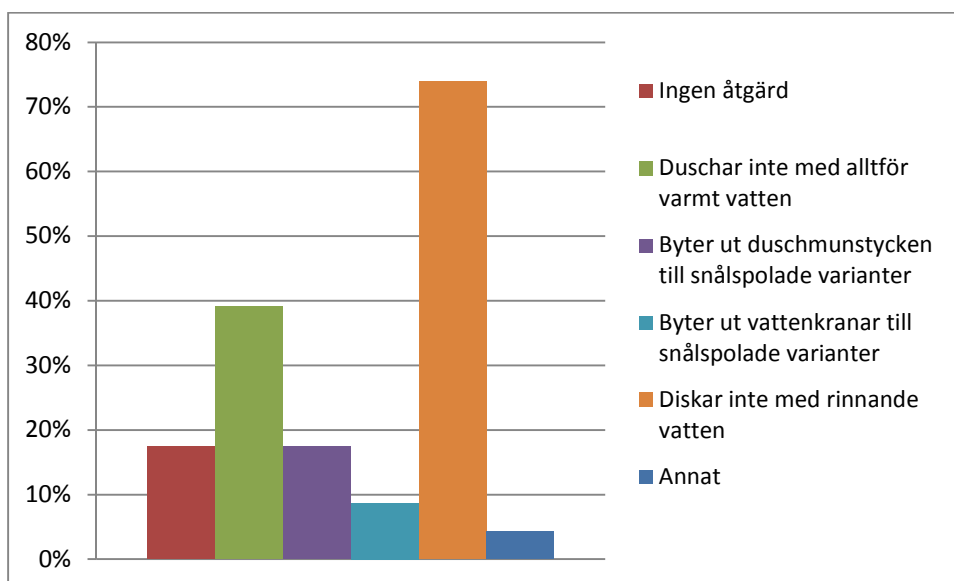


Figur 17. Svar till frågan ”Har du koll på er ... förbrukning?”



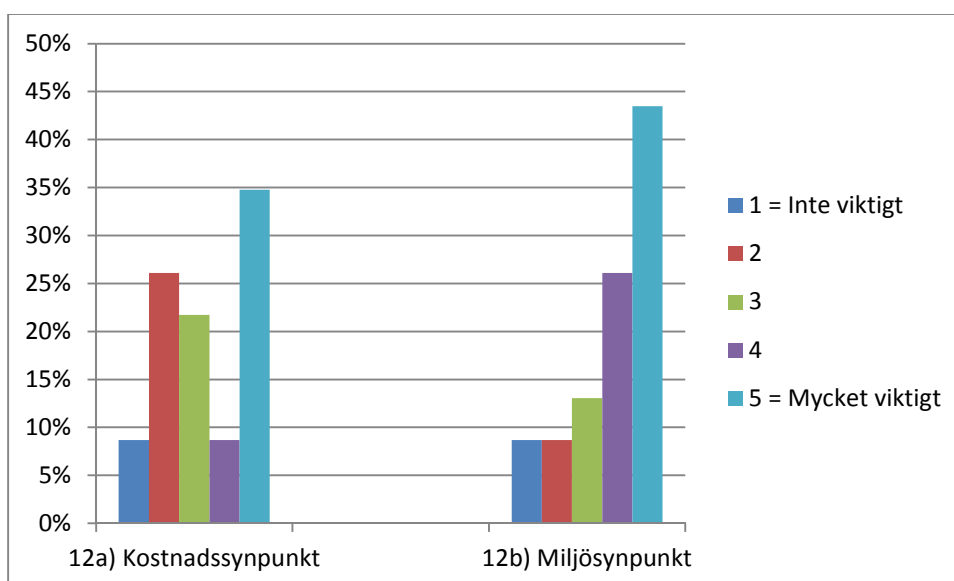
Figur 18. Svar till frågan ” Vilka åtgärder vidtar du för att minska din elanvändning? (Flera alternativ kan väljas)”

En klar majoritet anser sig ha koll på sin el- och varmvattenförbrukning (Figur 17). Bara 5 % vidtar ingen åtgärd för att minska sin elanvändning (Figur 18). De vanligaste åtgärderna är att stänga av apparater när de inte används (78 %), släcka lyset (69 %) samt använda lågenergilampor (65 %).



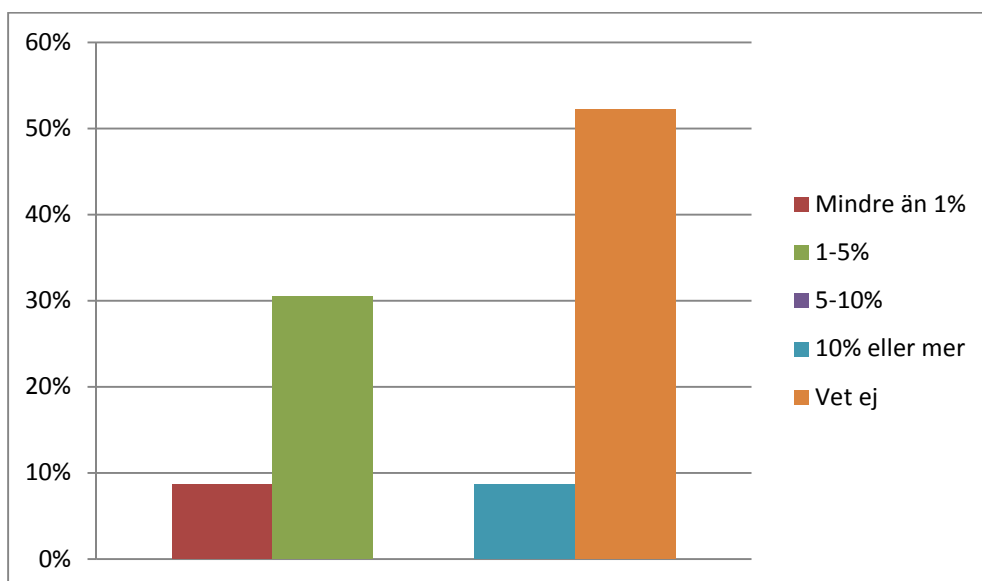
Figur 19. Svar till frågan ”Vilka åtgärder vidtar du för att minska din varmvattenanvändning? (Flera alternativ kan väljas)”

Figur 19 visar att 18 % vidtar ingen åtgärd för att minska sin varmvattenanvändning. Vanligaste sätten att minska användningen är att diska utan rinnande vatten (74 %) eller att inte duscha med alltför varmt vatten (39 %).



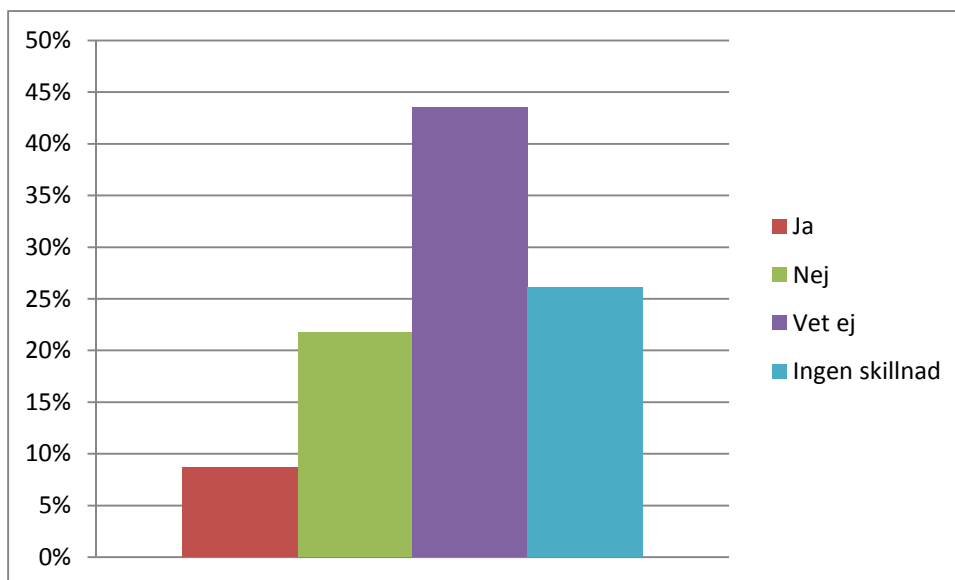
Figur 20. Svar till frågan ”Hur viktigt är det för dig att minska el/varmvattenförbrukningen ur ...?”

44 % tycker att det är viktigt att minska el/varmvattenförbrukningen ur kostnadssynpunkt jämfört med 65 % ur miljösynpunkt (Figur 21).

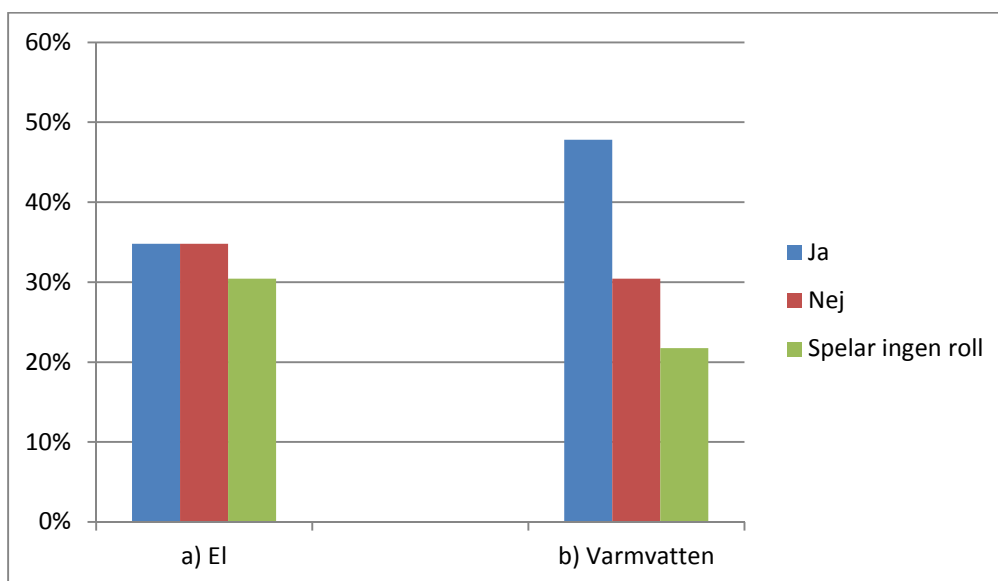


Figur 21. Svar till frågan ”Hur stor del utgör energikostnaden(el, värme och varmvatten) av din årliga nettoinkomst?”

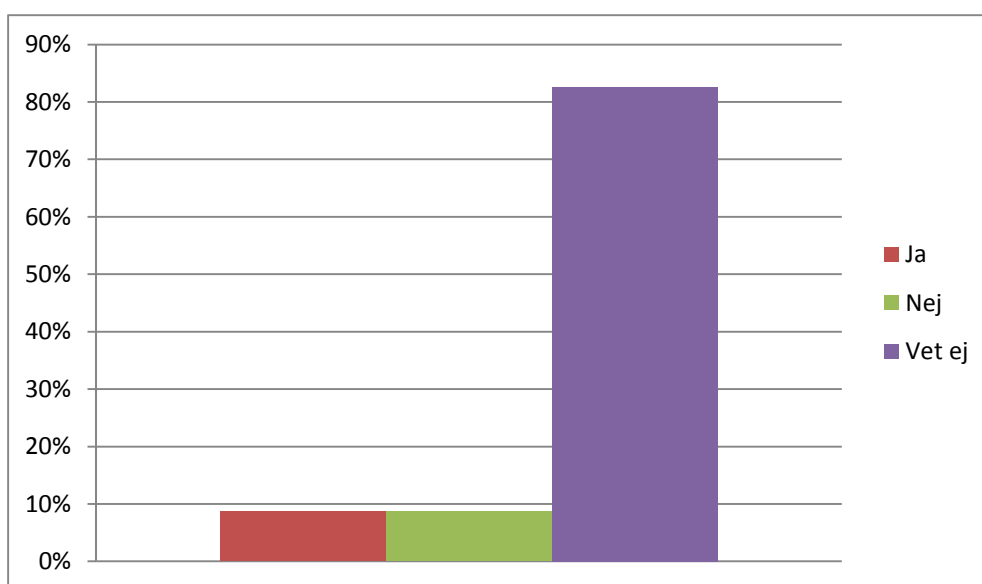
Majoriteten (52 %) vet inte hur stor del energikostnaden utgör utav deras nettoinkomst (Figur 21). 30 % svarade 1-5 %. Endast 9 % anser att deras energikostnader har minskat sedan de flyttade in till husen (Figur 22). 43 % vet inte och 26 % tycker inte det är någon skillnad alls. Majoriteten vill att både el samt varmvatten ska ingå i hyran (Figur 23).



Figur 22. Svar till frågan ” Har era energikostnader minskat sedan ni flyttade in?”

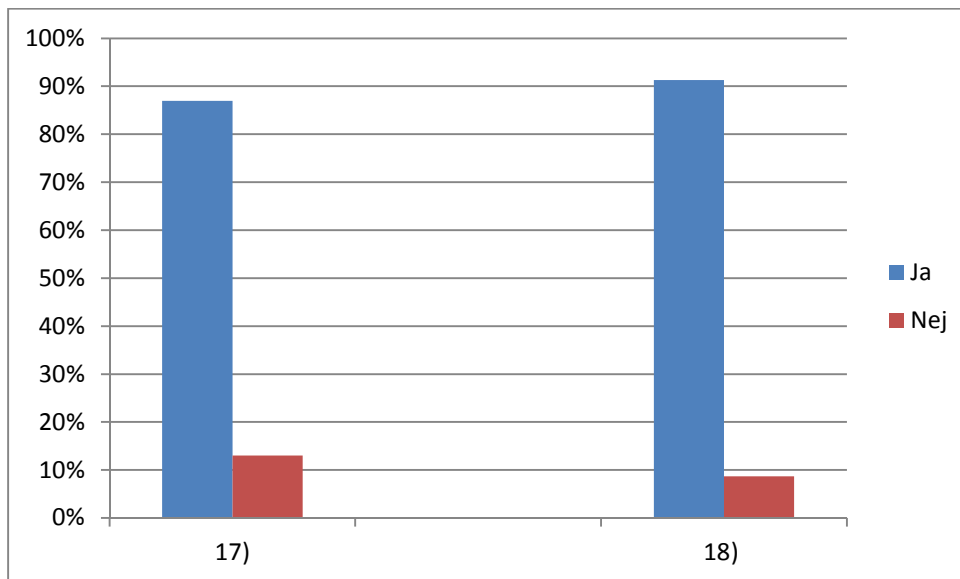


Figur 23. Svar till frågan "Hade ni hellre velat att följande ingick i hyran?"



Figur 24. Svar till frågan "Försöker hyresvärden minska energiförbrukningen i er byggnad?"

En klar majoritet (83 %) verkar inte veta ifall hyresvärden försöker minska energiförbrukningen i Portvakten Söder (Figur 24).



Figur 25. Svar till frågor ”Vet du om att ni bor i ett passivhus (fråga 17)? Och vet du om att ni bor i en byggnad med trästomme (fråga 18)?”

En klar majoritet av de svarande vet om att de bor i ett passivhus med trästomme (Figur 25).

Nedan följer kommentarer och tillägg från de svarande.

Positiva kommentarer:

- + Inomhustemperaturen under vinterhalvåret håller en mycket jämn nivå
- + Otroligt trevligt naturområde men ändå nära staden

Negativa kommentarer:

- Balkongen anses inglasad, men det är 11 st. 5mm springor mellan glasen, vilket gör att man inte kan utnyttja balkongen en lång stund pga. trafiken (oljud).
- Slår hårt mot fönsterbläcken när det regnar, vaknar av ljudet
- Vibrerar i golv och skåp när tåg passerar
- Blir väldigt varmt i lägenheten
- Kallvatten ingår ej i hyran
- Saknar möjlighet till garage
- Blåsig uteför entrén
- Spisfläkten fungerar dåligt (dålig effekt)
- Störande vibrationer från egen och grannars tvättmaskin
- Hörs mycket väl när grannen tvättar
- Är generellt lite för varmt i lägenheten, får vädra ofta
- Luften är inte superbra och det blir väldigt varmt i lägenheten

5.3 Bakgrundsfrågor

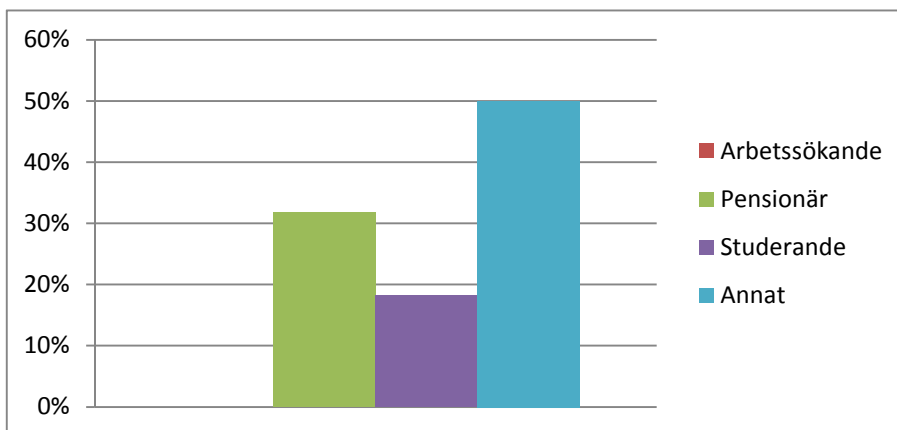
P.g.a. den låga svarsfrekvensen är det svårt att dra några slutsatser utifrån bakgrundsfrågorna. Vi har ändå valt att ha dem med i rapporten för att ge en någorlunda bild över hur det ser ut i Portvakten Söder.

24 år eller yngre	10 %
25-35 år	35 %
36-64 år	20 %
65+	35 %

Tabell 13. Åldersfördelning av svarande.

Man	Kvinna
45 %	55 %

Tabell 14. Svarandes kön.



Figur 26. Svar till frågan ”Vad har du för yrke?”

Under 300,000 kr	300,001-600,000kr	Mer än 600,000kr
50 %	32 %	18 %

Tabell 15. Svarandes ungefärliga sammanlagda årsinkomst före skatt.

Mindre än 6 månader	9 %
6-12 månader	28 %
1-2 år	28 %
3-5 år	35 %

Tabell 16. Svarandes boendetid i lägenheten.

2a	3a	4a
22 %	55 %	23 %

Tabell 17. Svarandes storlek på lägenheten.

1:a vån.	2:a vån.	3:e vån.	4:e vån.	5:e vån.	6:e vån.	7:e vån.	8:e vån.
10 %	10 %	10 %	10 %	28 %	5 %	14 %	13 %

Tabell 18. Svarandes fördelning på våningsplan.

6. Diskussion

6.1 Varför skiljer beräknad och uppmätt energianvändning?

I Portvakten Söder var den uppmätta (korrigerade) värmeförbrukningen 6 kWh/m² mer än det projekterade värdet.

Möjliga förklaringar till att beräknad och verklig energianvändning skiljer sig är många, till exempel (WSP Environmental, 2010):

- att styrsystemen för värmen inte anpassats efter det faktiska värmebehovet i byggnaderna
- att byggnaderna inte uppfyller de isolerings- eller täthetsnivåer som antagits
- att byggfukt fortfarande torkar ut, vilket ökar transmissionsförlusterna
- att ventilationsflöden är högre än beräknat
- att återvinningen i ventilationsaggregat inte fungerar som projekterat
- att varmvattenanvändningen är högre än beräknat
- att de boende har varmare inomhus än 22°C
- att det utsatta vindläget påverkar mer än beräknat
- att de boende vädrar
- att byggnader har golvvärme vilket ökar energianvändningen

Ytterligare felkällor som gör att beräkningar och uppföljningen inte stämmer kan härledas till uppföljningen genom att:

- normalårskorrigeringen genom effektsignatur, d.v.s. framtagen ekvation för kurvans lutning, och beräkningens normalårskorrigerig inte överensstämmer helt
- installationers verkningsgrad och funktion inte har kunnat utvärderas
- boendes beteende, så som vädring och förhöjd inomhustemperatur kan ha en stor inverkan på den faktiska energianvändningen och beteendet tas det inte hänsyn till i beräkningsskedet.
- att bo i en lågenergibyggning kan uppmuntra de boende till att välja en rejält låg inomhustemperatur och därmed ge en bild av att beräknad och uppmätt energianvändning stämmer, fast detta inte vore fallet med en normal inomhustemperatur.
- Injusteringsproblem med ventilationer med dubbla flöden samt för högt antagen verkningsgrad.
- Att boende inte varit närvarande/inflyttade och därmed inte bidragit med internvärme.
- Högre eller lägre inomhustemperatur än beräknat

En uppmätt energianvändning som är högre eller lägre än projekterad kan förorsakas av att brukarna använder byggnaden på ett sätt som inte räknades med vid beställning och projektering, och beror alltså inte på att byggnadens system ej fungerar optimalt. T.ex. kan vädring och förhöjd inomhustemperatur ha en stor inverkan på den faktiska energianvändningen och detta beteende tas ibland inte med i beräkningsskedet.

Att bo i en lågenergibyggning kan uppmuntra de boende till att välja en rejält låg inomhustemperatur och därmed ge en bild av att beräknad och uppmätt energianvändning stämmer, fast detta inte vore fallet med en normal inomhustemperatur. Enligt en enkätundersökning gjord 2010, ändrade inte 67 % av de boende sitt beteende till följd av att de bodde i ett passivhus (Portvakten Söder). Alltså ändrade 33 % sitt beteende, vilket ändå ses som en ganska stor del. (Stensson-Bohman och Greén, 2010)

6.2 Energikrav/rekommendationer

Portvakten Söder klarar BBR:s krav på $90\text{kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$ och rekommendationer för passivhus standard på $\leq 50\text{kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$ med god marginal, då det är byggt med passivhusteknik.

6.3 Varmvattenförbrukning

Det finns små variationer av varmvattenförbrukningen under årets olika säsonger, se Figur 6. Bakgrunden till minskad varmvattenförbrukning under årets varma månader kan delvis förklaras med hur mycket tid man tillbringar inomhus samt hur stor andel av de boende som är hemma i lägenheterna. Under sommaren har de flesta semester och spenderar då mer tid utanför huset. Desto större denna tid utanför huset är, ju mindre blir varmvattenförbrukningen.

En annan förklaring till minskad varmvattenförbrukning kan vara att man duschar med kallare vatten under sommarmånaderna än vad man gör under vintermånaderna.

Att kallvattentemperaturen är något högre under sommarmånaderna bidrar till en minskning av varmvattenförbrukningen, då behövs en mindre mängd varmvatten blandas för att uppnå samma temperatur.

6.4 Uppvärmning

Ökad värmeförbrukning är sammankopplad med vintermånaderna, se Figur 7. Viktigaste förklaringen till denna variation av värmeförbrukningen är att det väl isolerade passivhuset inte är i behov av någon uppvärmning av lägenheterna under sommarmånaderna, utan det räcker med den återvunna värmen i inomhusluften. Under vår-, höst- och vintertid då det är kyligare utomhus krävs uppvärmning av lägenheter, därav uppstår denna differens i värmeförbrukning. Orsaken till att värmeförbrukningen inte ligger helt på noll under sommaren beror på att varmvattencentralen är igång under hela året.

6.5 Fastighetsel

Det är en jämn fördelning av fastighetselen. Förbrukningen varierar ytterst lite över året, se Figur 8. Att elanvändningen nästan stiger till det dubbla i maj beror på att VEAB tillfälligt kopplade ur mätarna och tog över abonnemanget för fastighetselen från hyresbostäder.

6.6 Hushållsel

Förbrukningen av hushållsel varierar ytterst lite under årets gång, se Figur 9. Orsaken till att förbrukningen minskar något under sommarmånaderna kan bero på att det spenderas mer tid utomhus än resterande månader, eller att man har rest iväg. Att hushållsel förbrukningen är så låg i maj månad beror på mätarna som tillfälligt kopplades ur.

6.7 Avloppsvärmeväxlare

Beräkningarna visar att avloppsvärmeväxlaren har en värmeåtervinning på ca 100 – 300 kWh/lägenhet, tillverkaren angav en återvinning på ca 1000kWh/lägenhet vilket senare reducerades till 400kWh/lägenhet.

Vad är motiveringen till att det projekterade värdet på återvinning från avloppsvärmeväxlarens avviker från det faktiska värdet? Värdet på återvinningen man projekterade för vid byggstart är oftast högre på grund av värmeförluster som tillkommer avloppssystemet eftersom spillvattnet är oförutsägbart samt ställer krav på en reaktions- och energilagring förmåga hos en avloppsvärmeväxlare. Det är egenskaperna som bör granskas vid en möjlig utveckling av värmeåtervinningssystemet. En annan orsak till avvikelserna kan vara samtidigheten, d.v.s. avloppsvattnet rinner ut samtidigt som inkommande kallvatten ska förvärmas.

6.8 Boendes attityder

Energiförbrukningen är en av passivteknikens viktigaste frågor och tekniken skall leda till lägre energikostnader. Portvakten Söder har individuell mätning av el-, värme-, kall- och varmvattenförbrukning. Enligt undersökningen visar det sig att bara 9 % anser sig ha fått minskade energikostnader och 26 % upplever ingen skillnad i kostnader gentemot tidigare bostäder. Det är överraskande att bara 9 % har fått minskade energikostnader i och med att 73-83% anser sig ha koll på sin el- och varmvattenförbrukning. En möjlig förklaring till varför svarande upplevt både minskade och ökade kostnader är att de boende tidigare har haft en bostad där allt ingått i hyran eller bott i ett hus med annat uppvärmningssystem. Det kan också vara så att en del svarande missuppfattade frågan, vi syftade på energiförbrukningen jämfört med tidigare bostad, inte ifall kostnaderna har minskat under tiden de har bott i Portvakten Söder. En tidigare enkätstudie på samma område (Stensson-Bohman och Greén, 2010) visade att 65 % hade fått minskade energikostnader i förhållande till tidigare bostäder.

Över 90 % av de boende som tillfrågades trivs bra eller mycket bra i sina bostäder. Inomhusklimatet är en viktig faktor i frågan om hur man trivs i sin bostad. Det är därför viktigt med en bekväm och stabil inomhustemperatur. Vad gäller värmekomforten är 58-70% nöjda/mycket nöjda. Svaren och kommentarerna konstaterar dock att fler är missnöjda med inomhusklimatet under sommarhalvåret än under vinterhalvåret.

65 % tycker det är viktigt att sänka energikostnaderna ur miljösynpunkt. Resultaten från den tidigare undersökningen (Stensson-Bohman och Greén, 2010) visar att 60 % av de svarande har valt att flytta till lägenheten delvis för att det är ett passivhus. Endast 5 % försöker inte att minska elanvändningen på något sätt. 18 % vidtar inga åtgärder för att minska varmvattenanvändningen. Detta påvisar att det finns ett intresse för passivhus och engagemang för miljö- och klimatfrågor.

Ljudstörningar är generellt en faktor som vi människor ofta upplever som irriterande. De svarande stör sig mest på ljud kommande från grannar och trapphuset, även buller från trafiken tycks störa vissa. I helhet framgick det i undersökningen att 74 % tycker ljudnivån är tyst/mycket tyst i lägenheten. Tyder på att de flesta är nöjda men att det finns ljudstörningar.

7. Slutsatser

- Att Portvakten Söder faktiskt håller sig inom ramen som fastställdes i projekteringskedet, med avseende på energiförbrukningen.
- Portvakten Söder klarar BBR:s krav på $90\text{kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$ och rekommendationer för passivhus standard på $\leq 50\text{kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$ med god marginal.
- Att avloppsvärmeväxlarens verkliga värmeåtervinning är lägre än vad som angivits.
- Att över 90 % trivs bra eller mycket bra med tillvaron i sina lägenheter tyder på att Portvakten Söder, med sitt unika bygge, har ett klimatsmart och hållbart koncept för framtiden.

8. Referenser

8.1 Uppsatser/rapporter

Dodoo A., L. Gustavsson, and R. Sathre. 2012. Lifecycle primary energy analysis of conventional and passive houses. *International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development* 3 (2): 105-111.

Energimyndigheten, 2013. Energiläget 2012, ET2012:34, Energimyndigheten, Eskilstuna, Sweden

FEBY, 2009. FEBY kravspecifikation för Passivhus. Energimyndigheternas program för Passivhus.

Fowler, F.J. 2009. Survey Research Methods (4 uppl.). Kalifornien: SAGE Publication.

Greén, L och Stensson-Bohman, O. 2010. Passivhus - Vikten av lufttätthet och attityder hos boende. http://www.byggindustrin.com/UserFiles/ByggOpusDokument/Passivhus_-_Vikten_av_lufttathet_och_attityd_hos_boende._Linus_Gren_och_Oscar_Stensson-Bohman._Linnuniversitetet.pdf

IVL, 2009. Demonstrationsprojekt 2006; Portvakten Söder. Svenska Miljöinstitutet AB

Nykvist, A. 2012. Värmeåtervinningssystem för spillvatten i flerbostadshus. WSP Environmental.

Sveby, 2010. Energiprestandaanalys 10 - avvikelser som kan härledas till brukare, verksamhet eller ökat kylbehov. Svebyprogrammet-Projektrapport 101028.

WSP Environmental, 2010. Uppföljning flagghusen. http://www.ekskane.se/download/18.3f8418f6135cb065b3530e2/Energiuppfoljning+Flagghusen_Slutrapport_aug_2010.pdf

8.2 Elektroniska källor

BBR, 2012

http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2000/har_du_legionellabakterier_i_dina_vattenledningar.pdf (2013-05-24)

BFS, 2011:26

<https://rinfo.boverket.se/BBR/PDF/BFS2011-26-BBR19.pdf> (2013-05-22)

Degreedays, 2013

<http://www.degreedays.net> (2013-05-24)

Fastighetochbostadsratt, 2013

<http://www.fastighetochbostadsratt.com/Trastad-2012/27437-De-hogstapassivhusen-i-tra.html> (2013-05-05)

Hysesbostaderivaxjo, 2013

www.hysesbostaderivaxjo.se/documents/hysesbostader/documents/genrerellinformation/pvs_folder_svenska.pdf (2013-05-01)

Sparavarmvatten, 2013

<http://sparavarmvatten.se/avloppsvarmevaxlare.html> (2013-05-10)

VÖFAB, 2011

<http://www.vaxjo.se/upload/Profilerad%20webbplats/V%C3%B6FAB/milj%C3%B6red%20f%C3%B6r%202011.pdf> (2013-05-24)

Energysmart, 2013

<http://www.energysmart.se/sv/vision-mission/vattenanvandning.aspx> (2013-05-05)

8.3 Muntliga källor

Mikael Virdelo Hyresbostäder Växjö

Mikael Virdelo Hyresbostäder Växjö, Email

Stefan Olsson Energikontor Sydost

Stefan Olsson Energikontor Sydost, Email

8.4 Bilder

<http://www.powerproductseurope.se/sida5/sida5.htm>

9. Bilagor

Bilaga 1: Enkäten

Bilaga 2: Ledningssystem

Bilaga 3: Enkät – Påminnelse

BILAGA 1 - Enkät



Vi är två stycken studenter på Linnéuniversitet som läser 3:e året byggt teknik. I vårt examensarbete gör vi en energiuppföljning av Portvakten, för forskningssyfte. Dessutom gör vi även en enkätundersökning där Ni, hyresgästerna har möjlighet att föra fram era åsikter och synpunkter angående hur ni upplever Portvaktens passivhus.

För att det ska gå att lita på resultaten från undersökningen, är det viktigt att så många som möjligt svarar på frågorna. Det är du själv som avgör om du vill delta eller inte. Vi hoppas att Ni tar tillfället i akt och besvarar denna enkät samt framför era åsikter och synpunkter om Portvakten vilket kan bidra till framtida förbättringar för er hyresgäster.

Vi ber dig returnera den ifyllda enkäten till oss senast den 6 maj för att vi skall kunna sammanställa enkäterna i tid. Använd det bifogade portofria svarskuvertet.

Dina svar är skyddade av sekretesslagen. I resultaten vi redovisar framgår aldrig vad enskilda personer har svarat.

Faruk Alajbegovic
Epost: fa222ba@student.lnu.se
Tel: 070 3068549

Alen Imsirovic
Epost: ai22cf@student.lnu.se
Tel: 070 8659982

Byggt teknik
Linnéuniversitetet
Växjö

1. Hur trivs Ni i lägenheten?	Mycket dåligt 1			Mycket bra 5
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Hur upplever Du inomhus temperaturen i din lägenhet under..?	Mycket dålig 1			Mycket bra 5
a. Sommarhalvåret	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Vinterhalvåret	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Hur tycker Du värmekomforten i stort sett är i din lägenhet under...?	Mycket dålig 1			Mycket bra 5
a. Sommarhalvåret	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Vinterhalvåret	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Hur pass stor möjlighet har Du att påverka...?	Små möjligheter 1			Goda möjligheter 5
a. Uppvärmningssystemet/temperaturen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Ventilationssystemet/luftkvaliteten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Känner Du av någon av följande lukter i din lägenhet?	Ja	Nej	Ibland	
a. Stickande lukt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
b. Mögellukt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
c. Instängd lukt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
d. Unken lukt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6. Hur ofta vädrar Du vanligtvis under eldningssäsongen? (dvs. okt. – april)	<input type="checkbox"/> Dagligen <input type="checkbox"/> Ungefär 1 gång i veckan <input type="checkbox"/> Flera gånger i veckan <input type="checkbox"/> Någon gång i månaden <input type="checkbox"/> Sällan/aldrig			
7. Hur upplever Du ljudnivån i lägenheten?	Mycket tyst 1			Mycket ljudfyllt 5
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8. Besväras Du av störande ljud i lägenheten?						
a. Ljud från kranar, rör eller ledningar	<input type="checkbox"/>	Ja	<input type="checkbox"/>	Nej	<input type="checkbox"/>	Ibland
b. Ljud från ventilation	<input type="checkbox"/>	Ja	<input type="checkbox"/>	Nej	<input type="checkbox"/>	Ibland
c. Ljud från grannlägenheten, trapphus eller hiss	<input type="checkbox"/>	Ja	<input type="checkbox"/>	Nej	<input type="checkbox"/>	Ibland
d. Ljud utifrån, t.ex. från trafik, lekande barn	<input type="checkbox"/>	Ja	<input type="checkbox"/>	Nej	<input type="checkbox"/>	Ibland
9. Har Du koll på er ... förbrukning?						
		Ja		Nej		
a. El	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			
b. Varmvatten	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			
10. Vilka åtgärder vidtar Du för att minska din elanvändning? (Flera alternativ kan väljas)						
	<input type="checkbox"/>	Ingen åtgärd				
	<input type="checkbox"/>	Stänger av apparater när de inte används				
	<input type="checkbox"/>	Ingen standby				
	<input type="checkbox"/>	Släcker lyset				
	<input type="checkbox"/>	Köper energisnåla apparater				
	<input type="checkbox"/>	Använder lågenergilampor				
	<input type="checkbox"/>	Annat, ange vad: _____				
11. Vilka åtgärder vidtar Du för att minska din varmvattenanvändning? (Flera alternativ kan väljas)						
	<input type="checkbox"/>	Ingen åtgärd				
	<input type="checkbox"/>	Duschar inte med alltför varmt vatten				
	<input type="checkbox"/>	Byter ut duschmunstycken till snålspolade varianter				
	<input type="checkbox"/>	Byter ut vattenkranar till snålspolade varianter				
	<input type="checkbox"/>	Diskar inte med rinnande vatten				
	<input type="checkbox"/>	Annat, ange vad: _____				
12. Hur viktigt är det för dig att minska el/varmvattenförbrukningen ur...?						
		Inte viktigt			Mycket viktigt	
		1			5	
a. Kostnadssynpunkt	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Miljösynpunkt	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Annat: _____						

13. Hur stor del utgör energikostnaden <i>(el, värme och varmvatten) av din årliga nettoinkomst (efter skatt)?</i>	<input type="checkbox"/> Mindre än 1 % <input type="checkbox"/> 1-5 % <input type="checkbox"/> 5-10 % <input type="checkbox"/> 10 % eller mer <input type="checkbox"/> Vet ej												
14. Försöker hyresvärden minska energiförbrukningen i byggnaden på något sätt?	<input type="checkbox"/> Ja, genom att? _____ <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/> Vet ej												
15. Har era energikostnader minskat sen Ni flyttade in?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/> Ingen skillnad <input type="checkbox"/> Vet ej												
16. Hade Ni hellre velat att följande ingick i hyran?	<table border="0"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;"><u>Ja</u></td> <td style="text-align: center;">Nej</td> <td style="text-align: center;"><u>Spelar ingen roll</u></td> </tr> <tr> <td>a. El</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>b. Varmvatten</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		<u>Ja</u>	Nej	<u>Spelar ingen roll</u>	a. El	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	b. Varmvatten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<u>Ja</u>	Nej	<u>Spelar ingen roll</u>										
a. El	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>										
b. Varmvatten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>										
17. Vet Du om att Ni bor i ett passivhus?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nej												
18. Vet Du om att Ni bor i en byggnad med trästomme?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nej												

Följande frågor handlar om dig och din familj (bakgrundsfrågor). Denna information är lika viktig som de resterande, för analysen av enkätsvaren.

19. Vilket år är Du född?	År: <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="9"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
20. Är du man eller kvinna?	<input type="checkbox"/> Man <input type="checkbox"/> Kvinna
21. Vad har Du för yrke?	<input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> Arbetssökande <input type="checkbox"/> Pensionär <input type="checkbox"/> Studerande

22. Hur stor är hushållets ungefärliga sammanlagda årsinkomst före skatt?	<input type="checkbox"/> Under 300,000 kr <input type="checkbox"/> 300,001 till 600,000 kr <input type="checkbox"/> Mer än 600,000 kr
23. Har Du/Ni några barn som bor hemma? (Räkna med de barn som bor minst halva tiden hos dig)	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nej
24. Om Ja: hur många? 0 – 6 år 7 – 19 år	
25. Hur länge har Du bott i lägenheten?	<input type="checkbox"/> Mindre än 6 mån. <input type="checkbox"/> 6 mån – 12mån <input type="checkbox"/> 1-2 år <input type="checkbox"/> 3-5 år
26. Hur stor är Din lägenhet?	<input type="checkbox"/> 2 rok <input type="checkbox"/> 3 rok <input type="checkbox"/> 4 rok
27. Vilket våningsplan ligger lägenheten på?

Du är välkommen att göra egna tillägg eller kommentarer till enkäten

Bilaga 3: Enkät – Påminnelse



Påminnelse – Enkätundersökning

Om Ni redan har besvarat enkäten, tackar vi för det!

Ett frågeformulär skickades ut i början av Maj, där svarsfrekvensen var relativt låg. Vi skulle vara mycket tacksamma om Ni kunde fylla i och returnera den ifyllda enkäten så snart som möjligt. Använd det bifogade portofria svarskuvertet.

Faruk Alajbegovic
Epost: fa222ba@student.lnu.se
Tel: 070 3068549

Alen Imsirovic
Epost: ai22cf@student.lnu.se
Tel: 070 8659982

Byggteknik,
Linnéuniversitetet
352 52 Växjö

Lnu.se

Institutionen för bygg- och energiteknik

351 95 Växjö

tel 0772-28 80 00, fax 0470-76 85 40