



Linnéuniversitetet

Kalmar Växjö

Examensarbete i Byggteknik

Utvärdering av Portvakten Söders spillvattenvärmeväxlare och varmvattenförbrukning

*Evaluation of Portvakten Söder's waste water heat
recovery system and hot water usage*



Författare: Susanna Vändal & Carolina Lowentoft

Handledare: Krushna Mahapatra

Examinator: Åsa Bolmsvik

Handledare, företag: Stefan Olsson, Energikontor
Sydost AB

Datum: 2014-06-02

Kurskod: 2BY03E, 15 hp

Ämne: Byggteknik

Nivå: Högskoleingenjör

Institutionen för Byggteknik

Sammanfattning

Sedan Växjö kommun år 2007 blev ärad med titeln Sustainable Energy Europe Award (ICLEI, 2007), har åtskilliga konkreta åtgärder gjorts för att minska stadens miljöpåverkan. En åtgärd var i samband med utmärkelsen var att Växjös kommunala bostadsbolag Hyresbostäder (tillhör idag Växjöbostäder) byggde två flerbostadshus i trästomme och passivhusteknik i kvarter Portvakten Söder i Växjö. Husen färdigställdes hösten 2009 och är vardera åtta våningar höga och rymmer tillsammans 64 lägenheter. Mellan de två byggnaderna finns en spillvattenvärmeväxlare installerad för att återvinna energi ifrån byggnadernas utgående spillvatten. Växlaren installerades med förhoppningen att återanvända 5 kWh/m², men det kunde inte uppnås. En markant skillnad (55 % år 2013) i varmvattenförbrukning mellan de två byggnaderna kunde också ses.

För att ta reda på spillvattenvärmeväxlarens effektivitet fastställdes växlarens temperaturverkningsgrad över ett dygn. Temperaturverkningsgraden bestämdes genom temperaturmätning med tekniken termoelement. Mätningen gjordes på inkommande och utgående spill- och färskvatten i två inspektionsbrunnar intill växlaren. Innan mätningen gjordes en rad olika besök på plats vid växlaren. Ett besök gjordes med anledning att studera förutsättningarna för montering av vald mätutrustning. Vid inspektionen visade det sig att brunnarna var fyllda med vatten, vilket var okänt för Växjöbostäder och Energikontor Sydost. Vattnet i inspektionsbrunnarna visade sig senare vara grundvatten. Problematiken kring grundvattnet gjorde att temperaturmätningarna tvingades senareläggas. Vattnet kom även att ha en stor påverkan på resultatet ifrån temperaturmätningarna. Den valda metoden tillsammans med påverkan ifrån grundvattnet medförde att temperaturmätningen inte blev tillförlitlig och uträknad verkningsgrad för växlaren blev därmed inte rimlig.

En enkät utformades med syfte att utreda skillnaden i varmvattenförbrukning mellan de två flerbostadshusen. Utdelning av enkäter på Portvakten Söder gjordes en vardag i april år 2014. Enkäterna delades ut genom dörrknackning. Efter avslutad dörrknackning lades enkäter och svarskuvert i brevlådor tillhörande hyresgäster, vilka vi inte haft kontakt med. Utdelningen av enkäter genom dörrknackning resulterade direkt i 25 besvarade enkäter. Av de enkäter som delades ut i postlådor mottogs fem svar. Antalet hushåll som besvarade enkäten var 30 av 64 stycken.

En slutsats är att skillnaden i varmvattenförbrukning mellan byggnaderna framförallt beror på att det ena huset innehar fyror och treor med ett större antal boende totalt sätt, jämfört med det andra huset som enbart innehar treor och tvåor. Ytterligare en slutsats är att grundvattennivån antagligen är en stor orsak till att spillvattenvärmeväxlaren i Portvakten Söder inte återanvänder så mycket energi. Slutligen dras slutsatsen att en mätning med dykgivare innan och efter installation av pump skulle möjliggöra en mer trovärdig beräkning av temperaturverkningsgrad, effektivitet samt grundvattnets inverkan på energiåtervinningen.

Summary

Since 2007, when Växjö municipality was honored with the *Sustainable Energy Europe Award*, several actions have been taken to decrease the municipality's environmental impact. One action was that the municipality housing company Hyresbostäder (today's Växjöbostäder) built two multi-storey wood-framed residential buildings of passive house standard in the area of Portvakten Söder in Växjö. The 8-storey buildings comprising of a total 64 apartments houses were completed in the autumn of 2009. Between the two buildings there is a waste water heat recovery system (WHR-system) installed to recover energy from the two buildings' outgoing waste water. The WHR-was expected to recover 5 kWh/m², but this was not realized. A significant difference (55% in 2013) between the hot water use of the two buildings was also seen.

The heat exchange effectiveness during one day was used to figure out the efficiency of the WHR-system. A temperature measurement with the thermocouple technique was used to decide the heat exchange effectiveness. The measurement was made on incoming and outgoing waste water and cold water in two inspection wells next to the WHR-system. Before the measurement a couple of visits were made to the site. One visit to the system site was to study the installing conditions of the chosen method. The visit resulted in the discovery that the two inspections wells were filled with water, which was previously unknown by Växjöbostäder and Energikontor Sydost. The water in the inspection wells later turned out to be groundwater. Problems with the groundwater led to that the temperature measurement had to be postponed. It showed later that the water had a big effect on the result of the measurement. The chosen method, together with the disrupting effect of the groundwater led to that the measurement was not trustworthy. This led to that the calculated heat exchange effectiveness for the WHR-system was unreliable.

A questionnaire survey of the tenants was carried out in April 2014 to investigate the difference in hot water usage between the two residential buildings. The questionnaire was handed out on a weekday by knocking on the door of the tenants. Tenants with whom no contact could be made received the questionnaire in their postbox with a postage free envelope. The hand out by door knocking resulted in 25 responses and 5 responses came by post. 30 out of 64 residents answered the survey.

A conclusion is that the difference in hot water usage between the two buildings predominantly depends on that one of the houses has apartments with three or four rooms and a kitchen with more residents in total, while the other house only has two or three room apartments and a kitchen, and fewer residents. Another conclusion that can be made is that the low effectiveness of Portvakten Söder's WHR-system is caused by the interference of the groundwater level. A final conclusion is that a measurement with immersion sensors would lead to a more trustworthy calculation of the heat exchange effectiveness, the effectiveness of the WHR-system and the groundwater effect on the energy recovery.

Abstract

År 2009 färdigställdes två passivhus på Portvakten Söder i Växjö. Mellan de två byggnaderna finns en spillvattenvärmeväxlare installerad i ett försök att ta tillvara på outnyttjad energi ifrån byggnadernas utgående spillvatten. Växlarens effektivitet undersöks genom beräkning av dess temperaturverkningsgrad över ett dygn. Verkningsgraden bestäms genom temperaturmätning med tekniken termoelement. Vald metod tillsammans med upptäckten av grundvatten på mätplatsen medförde att temperaturmätningen inte blev tillförlitlig och uträknad verkningsgrad för växlaren blev därmed inte rimlig.

Under 2013 var skillnaden i varmvattenförbrukning 55 % mellan de två husen. En enkät utformades med syfte att utreda skillnaden i varmvattenanvändningen. Resultatet av enkätundersökningen jämförs mot verklig varmvattenförbrukning under år 2013.

Nyckelord: spillvattenvärmeväxlare, temperaturverkningsgrad, temperaturmätning, varmvattenförbrukning, flerbostadshus

Förord

Under den sista läsperioden på högskoleingenjörsutbildningen inom byggt teknik vid Linnéuniversitetet i Växjö ingår ett examensarbete i utbildningens läroplan. Utbildningen omfattar 180 högskolepoäng, vilket motsvarar tre års heltidsstudier. Examensarbetet omfattar 15 hp och är studentens möjlighet att tillämpa kunskap ifrån utbildningens alla delkurser.

Uppdraget uppkom vid kontakt med Stefan Olsson på Energikontor Sydost AB. Stefan var intresserad av att studera effektiviteten hos spillvattenvärmeväxlaren på Portvakten Söder i Växjö, samt varför varmvattenförbrukningen varierade stort mellan de två byggnaderna kopplade till växlaren. Vid mötet med Olsson framkom flertalet intressanta tankar kring ämnet och vi beslutade oss för att detta var något som vi ville studera vidare.

Utredningen har lett till kontakt med flertalet personer både i branschen och vid Linnéuniversitetet. Vi skulle vilja rikta ett stort tack till alla er som har hjälpt oss i vårt arbete!

Speciellt vill vi tacka Bertil Enqvist som hjälpt oss med mätningarna och Krushna Mahapatra som gett oss stor kunskap. Men framförallt vill vi tacka våra nära och kära som uppmuntrat och stöttat oss genom hela examensarbetet.

Växjö maj 2014

Susanna Vändal och Carolina Lowentoft

Innehållsförteckning

1. Introduktion	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte och mål	2
1.3 Avgränsningar	2
2. Teori	3
2.1 Varmvattenförbrukningen i flerbostadshus	3
2.2 Spillvattenvärmeväxlare	4
2.3 Temperaturverkningsgrad spillvattenvärmeväxlare	7
2.4 WC-stolar kopplade till spillvattenvärmeväxlare	7
2.5 Duschvärmeväxlare	7
2.6 Isolerade respektive oisolerade ledningar	8
2.7 Termoelement	8
3. Portvakten Söder	9
3.1 Kvarterets vattensystem	9
3.2 Lägenhetsfördelning	9
3.3 Portvakten Söders vattenförbrukning och energiåtervinning	10
3.4 Super Singlex-växlare installerad på Portvakten Söder	11
3.5 Super Singlex-växlare i Stockholm	13
4. Metod och genomförande	15
4.1 Enkätundersökning för utredning av vatten- och elförbrukningen	15
4.1.1 Val av metod för utredning av varmvattenanvändningen	15
4.1.2 Kritik till enkätundersökningen	15
4.1.3 Enkätens utformning	15
4.1.4 Utdelning av enkäter	16
4.2 Utredning av temperaturverkningsgrad hos spillvattenvärmeväxlaren	16
4.2.1 Val av metod för bestämning av temperaturverkningsgraden	16
4.2.2 Kritik till mätmetod	17
4.3 Instrument och genomförande av temperaturmätning	17
4.3.1 Problem med mätningarna	18
4.3.2 Montering av mätinstrument	19
5. Resultat och analys	21
5.1 Varmvattenförbrukning	21
5.1.1 Enkätundersökningens svarsfrekvens	21
5.1.2 Varmvattenförbrukning för lägenhetstyp och hus	22
5.1.3 Antal boende per lägenhet	23
5.1.4 Vattenförbrukning i hus 28 och hus 30	23
5.1.5 Miljömedvetenhet hos de boende	25

5.1.6 Åldersfördelningen i kvarter Portvakten Söder	26
5.1.7 Duschlängd	26
5.2 Temperaturverkningsgrad spillvattenvärmeväxlare	27
5.3 Oisolerade ledningar i inspektionsbrunnarna	29
6. Diskussion och slutsatser	30
6.1 Enkätundersökningen	30
6.1.1 Svarsfrekvens	30
6.1.2 Utformning av enkäten	30
6.1.3 Vattenförbrukning	31
6.2 Spillvattenvärmeväxlaren	31
6.2.1 Vattenfyllda inspektionsbrunnar	31
6.2.2 Temperaturmätning	32
6.2.3 Stockholmväxlare sparar mer	32
6.3 Framtida utredning	33
Referenser	34
Bilagor	37

Nomenklatur

Färskvatten	Inkommande kallvatten till fastigheten
Gråvatten	Använt vatten ifrån disk, tvätt, bad och dusch
Laminärt flöde	Rätlinjigt flöde
Spillvatten	Består av svartvatten och gråvatten
Svartvatten	Använt vatten ifrån WC-stolar
Turbulent flöde	Oordnat flöde

1. Introduktion

Det globala samhället står inför två stora problem, nämligen den globala uppvärmningen och utarmningen av jordens naturresurser (Chen et al., 2013).

I Sverige står bostads- och servicesektorn står för ca 40 % av den totala slut energiförbrukningen (Energimyndigheten, 2013). Bostads- och servicesektorn kan delas in i tre underkategorier: bostäder och lokaler, areella näringar samt övrig service. Av de tre underkategorierna är det bostäder och lokaler som står för den största energiförbrukningen, närmare 90 %. Vidare går drygt 60 % av energin till uppvärmning och varmvatten. En minskning av energiåtgången för uppvärmning av varmvatten är därför av intresse.

1.1 Bakgrund

År 2007 blev Växjö kommun ärad med titeln *Sustainable Energy Europe Award* av EU-kommissionen (ICLEI, 2007). Sedan dess har åtskilliga konkreta åtgärder gjorts för att minska stadens påverkan på miljön.

Hysesbostäder var i samband med utmärkelsen ett av Växjös kommunala bostadsbolag. Idag bildar bolagen Hysesbostäder och Växjöhem det kommunala bostadsbolaget Växjöbostäder. Enligt Hysesbostäders hemsida (2014) framgår ett väl förankrat energiarbete. Arbetet tydliggörs i deras energiplan från 2007. I planen redovisas ett mål att från 2006 sänka energianvändningen för el- och fjärrvärme med 20 % innan år 2017.

Ett initiativ från Hysesbostäder var att med passivhusteknik bygga två flerbostadshus i kvarter Portvakten Söder i Växjö. Husen färdigställdes hösten 2009 och är vardera åtta våningar höga och rymmer tillsammans 64 lägenheter.

I passivhus ligger fokus på att hålla ner byggnadens energiförbrukning. Enligt Meggers (2011) kan energiåtgången i ett passivhus delas upp i tre kategorier: uppvärmning, hushållsel och varmvatten. Vidare skriver Meggers (2011) att efter förbättringar av de ovan nämnda kategorierna ses tydliga framsteg gällande uppvärmning och hushållsel. Minskningen av energiåtgången för varmvatten var marginell. Följden blir att uppvärmning av varmvatten blir en större del av den totala energiåtgången i byggnaden. Effektiva energisparlösningar för varmvattenkategorin blir nästa utmaning. Idag finns det metoder för att ta till vara på energi från förbrukat varmvatten. Det är av intresse att vidareutveckla dessa energibesparingsmetoder.

I en rapport skriven av Truong et al., (2014) utreds olika tillvägagångssätt för att minska en byggnads totala energiåtgång. Det diskuteras hur olika åtgärder kan ha varierande inverkan beroende på vilken tid på året det är. Återvinning av värmeenergi ifrån spillvatten är möjlig året om och är därför ett intressant sätt att återanvända energi på.

Portvakten Söder har en spillvattenvärmeväxlare installerad i ett försök att ta tillvara på outnyttjad energi från spillvatten. Växlarens uppgift är att höja det inkommande kallvattnets temperatur med hjälp av värmen från det utgående

spillvattnet. Därmed krävs inte lika mycket energi att värma det blivande varmvattnet till slutlig temperatur ut i systemet. Enligt Olsson¹ installerades växlaren med förhoppningen att återanvända 5 kWh/m², ett resultat som inte uppnåddes. Efter uppföljning av Imsirovic och Alajbegovic (2013) visade sig energibesparingen vara 1,7 kWh/m². Spillvattenvärmeväxlarens låga återvinningsgrad gör att en noggrann utredning av växlarens effektivitet behövs göras.

I varje lägenhet finns en individuell vattenmätare som mäter lägenhetens varm- och kallvattenförbrukning. Under uppföljningen framgick en skillnad i varmvattenförbrukning mellan de två flerbostadshusen i Portvakten Söder. Under 2013 var skillnaden 55 % mellan de två fastigheterna (se Tabell 6).

1.2 Syfte och mål

Syftet är att beskriva spillvattenvärmeväxlarens temperaturverkningsgrad. Vidare förklara varför de två relativt likvärdiga passivhusen skiljer 55 % i årlig varmvattenförbrukning.

Målen med arbetet är att visa spillvattenvärmeväxlarens temperaturverkningsgrad under ett dygn, samt visa hur de två passivhusen förhåller sig till varandra gällande skillnaden i varmvattenförbrukningen.

1.3 Avgränsningar

Arbetet är avgränsat till en spillvattenvärmeväxlare installerad till två passivhus på Portvakten Söder i Växjö. Studiens resultat är därmed inte en generell granskning av likvärdiga spillvattenvärmeväxlare.

Mätningarna utförs mellan den 6-13 april 2014 vilket begränsar växlarens aktivitet till givet tidsintervall. Växlarens aktivitet under resterande tid på året undersöks inte. Mätningen görs under en vecka då förbrukningen tros vara normal, det vill säga utan högtidsdagar eller liknande.

Enkätundersökningen begränsas till de två passivhusen på Portvakten Söder med anledning av skillnaden i varmvattenförbrukning mellan de båda byggnaderna. Vid utredning av varmvattenförbrukningen används enbart mätvärden för år 2013. Vid jämförelse mellan enkätundersökning och mätvärden tas enbart hänsyn till de nuvarande hyresgästernas svar. In-/utflyttning under 2013 tas inte i beaktande.

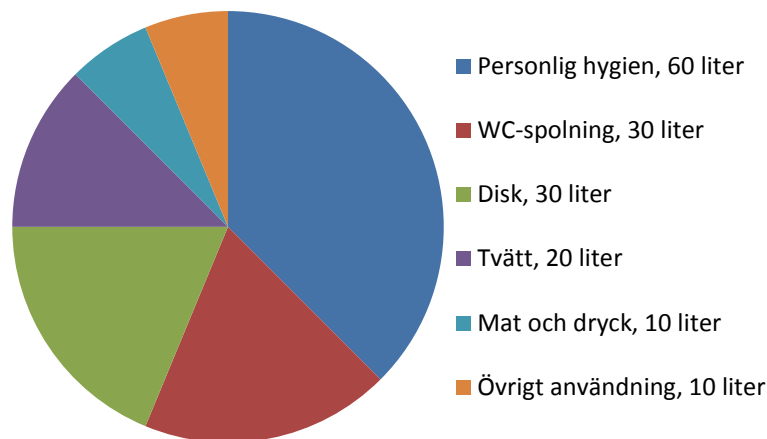
¹ Stefan Olsson VD Energikontor Sydost, muntligt samtal den 31 mars 2014

2. Teori

I detta avsnitt beskrivs tidigare undersökningar om varmvattenförbrukning i flerbostadshus samt värmeväxlarens funktion.

2.1 Varmvattenförbrukningen i flerbostadshus

I Sverige förbrukas enligt Svenskt Vatten (2014) ungefär 160 liter vatten per person och dygn. I Figur 1 ses hur de 160 literna fördelas över olika kategorier.



Figur 1: Vattenanvändning per person och dygn i Sverige.

Undersökningar (t.ex. Ruud 2003; Energimyndigheten 2009; Boverket 2002) visar att förbrukningen varierar mellan småhus och flerbostadshus. Enligt Ruud (2003) är den totala vattenförbrukningen för hushåll i flerbostadshus högre jämfört med förbrukningen hos hushåll i småhus. Det beror på småhusens individuella betalning av varmvatten jämfört med flerbostadshusens ofta gemensamma varmvattenkostnad.

Vattenanvändningsvariation tydliggörs även av Energimyndigheten (2009) där de efter mätningar av varm- och kallvattenförbrukning i 35 småhus och 110 lägenheter, enligt Tabell 1, kunde påvisa en skillnad i vattenanvändning på 54 liter mellan de två boendetyperna.

Tabell 1: Medelförbrukningen av varm- och kallvatten vid mätning av Energimyndigheten.

	Medelförbrukning av varm- och kallvatten
Flerfamiljshus	184 l/pe,d*
Småhus	130 l/pe,d*

*l/pe,d står för liter per person och dygn

Differensen stämmer med Boverket (2002), vars rapport visar på en variation av ungefär 60 liter per person och dygn beroende på boendeform. Vidare visar Energimyndigheten (2011) på stora skillnader inom samma boendeform. Skillnaderna tydliggörs genom en jämförelse av en hög eller sparsam förbrukning enligt Tabell 2.

Tabell 2: Vattenanvändningen fördelat över olika boendetyper.

Inkommande kallvatten	Sparsam användning	Hög användning
Flerfamiljshus	110 l/pe,d	384 l/pe,d
Småhus	96 l/pe,d	219 l/pe,d

Enligt en studie gjord av Ek och Nilsson (2011) framgår att ett högre antal boende i en lägenhet ger en högre total vattenförbrukning. Vidare har även beräkningar gjorts som visar att en ökning av antalet boende i en lägenhet ökar den totala vattenförbrukningen i genomsnitt med 57 m³/person, år. Ek och Nilsson (2011) påvisar även en högre förbrukning i åldrarna 45-54 år. De menar att antingen förbrukar den ålderskategorin av någon oviss anledning mer vatten eller mer troligt är det tonårsföräldrar vars tonåringar förbrukar mer vatten än övriga ålderskategorier.

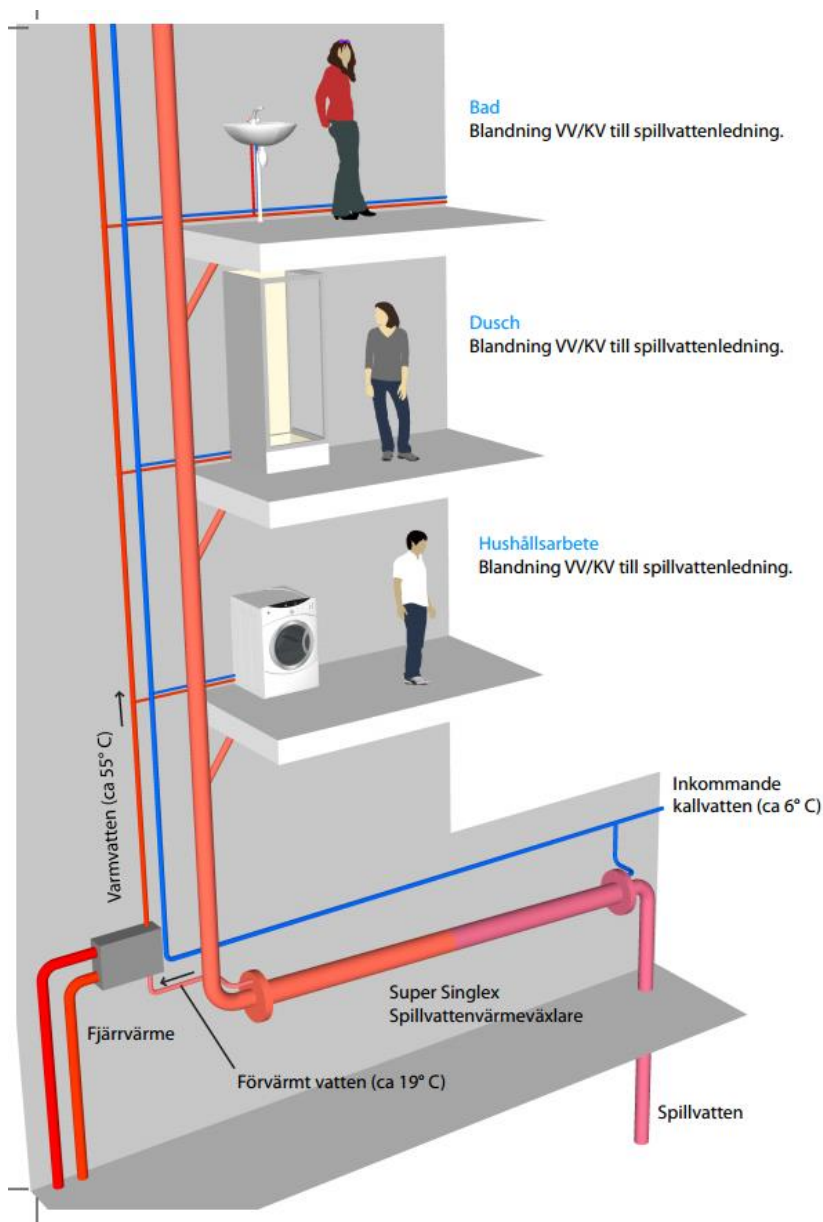
Vidare påvisar Gram-Hanssen och Nærvig Petersen (2005) en ökning i vattenförbrukning upp till 40 års ålder, därefter sjunker förbrukningen med ökad ålder. Dessutom diskuteras barns vattenförbrukning och de kommer fram till att barn upp till 12 år förbrukar mindre vatten än vuxna. Det framgår även att till skillnad från mindre barn förbrukar tonåringar mer vatten jämfört med vuxna.

2.2 Spillvattenvärmeväxlare

Super Singlex är en horisontell spillvattenvärmeväxlare. Växlarens uppgift är att överföra det utgående spillvattnets värmeenergi till det inkommande kallvattnet. Spillvattnet är en blandning av gråvatten och svartvatten.

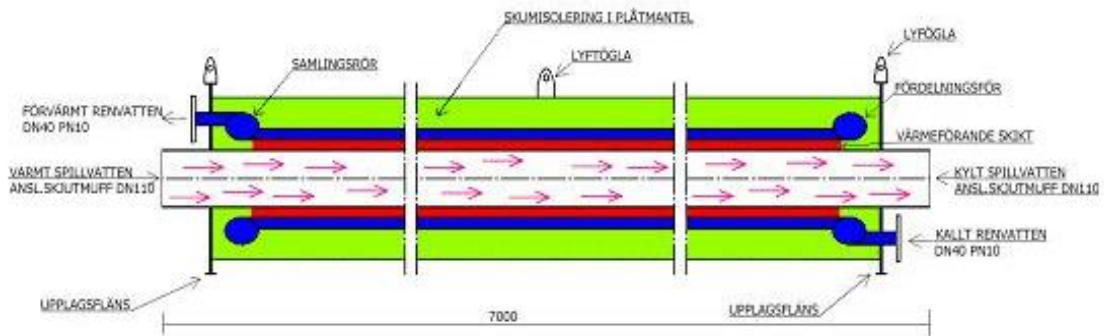
Växlaren kan vara nedgrävd i marken eller installerad inom byggandens klimatskärm. En nedgrävd växlare förlorar värme under transportsträckorna i rören, förlorad värme kan ej tas tillvara i byggnaden. Detta möjliggörs vid växelinstallationer inom byggnaden (Nykvist 2012).

I leverantörens bild, se Figur 2, visas hur växlaren är kopplad till en byggnads vatten- och avloppssystem. Kallvatten som ska bli varmvatten, förvärms av växlaren för att sedan värmas till önskad temperatur med hjälp av fjärrvärme. Varmvattnet pumpas därefter ut till byggnadens tappställen.



Figur 2: Växlarens samverkan med kall- och varmvattensystemet (bild från iNEX Internationell Exergi, 2013).

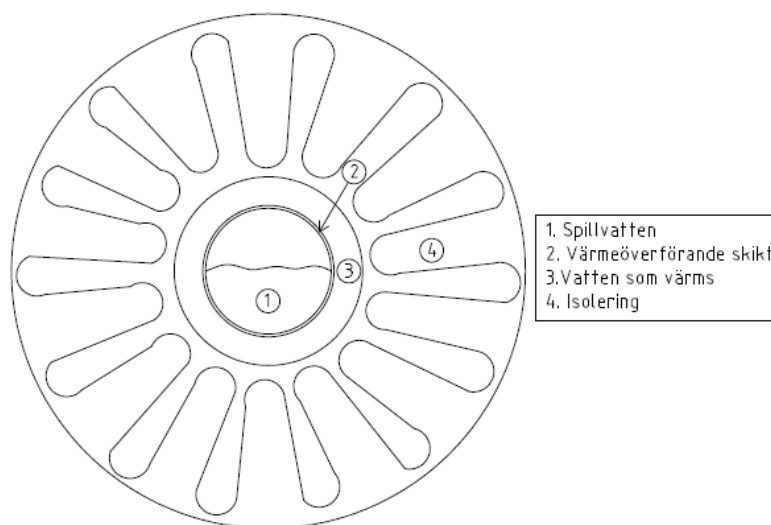
För ökad förståelse av värmeåtervinningen i Super Singlex krävs kunskap om växlarens uppbyggnad. Spillvatten leds enligt Figur 3 in i växlarens mitt och inkommande kallvatten leds motströms in i en separat ledning. Mellan kall- och spillvattenledningen finns ett värmeöverförande material som transporterar värme från spill- till kallvattnet. Runt rören finns en skumisolering för att förhindra att det uppvärmda kallvattnet kyls ner av marktemperaturen.



Figur 3: Super Singlex uppbyggnad (bild från Power Products Europé AB, 2004.)

Samflöde mellan spill- och kallvatten, d.v.s. att spillvatten strömmar genom växlaren vid samma tillfälle som varmvatten brukas i byggnaden, är en förutsättning för en fungerande värmeåtervinning. För att undgå problemet med samflöde diskuterar Jonsson (2005) magasinering av spillvattnet, vilket innebär att vattnet fördröjs i en behållare innan det leds i ett jämt flöde genom växlaren. Magasinering skulle innebära att värmeenergi kan överföras till kallvattnet oavsett tillgång på inkommande spillvatten.

Spillvattenledningen i Super Singlex fungerar som en vanlig avloppsledning. Spillvattnet flödar med hög fart genom växlaren, vilket enligt Jonsson (2005) ger en högre värmeavgivning än vid låg hastighet. Kontakten med avloppsröret beror på mängden utgående spillvatten, se i Figur 4. Jonsson (2005) beskriver ytterligare ett alternativ på växlare där avloppsröret istället fylls helt. Tillskillnad från det vanliga avloppsröret hinner temperaturen på vattnet sjunka, fördelen är att kontaktytan är större och värmeöverföringstiden är längre.



Figur 4: Schematisk bild över en genomskärning av växlaren.

2.3 Temperaturverkningsgrad spillvattenvärmeväxlare

I en rapport skriven av Yang, Zhang och Chen (2014) har temperaturverkningsgraden undersökts för ett borrhål som är konstruerat med ett rör innehållande ett värmeöverföringsmedium. Konstruktionen anses vara en värmeväxlare på grund av värmeutbytet som sker mellan mediet och omgivande jord. Principen för värmeöverföring är likvärdig med den som används i en spillvattenvärmeväxlare. Yang, Zhang och Chen (2014) uppger att temperaturverkningsgraden kan beräknas som aktuell värmeåtervinning dividerat med maximal värmeåtervinning.

I ett examensarbete av Rask (2012) beskrivs att en spillvattenvärmeväxlarens effektivitet kan beräknas som

$$\varepsilon = \frac{T_{k2} - T_{k1}}{T_v - T_{k1}} = \frac{\text{Verklig återvunnen värme}}{\text{Maximal återvunnen värme}} \quad (1)$$

där T_{k1} är temperaturen på det inkommande kallvattnet vidare är T_{k2} är det förvärmade vattnet som passerat genom växlaren. Temperaturen på det ingående spillvattnet beskrivs med T_v . Vidare varierar verkningsgraden mellan 0-100 %.

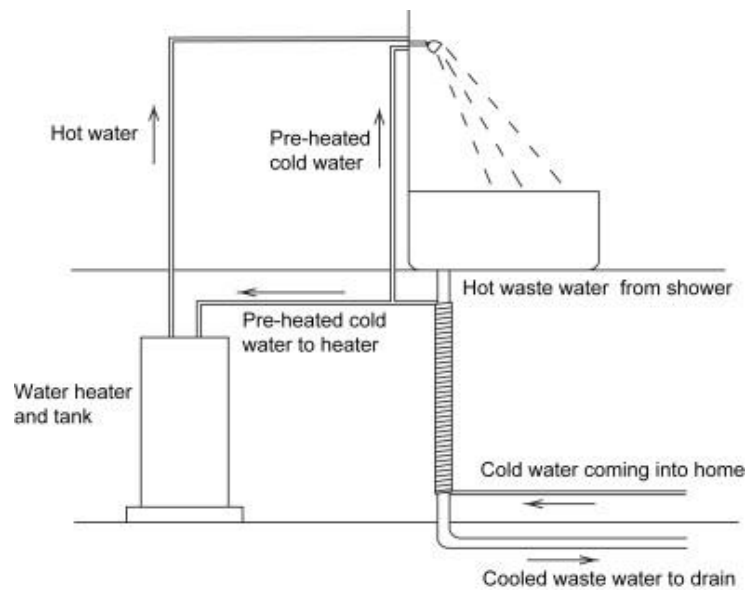
Spillvattenvärmeväxlarens temperaturverkningsgrad kan enligt Rask (2012) påverkas av skillnaden i temperatur mellan medierna, överföringsytans storlek, materialens värmeledningsförmåga samt flödets hastighet och om det är turbulent eller laminärt.

2.4 WC-stolar kopplade till spillvattenvärmeväxlare

Om svartvatten, det vill säga WC-stolarna, ska vara påkopplade till återvinningssystemet är ett diskuterat ämne. Jonsson (2005) menar att det är både för- och nackdelar med att koppla på svartvattnet och leda det i en gemensam ledning till växlaren. Kallt WC-vatten sänker temperaturen på det utgående spillvattnet, men har samtidigt på grund av sin friktion en rengörande effekt. När rörets insida hålls ren blir den värmeledande förmågan större och återvinningsgraden blir högre jämfört med om enbart det varmare och slambildande gråvattnet (använt vatten ifrån disk, tvätt, bad och dusch) skulle varit påkopplat. Med endast gråvatten bildas en beläggning på insidan av röret vilket försämrar värmeöverföringsförmågan.

2.5 Duschvärmeväxlare

Återvinningssystem för förbrukat duschvatten fungerar enligt liknande princip som värmeåtervinningen i spillvattenvärmeväxlaren Super Singlex. I Figur 5 beskriver Leidl och Lubitz (2009) hur ett återvinningssystem av duschvatten fungerar. Förbrukat varmvatten leds bort genom spillvattenledningen. Enligt Leidl och Lubitz ersätts 0.9-1.5 meter av spillvattenledningen i plast, vid installation i bostäder, av ett kopparrör. Kallvatten leds motströms i den separata kopparledningen som cirkulerar runt spillvattenröret och kallvattnet förvärmas av det utgående varmvattnet.



Figur 5: Princip för återvinning av förbrukat duschvatten (bild från Leidl och Lubitz, 2009).

Figur 5 visar att allt kallvatten förväms, vilket Leidl och Lubitz benämner som ett balanserat flöde. Återvinningen går även att ställa in som ett obalanserat flöde, vilket innebär att endast kallvatten som ska bli varmvatten förväms.

2.6 Isolerade respektive oisolerade ledningar

Enligt Energimyndigheten (2010) är U-värdet hos ledningar med modern isolering 0.13 W/m, K, se Tabell 3. Effektförlusten är alltså 0.13 W/m vid en differens på en grad mellan ledning och utsida isolering, medan ett oisolerat rör är sju gånger sämre.

Tabell 3: Jämförelse av U-värde för ledning med och utan isolering.

	U-värde
Oisolerat rör	0,91 W/m,K
Modern isolering	0,13 W/m,K

2.7 Termoelement

Termoelement är en teknik som är enkel att använda vid temperaturmätning. Duff och Towey (2010) beskriver i sin rapport hur tekniken fungerar. Ett termoelement mäter skillnaden mellan termoelementets mätpunkt och referenspunkt. Två sammansvetsade metallvagnar bildar termoelementets mätpunkt. I termoelement av typ T är en metallvajer av koppar och en av konstantan (ThermocoupleInfo, 2011). I referenspunkten är kopparn och konstantan inte sammansvetsade, utan anslutna till en logger. Konstantan består av 50-60% koppar, 32-40% nickel och 1-2% mangan (Electrovek Steel, 2013).

3. Portvakten Söder

I detta avsnitt beskrivs byggnaderna, växlaren och vattenförbrukningen i kvarter Portvakten Söder i Växjö.

3.1 Kvarterets vattensystem

Växjö stad får sitt vatten ifrån Bergaåsen utanför Ljungby. Vattnet är ett grundvatten och bör enligt Ögren (2008) ha en temperatur i intervallet 6-9°C. Vattnet ifrån Bergaåsen transporteras till Kvälleberg som är sista anhalten före vattnet distribueras ut på Växjös nät (Växjö Kommun, 2013). Parsland² visar i Tabell 4 på temperaturskillnader mellan Kvälleberg och systemets tryckstegringsstation i Teleborg, vilken ligger några kilometer söder om Portvakten Söder.

Tabell 4: Temperaturskillnader under transport av grundvatten ifrån Bergaåsen år 2013 (Parsland³).

Temperatur	Kvälleberg	Tryckstegringsstation i Teleborg
Min	6,4°C	5,3°C
Max	11,0°C	17,0°C
Medel	8,5°C	10,6°C

Temperaturvariationer på inkommande kallvatten påverkar enligt Nykvist (2012) återvunnen energi hos spillvattenvärmeväxlare. Ju lägre temperatur det inkommande kallvattnet har, desto mer värme överförs ifrån det varma spillvattnet till kallvattnet.

3.2 Lägenhetsfördelning

Kvarter Portvakten Söder i Växjö stod klart under hösten år 2009. Kvarteret består av två stycken flerbostadshus byggda med passivhusteknik. Den sammanlagda bo- och lokalarean är (enligt bilaga D) 4950 m² som fördelar sig på de två husen med 2754 m² i hus 28 och 2196 m² i hus 30. Sammanlagt finns det 64 lägenheter och lägenheterna fördelas mellan hus 28 och hus 30 enligt Tabell 5.

Tabell 5: Lägenhetstyper på Portvakten Söder.

Lägenhetstyp	Hus 28	Hus 30
2 rok	1 st	17 st
3 rok	15 st	15 st
4 rok	16 st	0 st
	Σ 32 st	Σ 32 st

² Lina Parsland, Processingenjör vatten, Växjö Kommun mailkonversation den 7 april 2014

³ Lina Parsland, Processingenjör vatten, Växjö Kommun mailkonversation den 7 april 2014

Enligt Virdelo⁴ skedde 26 stycken inflyttningar/utflyttningar i hus 28 och hus 30 under år 2013. Under halva 2014 har däremot enbart fyra inflyttningar/utflyttningar ägt rum i de två byggnaderna.

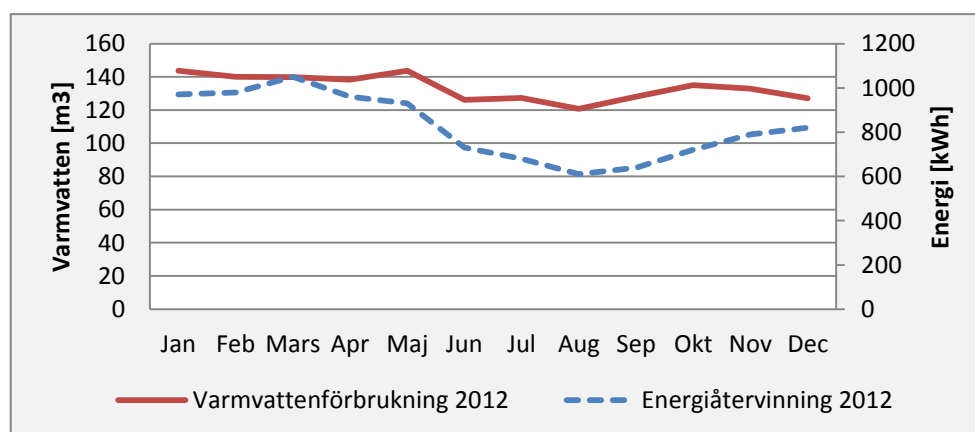
3.3 Portvakten Söders vattenförbrukning och energiåtervinning

Sedan 2009 har Växjöbostäder gjort uppföljningar av respektive byggnads varmvattenförbrukning. Uppföljningar från år 2012 och år 2013 påvisar, enligt Tabell 6, tydliga skillnader mellan de två byggnadernas varmvattenförbrukning. Från och med år 2012 har samtliga lägenheter i byggnaderna varit uthyrda, att studera skillnader från och med 2012 är därför av intresse.

Tabell 6: Varmvattenförbrukningen 2010-2013 för hus 28 och hus 30 (se även bilaga D).

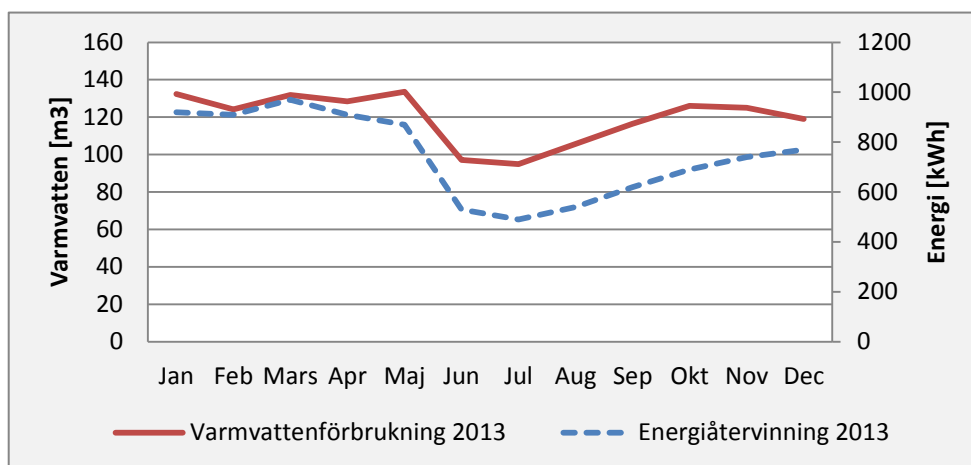
År	Hus 28	Hus 30	Skillnad i varmvattenförbrukning mellan de två husen
2010	349 m ³	346m ³	1%
2011	736m ³	606m ³	21%
2012	947m ³	656m ³	44%
2013	873m ³	562m ³	55%

En jämförelse av varmvattenförbrukning och växlarens energiåtervinning hos Portvakten Söder under år 2012 och år 2013 redovisas i Figur 6 respektive i Figur 7 (mer detaljer finns i bilaga D). Energiåtervinningen är enligt diagrammen som störst i mars och varmvattenförbrukningen har sin topp i maj under både 2012 och 2013. Under 2013 var sänkningen av varmvattenförbrukningen mer markant jämför med 2012. Kurvorna följer annars samma mönster.



Figur 6: Förhållandet mellan Portvakten Söders varmvattenförbrukning och energiåtervinning år 2012.

⁴ Mikael Virdelo, IT-samordnare Växjöbostäder AB, mailkonversation 15 maj 2014



Figur 7: Förhållandet mellan Portvakten Söders varmvattenförbrukning och energiåtervinning år 2013.

I Figur 6 och i Figur 7 ses hur varmvattenförbrukningen blir lägre under sommarmånaderna. Säsongsvariationer inom varmvattenförbrukning bekräftas även i en studie av fyra hyresfastigheter i Solna gjord av Hultström, Kücükaslan, Palm och Stenérus (2005).

3.4 Super Singlex-växlare installerad på Portvakten Söder

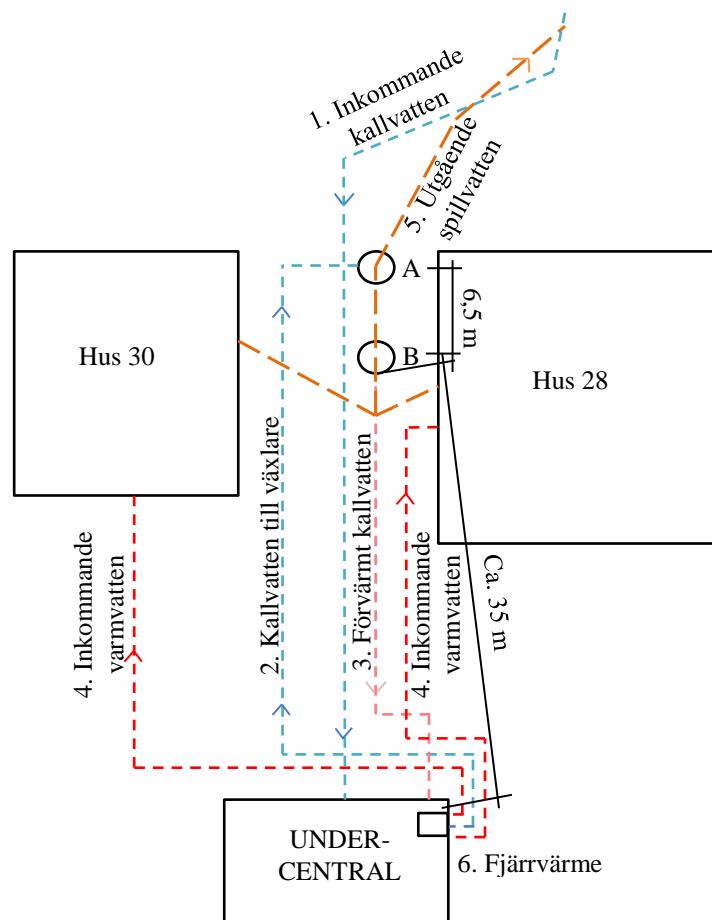
På Portvakten Söder finns en spillvattenvärmeväxlare installerad. Växlaren är enligt Johansson⁵ av märket Super Singlex och leverantören vid inköpet var Power Products Europe AB. Idag har iNEX Internationell Exergi övertagit produktion och försäljning av Super Singlex som idag har det nya namnet CCF Spillvattenväxlare (iNEX Internationell Exergi, 2014).

I kvarter Portvakten Söder är både grå- och svartvatten kopplat till växlaren. Det innebär att förutom spillvatten från dusch, diskmaskin m.m. är även WC-stolarnas avloppsvatten påkopplat spillvattenledningarna.

NCC genomförde 2008 en teoretisk energiberäkning av Portvakten Söders växlare (se bilaga A) de fick fram att växlarens förväntade energibesparing var 35818 kWh/år. Spillvattenvärmeväxlarens verkliga återvinning var 8960 kWh under år 2013 enligt mätvärden ifrån Växjöbostäder (se bilaga D). Den verkliga energibesparingen är följaktligen en fjärdedel av den teoretiska.

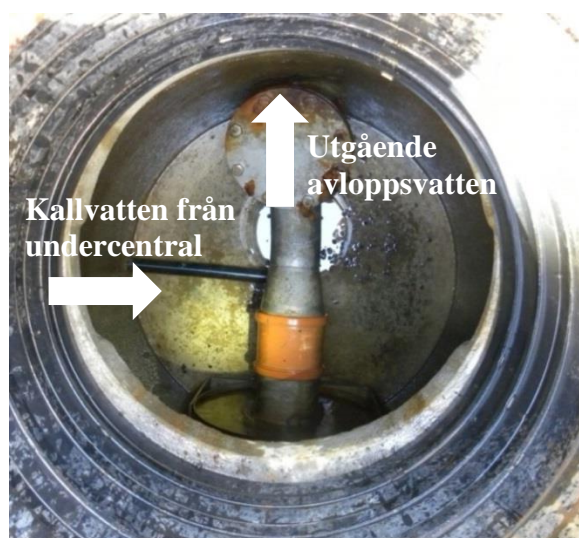
I Figur 8 visas en schematisk bild över hur spillvattenvärmeväxlaren Super Singlex är kopplad till Portvakten Söders vatten- och avloppssystem. I punkt A och B finns två stycken nedstigningsbrunnar, mellan vilka den 6,5 meter långa växlaren är nedgrävd. Inkommande kallvatten leds enligt Figur 8 ifrån undercentralen genom ledning 2 bort till nedstigningsbrunn A.

⁵ Roger Johansson Projektledare Imtech VS-teknik AB, mailkonversation den 1 april 2014



Figur 8: Skiss över hur spillvattenvärmeväxlaren är kopplad till vatten- och avloppssystemet.

I nedstigningsbrunn A ses enligt Figur 9 kallvattnets koppling till spillvattenvärmeväxlaren. I samma figur visas hur spillvattnet kommer ut ifrån växlaren, vilket även ses i Figur 8 där ledning 5 leder ut spillvattnet till det kommunala systemet.



Figur 9: Kopplingar i nedstigningsbrunn A.

Kall- och spillvatten transporteras i olika rör och innehållet i de två rören kommer således aldrig i kontakt med varandra. I växlaren leds kallvattenledningen som en spiral runt röret med det utgående avloppsvattnet. Värme överförs ifrån avloppsröret till kallvattenledningen. När kallvattnet kommer ut ur växlaren enligt Figur 10 har temperaturen ökat några grader. Figur 10 visar nedstigningsbrunn B enligt skiss i Figur 8.



Figur 10: Kopplingar i nedstigningsbrunn B.

Det förvämda kallvattnet leds enligt Figur 8 (ledning 3) tillbaka till undercentralen där det med hjälp av fjärrvärme värms ytterligare innan det pumpas till husens olika tappställen. Efter tappställe ska varmvatten ha en temperatur av minst 50°C och max 60°C (Boverket 2013).

3.5 Super Singlex-växlare i Stockholm

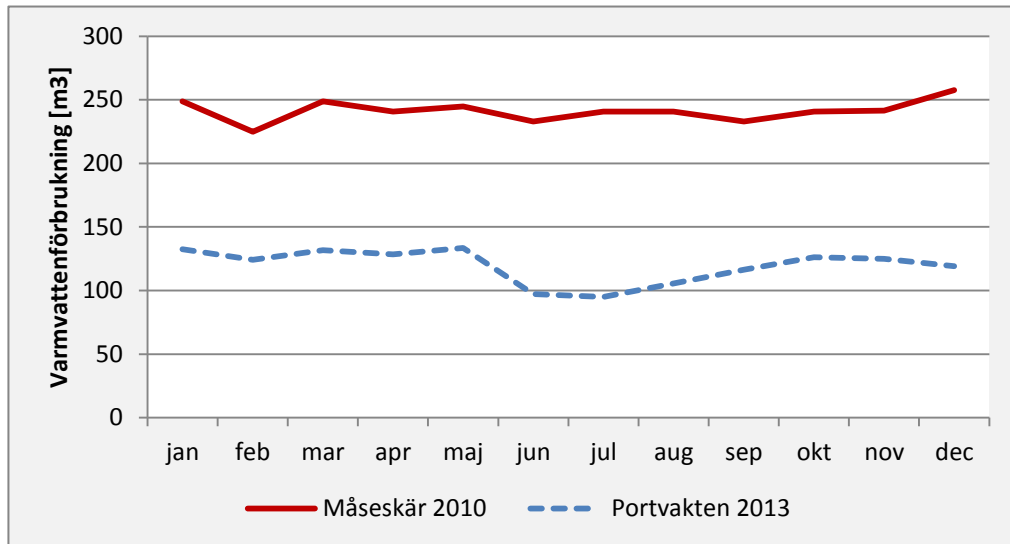
Enligt Nykvist (2012) har en likadan växlare som på Portvaktén Söder installerats i Stockholms shems kvarter Måseskär och även i Stockholm är den kopplad till två huskroppar. Växlaren är enligt Wiberg⁶ nedgrävd och avståndet mellan spillvattenväxlaren och undercentralen är ungefär 10 meter. Vidare är WC-stolarnas avloppsvatten kopplat till växlaren och de har inte haft några problem med rensning av växlaren.

Byggnaderna i Måseskär inhyser totalt 50 lägenheter jämfört med 64 stycken i Växjö. Bo- och lokalarean i Måseskär är 3500 m², motsvarande yta hos Portvaktén Söder är 4950 m². Måseskär ägs sedan 2011 av en bostadsrättsförening. Siffror som nämns i detta avsnitt grundar sig på data från Stockholms hem år 2010 och är delgivna av Wiberg⁷.

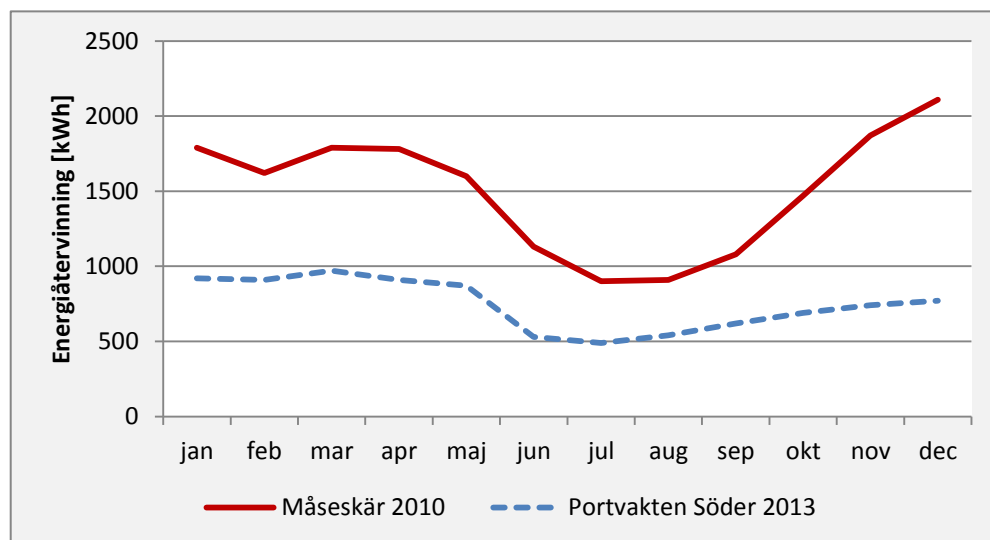
⁶ Gunnar Wiberg Energistrateg AB Stockholms hem, mailkonversation den 30 april 2014

⁷ Gunnar Wiberg Energistrateg AB Stockholms hem, mailkonversation den 30 april 2014

Portvakten Söders totala varmvattenförbrukning under 2013 var 1435 m³ (bilaga D). I Måseskär var varmvattenförbrukningen enligt Wiberg⁸ 2895 m³ under år 2010. Varmvattenförbrukningen för Måseskär grundar sig, enligt uppgift, på cirka 40 % av vattenförbrukningen. Tydligt i Figur 11 är att nästintill dubbelt så mycket varmvatten används i Måseskär, trots både det mindre antalet lägenheter och den mindre bo- och lokalarean. I Figur 12 visas att Måseskärs spillvattenvärmeväxlare återvinner mer energi än växlaren i Portvakten Söder.



Figur 11: En jämförelse av varmvattenförbrukning mellan Portvakten Söder och Måseskär.



Figur 12: Spillvattenvärmeväxlarens energiåtervinning på Portvakten Söder och i Måseskär.

⁸ Gunnar Wiberg Energistrateg AB Stockholmskem, mailkonversation den 30 april 2014

4. Metod och genomförande

I detta avsnitt beskrivs metod och tillvägagångssätt för att uppnå syftet att ta fram spillvattenvärmeväxlarens effektivitet. Stycket behandlar även angreppssättet för att utreda skillnaden i varmvattenförbrukning mellan husen.

4.1 Enkätundersökning för utredning av vatten- och elförbrukningen

En enkät utformas med syfte att kvantitativt utreda skillnaden i varmvattenförbrukning mellan hus 28 och hus 30. Resultatet ifrån enkätundersökningen kommer sedan att relateras till vattenförbrukningen i de två fastigheterna under år 2013. Avsnitten nedan behandlar olika aspekter av metodvalet, tillvägagångssätt och genomförande.

4.1.1 Val av metod för utredning av varmvattenanvändningen

Antalet personer boende i de två byggnaderna anses vara en viktig faktor i utredningen. Hyreskontrakt anger inte hur många som totalt bor i en lägenhet, därav ansågs en enkätundersökning vara en bra metod för att få den informationen.

En genomtänkt och väl utformad enkät kan leda till ett mycket omfattande och användbart resultat. Utformning och genomförande av en enkätundersökning är tidskrävande, där mycket tid läggs på förstudier, formulering och disposition.

I undersökningen behandlas de boendes vardagsvanor när det gäller både el- och vattenanvändning. Allmänna frågor kring boendet och de boendes förhållningssätt till olika miljöfrågor tas även upp. Den sista kategorin är till för att se om det går att utläsa skillnader mellan hur de två husen förhåller sig till besparingar, återvinning och andra faktorer som berör miljömedvetenhet.

4.1.2 Kritik till enkätundersökningen

Kritik till vald metod är svårigheten med låg svarsfrekvens. Risken med ett lågt deltagande är att de besvarade enkäterna inte är representativa samtliga hyresgäster, vilket påverkar trovärdigheten i resultatet. En låg svarsfrekvens kan vid upprepad undersökning leda till ett annat resultat om enkäten besvaras av andra hyresgäster än vid första undersökningen.

4.1.3 Enkätens utformning

Frågeformuläret består av 32 frågor. Enkäten har en försättssida med bakgrundsinformation och praktisk information om genomförandet av enkäten. Inledningsvis ställs frågor kring boendetyp och antal personer i hushållet tillhörande olika ålderskategorier. Vidare utreds om de boende regelbundet eller under längre perioder befinner sig på annan plats än hushållet. Fortsättningsvis ställs frågor med koppling till el- och vattenförbrukning och frågor som ska ge en bild av de boendes inställning till miljöbesparingar i allmänhet. För att se den fullständiga enkäten, se bilaga G.

Tyngden i enkäten ligger på de boendes vardagsvanor när det gäller el- och vattenförbrukning, vilket tidigare nämndes. Flertalet frågor behandlar hushållets sätt att diska, tvätta och duscha. De besvarar hur ofta, på vilket sätt och vilka temperaturer som används vid de olika aktiviteterna.

Flertalet svarsalternativ i enkäten bygger på femgradiga skalor, där svar ett och fem är varandras motsatser. Möjligheten att besvara frågorna neutralt var en av anledningarna till att ha en udda skala. Skalan möjliggör även ytterligare svarsalternativ där de förfrågade kan välja att nästan hålla med en av motpolerna. Utöver skalorna finns även föreslagna alternativ, där de tillfrågade kryssar i det alternativ som överensstämmer bäst.

Avslutningsvis finns möjlighet för hyresgästen att lämna egna tillägg eller kommentarer till enkäten. All respons som skrivs kan hjälpa oss hur vi ska förhålla oss till svaren.

4.1.4 Utdelning av enkäter

Utdelning av enkäter i hus 28 och hus 30 genomfördes en vardag i april. Dörrknackning gjordes på samtliga våningar i respektive hus. I överenskommelse med hyresgästerna bestämdes på vilket sätt enkäten skulle inlämnas. De boende kunde välja att posta sitt svar i ett svarskuvert eller återlämna den senare under dagen. De flesta valde det senare alternativet och placerade besvarad enkät i postfacket utanför lägenhetsdörren. Efter dörrknackning i samtliga lägenheter kunde svarebrev i postfacken samlas in. Efter att ha knackat på hos samtliga lägenheter gjordes ett uppehåll. Samma procedur upprepades sedan på seneftermiddagen/kvällen.

Efter avslutad dörrknackning lades enkäter och svarskuvert i brevlådor tillhörande hyresgäster, vilka vi inte haft kontakt med.

En påminnelse, se bilaga H, skickades ut till samtliga lägenheter två dagar innan sista inlämningsdag. I meddelandet tackades alla de som besvarat enkäten samtidigt som en påminnelse gavs till de som ännu inte svarat.

4.2 Utredning av temperaturverkningsgrad hos spillvattenvärmeväxlaren

Spillvattenvärmeväxlaren som studeras är gemensam för hus 28 och hus 30, att studera båda husen ter sig därför naturligt. För att ta reda på spillvattenvärmeväxlarens effektivitet ska växlarens temperaturverkningsgrad över ett dygn fastställas. Temperaturverkningsgraden bestäms kvantitativt genom temperaturmätning på inkommande och utgående spill- och färskvatten intill växlaren.

4.2.1 Val av metod för bestämning av temperaturverkningsgraden

Instrumenten som användes för att mäta temperaturen var så kallade termoelement (temperaturgivare). Fyra termoelement placerades i respektive inspektionsbrunn, två på spillvattenledningen och två på färskvattenledningen. Två termoelement på varje rör stärker mätningen av temperaturen med ett medelvärde på respektive

ledning. Två termoelement på varje rör medför även ökad säkerhet då avläsningar görs. Vid eventuellt bortfall av ett termoelement finns fortfarande möjlighet för det andra termoelementet att registrera temperaturen.

Termoelementen i de två inspektionsbrunnar anslöts till varsin logger, vilken registrerade temperaturen var femte minut. Mätningen utfördes under en vecka och skulle resultera i en mängd registrerade temperaturer som kunde användas för att beräkna temperaturverkningsgraden.

Efter sammanställning av mätresultatet beräknades medeltemperaturen för respektive rör och dygn. Vidare beräknades temperaturverkningsgraden för respektive dygn.

4.2.2 Kritik till mätmetod

Grundtanken var att temperaturen hos spill- och färskvattenrören skulle mätas mellan bestämda klockslag med en lasermätare. Mätmetoden krävde nedstigning i de två inspektionsbrunnarna vid varje mättillfälle, vilket i sin tur krävde hjälp ifrån en drifttekniker för öppning och stängning av brunnslocken. Metoden ansågs tidskrävande, en annan mer noggrann metod med möjlighet till loggning av mätvärden valdes därför.

Vald mätmetod bygger på tekniken termoelement. Temperaturmätningarna gjordes på spill- och färskvattenrörens utsida. Båda rören är av plast men möjligheten finns att deras värmeledningsförmåga skiljer sig åt, vilket kan påverka resultatets tillförlitlighet. Temperaturmätning med tekniken termoelement väljs på grund av att metoden anses vara den mest tillförlitliga sett till undersökningens förutsättningar.

Dykgivare är en tredje variant av metod för temperaturmätning på spill- och färskvatten. Dykgivare installeras inuti rören och skulle kunna ge mätvärden för både temperatur och flöde och därmed möjliggöra beräkning av spillvattenvärmeväxlarens effektivitet. Denna metod är inte möjlig inom undersökningens tidsramar, då dykgivare inte finns installerade i dagsläget och en installation inte är möjlig under projektiden.

4.3 Instrument och genomförande av temperaturmätning

För att ta fram temperaturverkningsgraden för spillvattenvärmeväxlaren användes mätinstrumentet Testo 176 T4, vilket använder tekniken termoelement. Mätinstrumentet var typ T, vilket innebär att mätaren registrerar temperaturer mellan -200 °C och +400 °C enligt medföljande produktspecifikation. Noggrannheten hos instrumentet är $\pm 0,3$ °C inom temperaturintervallet -100 °C och +70 °C.

Det krävdes två mätinstrument för att utföra mätningen, en i vardera änden av växlaren. Instrumenten beställdes av en forskningsingenjör vid Linnéuniversitetet, vilken även gjorde förberedande inställningar. Instrumenten mätte och loggade värden i ett fem-minutersintervall som sedan behandlades i ett datorprogram.

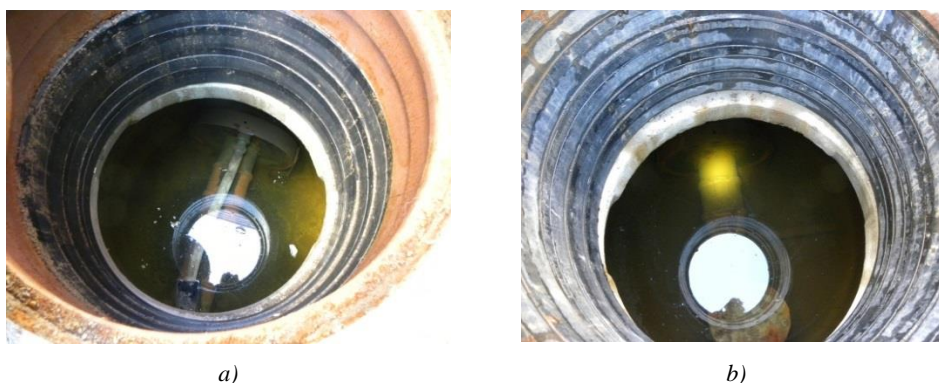
Mätinstrumentets utformning visas i Figur 13. Det fanns fyra portar i respektive mätinstrument, där varje port kopplades till ett termoelement. Varje instrument kopplades till två ledningar, vilket gjorde att det blev två anslutningar på respektive rör. Anslutningarna är enligt Figur 13 b) namnade med A1-A4 och B1-B4 enligt samma bokstav som respektive inspektionsbrunn. Detta för att kunna identifiera mätvärden och termoelementens placering. I änden på varje kabel lödde forskningsingenjören fast en liten kopparplåt för att termoelementen lättare skulle gå att fästa på önskad yta. Mätvärdena bestod av temperaturregistreringar ifrån rören i inspektionsbrunn A och B, vilka registrerades var femte minut under en vecka.



Figur 13 Visar mätinstrumentens utformning och a) visar loggarna och dess skyddande låda och b) visar termoelementens utformning och markering.

4.3.1 Problem med mätningarna

Det gjordes en rad olika besök på plats vid spillvattenvärmeväxlaren. Ett första besök gjordes med anledning att studera förutsättningarna för montering av vald mätutrustning. Vid inspektionen visade det sig att brunnarna var fyllda med vatten se Figur 14. Inspektionsbrunnarna hade inte synats sedan växlaren installerades år 2009, att det stod vatten i dem var därför okänt av Växjöbostäder och Energikontor Sydost. Under dessa förutsättningar kunde inga mätningar göras. Vattnet togs bort med hjälp av slamsugningsbil.



Figur 14: Inspektionsbrunnarna till spillvattenvärmeväxlaren fyllda med vatten där a) visar brunnen där uppvärmt vatten kommer från växlaren och b) visar brunnen där kallvatten går in i växlaren.

En vecka därefter gjordes ytterligare en tillsyn av inspektionsbrunnarna och det visade sig att de fylldes till samma vattennivå som tidigare.

4.3.2 Montering av mätinstrument

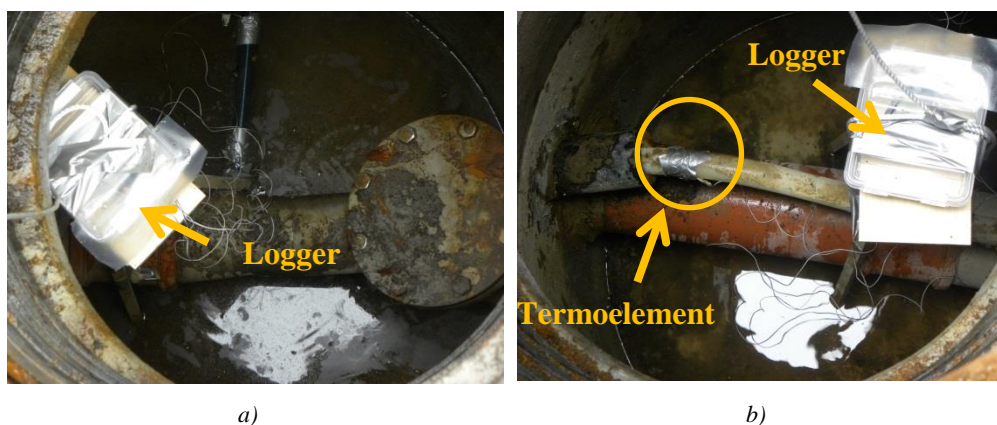
För att möjliggöra montering av mätinstrument gjordes åter en tömning av brunnarna. Redan en och halvtimme senare hade det hunnit trycka upp grundvatten igen, se Figur 15.



Figur 15: Visar vattennivån i brunnarna 1,5 h efter tömning.

Termoelementen applicerades på fyra olika ställen i respektive inspektionsbrunn, två temperaturgivare på spillvattenledningen och två givare på vattenledningen. Inspektionsbrunnen där uppvärmt vatten kommer ifrån växlaren betecknades A (se inspektionsbrunn A i Figur 8), vidare betecknades den andra brunnen B.

Termoelementen sattes fast på rören med silvertejp enligt Figur 16b). Efter att termoelementen fästs placerades loggern på en trefots-ställning och tejpades fast, se Figur 16.



Figur 16: Visar placering av termoelement och logger i a) brunn A och b) brunn B.

Termoelementen placerades enligt Tabell 7.

Tabell 7: Visar termoelementens placering.

Brunn A	Brunn B
A1-inkommande kallvatten längst bort från växlaren	B1-spillvatten närmast växlaren
A2-inkommande kallvatten närmast växlaren	B2-spillvatten närmast undercentralen
A3-spillvatten närmast växlaren	B3-förvämt kallvatten närmast växlaren
A4-spillvatten längst från växlaren	B4-förvämt kallvatten närmast undercentralen

En vecka senare avslutades mätningen och åter igen var inspektionsbrunnarna vattenfyllda till samma nivå som vid den första inspektionen. Den ena loggern fick ingen kontakt med datorprogrammet på grund av vatten i brunnen. Efter torkning med värmeblåst startade logger A igen och mätvärden ifrån loggern och därmed ifrån rören i inspektionsbrunn kunde mätas.

5. Resultat och analys

5.1 Varmvattenförbrukning

År 2013 använde hus 28 drygt dubbelt så mycket varmvatten som hus 30 (bilaga D). Nedan följer en sammanställning ifrån studier av vattenförbrukningen i de två byggnaderna samt resultatet ifrån enkätundersökningen. Resultatet ifrån enkätundersökningen visar på stora likheter mellan de två byggnaderna. Ett utdrag av resultatet ifrån enkäten visas i bilaga F.

5.1.1 Enkätundersökningens svarsfrekvens

Utdelningen av enkäter genom dörrknackning resulterade direkt i 25 besvarade enkäter. Vid besök i de två byggnaderna visade det sig att svar från samtliga lägenheter inte var möjlig. Några av de boende svarade direkt att de inte ville medverka, andra saknade tillräcklig kunskap i det svenska språket eller förmåga att fylla i enkäten på grund av ålder eller sjukdom. Vid utdelningen uppfattades även att några hyresgäster gjorde medvetna val att inte öppna dörren och ta emot enkäten, om de sedan svarade via svarsbrev finns ej vetskap om.

Av postade enkäter erhöles fem svar. Utskickad påminnelse resulterade i ett svar.

I hus 30 finns en gästlägenhet som kan hyras av de boende, en ifylld och representativ enkät är därför inte möjlig för lägenheten. Vid besök i hus 30 visade det sig att två lägenheter stod tomma. Svarsfrekvens och fördelning av besvarade enkäter för husen visas i Tabell 8.

Tabell 8: Visar svarsfrekvens för hus 28 och 30.

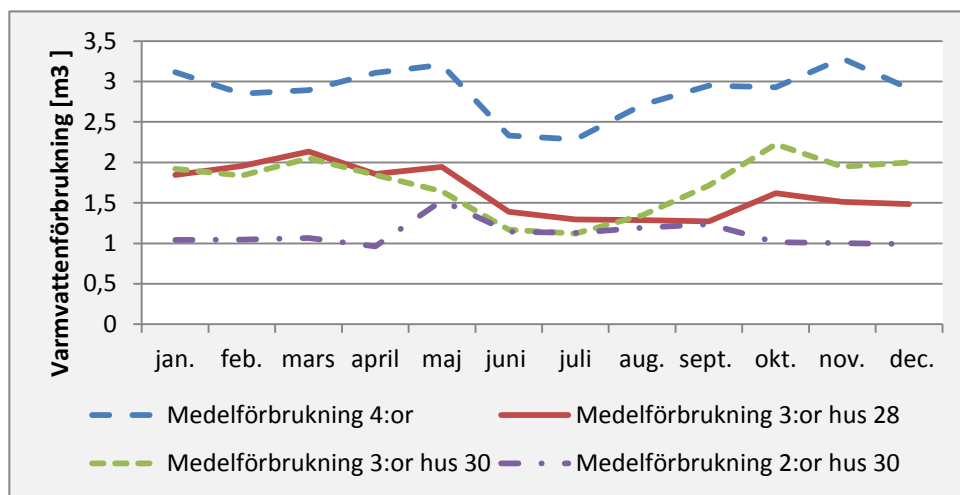
	Hus 28	Hus 30
Antal lägenheter	32	32
Antal svarande	19	11
Antal som tackade nej	3	4
Svarsfrekvens	59 %	34 %

Knappt hälften, närmare bestämt 30 av 64 hushåll besvarade enkäten. Alla hushåll är därmed inte representerade i resultatet och undersökningen. En inte så hög svarsfrekvens påverkar studiens validitet och kan ge skevheter i resultatet, vilket i sin tur påverkar resultatets trovärdighet (Fowler, 2009). Ytterligare en faktor för felmarginaler är att de två byggnaderna inte har en jämlig representation i resultatet, då besvarade enkäter inte är jämt fördelade över de två husen. Därför bör resultatet, analysen och slutsatserna tolkas med en viss försiktighet.

5.1.2 Varmvattenförbrukning för lägenhetstyp och hus

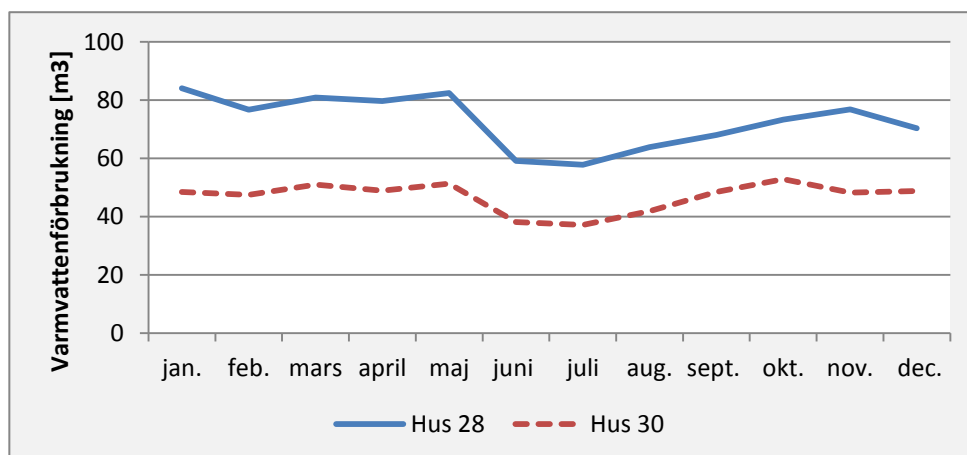
Användningen i samtliga lägenheter under år 2013 har sammanställts i ett antal grafer och bifogas i bilaga B.

Ett medelvärde tas fram för att se hur varmvattenförbrukningen varierar över året mellan de olika lägenhetstyperna i de två husen, se Figur 17. Graferna är baserade på medelvärden över år 2013. Resultatet visar att lägenheter med 4 rok har en större varmvattenförbrukning än de med 3 rok respektive 2 rok. Medelvärden för treorna visar att det inte är någon större skillnad i förbrukning mellan hus 28 och hus 30. Medelförbrukningen för lägenheterna med 2 rok är lägre än övriga lägenhetstyper. Medelförbrukningen av varmvatten visar på säsongsvariationer för de olika lägenhetstyperna. Lägenheterna med 4 rok respektive 3 rok har en lägre varmvattenförbrukning under sommaren, medan lägenheterna med 2 rok har en högre medelförbrukning under samma period.



Figur 17: Medelförbrukning av varmvatten för respektive lägenhetstyp och hus.

I Figur 18 visas varmvattenförbrukningen fördelat över året för respektive hus oberoende av lägenhetstyp. Graferna visar att de båda husen har liknande säsongsvariationer i förbrukningen under året, men att den totala förbrukningen är lägre i hus 30 jämfört med den i hus 28.



Figur 18: Visar varmvattenförbrukningen för respektive hus för 2013.

5.1.3 Antal boende per lägenhet

Hyresgästerna fick i enkäten besvara frågan; *Hur många bor i lägenheten?* Det högsta och lägsta antalet boende i respektive lägenhetstyp, utifrån de 30 besvarade enkäterna, visas i Tabell 9. Ur tabellen framgår att högsta antalet boende var fyra personer oavsett lägenhetens storlek. Vidare ses att antalet boende varierar inom samma lägenhetstyp.

Tabell 9: Högsta och lägsta antalet boende i de olika lägenhetstyperna.

	Minsta antal boende enl. enkätsvar	Största antal boende enl. enkätsvar
2 rok hus 30	1	4
3 rok hus 30	2	4
2 rok hus 28	2	2
3 rok hus 28	2	4
4 rok hus 28	2	4

Utifrån uppgifter från enkätsvaren beräknas det genomsnittliga antalet personer som bor i de olika lägenhetstyperna. Resultatet visas i Tabell 10. Det genomsnittliga värdet för lägenheten med 2 rok i hus 28 är uträknat enbart på en lägenhet.

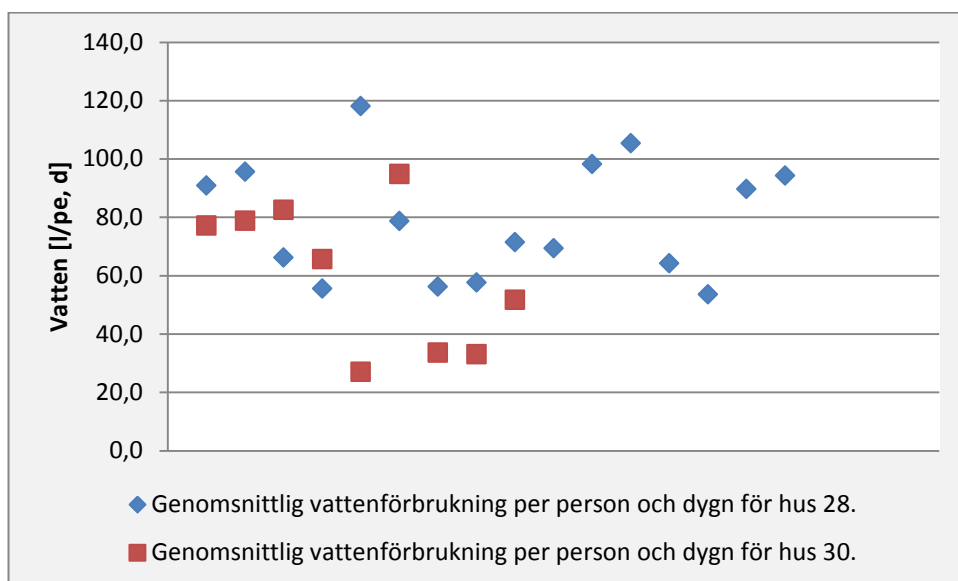
Tabell 10: Genomsnittliga antalet personer i respektive lägenhetstyp.

	Hus 28	Hus 30
2 rok	2,00 pers	2,00 pers
3 rok	2,29 pers	2,57 pers
4 rok	3,09 pers	

5.1.4 Vattenförbrukning i hus 28 och hus 30

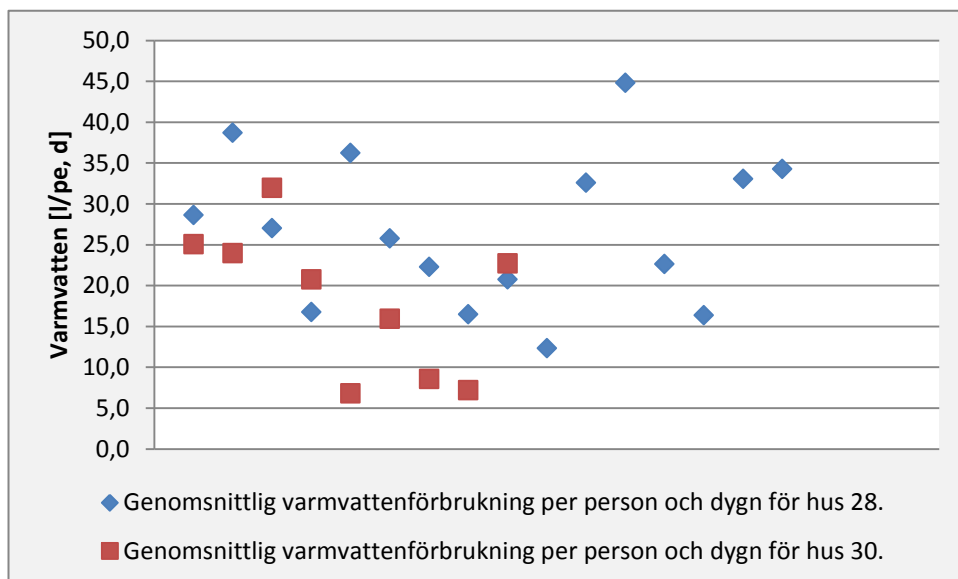
Enligt mätvärden ifrån Växjöbostäder (bilaga C) har beräkningar gjorts av den genomsnittliga vattenförbrukningen person och dygn. Beräkningar har endast gjorts av de 25 lägenheter där vi har uppgift om antalet boende.

Efter sammanställning av beräkningarna ses stora skillnader i vattenförbrukning, se Figur 19. Punkterna i figuren visar olika lägenheters genomsnittliga vattenförbrukning i liter per person och dygn (förkortas i fortsättningen l/pe,d). Hus 28 har en genomsnittlig vattenförbrukning som varierar mellan 54-118 l/pe, d, motsvarande värden för hus 30 är 27- 95 l/pe, d. Genomsnittliga medelvattenförbrukningen för hus 28 är 79 l/pe, d och 57 l/pe, d för hus 30.



Figur 19: Genomsnittlig vattenförbrukning i liter per person och dygn i olika lägenheter år 2013 (Växjöbostäder, bilaga C).

Stora variationer i vattenförbrukning ses även i den genomsnittliga varmvattenförbrukningen i liter per person och dygn i Figur 20. Förbrukningen varierar mellan 12-45 l/pe, d i hus 28 och mellan 7-32 l/pe, d i hus 30. Medelvarmvattenförbrukningen per person och dygn för hus 28 och hus 30 blir följaktligen 27 l/pe,d respektive 18 l/pe,d.

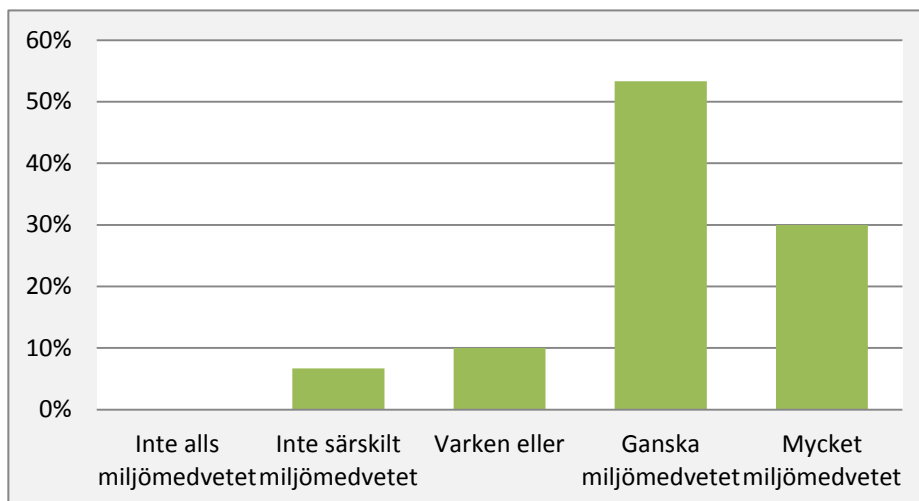


Figur 20: Genomsnittlig varmvattenförbrukning i liter per person och dygn i olika lägenheter år 2013 (Växjöbostäder, bilaga C).

Enligt Energimyndigheten (2011) har en person boende i ett flerbostadshus en sparsam förbrukning vid 110 l/pe, d och en hög förbrukning vid 384 l/pe,d. I resultatet beräknas den genomsnittliga vattenförbrukningen per person och dygn, vilket visar att hyresgästerna på Portvakten Söder har en väldigt låg förbrukning jämfört med den teoretiska vattenanvändningen.

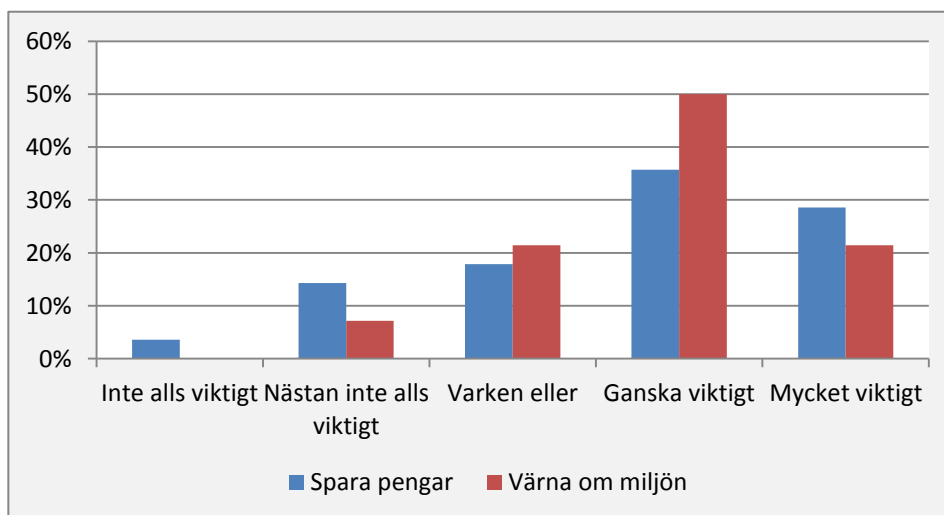
5.1.5 Miljömedvetenhet hos de boende

I enkätundersökningen fick hushållen, med hjälp av en femgradig skala, besvara frågan; *Hur miljömedvetet är hushållet?* Sammanställda svar redovisas i Figur 21, där 83 % av hushållen har uppgett att de är ganska miljömedvetna eller mycket miljömedvetna.



Figur 21: Visar hushållens uppskattning av deras miljömedvetenhet.

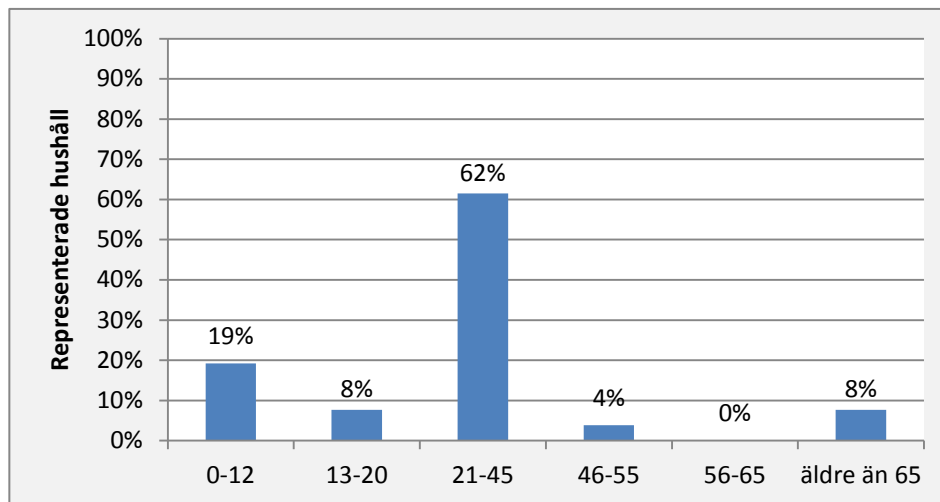
Vidare graderade hushållen enligt Figur 22 hur viktiga faktorerna "spara pengar" och "värna om miljön" är för en minskning av el-, varm- och kallvattenförbrukningen. 65 % av de svarande angav att spara pengar var en mycket viktigt eller ganska viktig faktor till att minska användningen. Värna om miljön var enligt 71 % en ganska viktigt eller mycket viktigt faktor till att sänka el- och vattenanvändningen.



Figur 22: Visar hur viktigt vissa faktorer är för att minska användningen av el-, varm- och kallvatten.

5.1.6 Åldersfördelningen i kvarter Portvakten Söder

Svaren på enkäten gav en åldersfördelning enligt Figur 23. Största andelen (drygt 60 %) av de representerade hushållen befinner sig i åldern 21-45 år, vilket även är det svarsalternativ med störst åldersintervall. Åtta procent av personerna representerade i de olika hushållen befinner sig i åldrarna 13-20 år, en lika stor procentandel uppgavs vara äldre än 65 år. Representanter från åldrarna 56-65 år saknas.

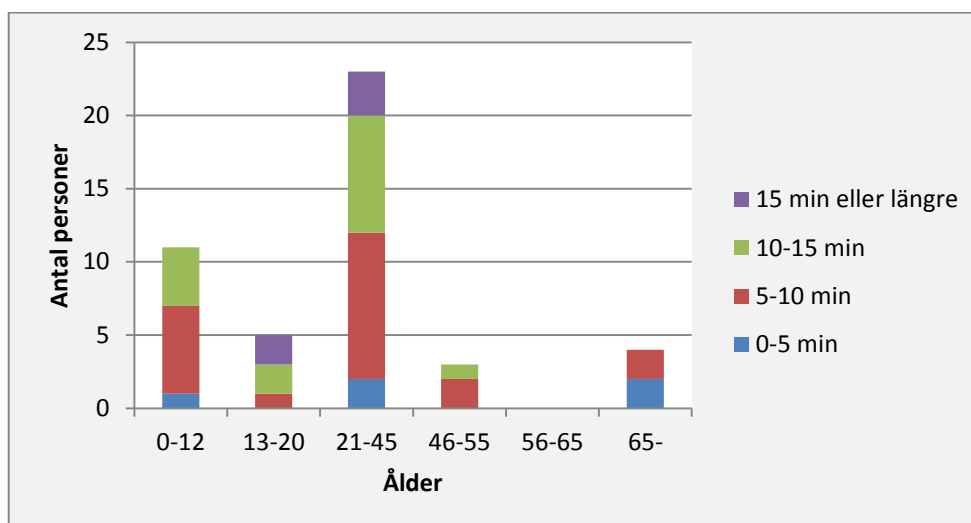


Figur 23: Åldersfördelningen för hus 28 och hus 30.

5.1.7 Duschlängd

Personlig hygien står för knappt 40 % av den totala dagliga vattenanvändningen (Svenskt Vatten, 2014), vilket gör att de boendes duschvanor är intressant att studera.

I enkäten ombads hyresgästerna att uppskatta genomsnittlig duschtid för personerna i hushållet. Svarsalternativen var uppbyggda så att de kunde uppskatta duschtid för medlemmarna i hushållet utifrån olika ålderskategorier. Hyresgästernas svar har sammanställts i Figur 24. Resultatet visar att den längsta duschtiden på 15 minuter eller längre endast finns representerade i ålderskategorierna 13-20 år och 21-45 år. I åldrarna 13-20 år och 46-55 år är det ingen som uppgett att de duschar inom det kortaste tidsintervallet på 0-5 minuter. Ålderskategorin 21-45 år är den enda gruppen där alla duschintervall finns representerade, de är även den gruppen med flest representanter. Det låga antalet representanter ifrån övriga kategorier gör att en rättvis bedömning är svår.



Figur 24: Genomsnittlig duschtid för personer i olika ålderskategorier.

Med hjälp av svaren ifrån enkäten beräknas den genomsnittliga duschtiden för varje ålderskategori, sammanställningen visas i Tabell 11. Resultatet visar att genomsnittlig duschtid är längst i ålderskategorin 13-20 år, där de i genomsnitt duschar 10-15 minuter. Vidare duschar de i åldern 21-45 år ca 10 minuter. Duschtiden är lägre i åldrarna 0-12 år och 46-55 år, där de i genomsnitt duschar 5-10 minuter. Studien visar även att personer över 65 år duschar i genomsnitt ca 5 minuter.

Tabell 11: Visar genomsnittlig duschtid för respektive ålderskategori.

0-12 år	13-20 år	21-45 år	46-55 år	56-65 år	Äldre än 65 år
5-10 min	10-15 min	Ca 10 min	5-10 min		Ca 5 min

Gram-Hanssen och Nærvig Petersen (2005) konstaterar att den totala varmvattenförbrukningen är lägre för barn upp till 12 år, därefter ökar förbrukningen fram till 40 års ålder. Samma fördelning ses i duschtid hos hyresgästerna på Portvakten Söder. Mindre barn har en kortare duschtid än tonåringar och vuxna upp till 45 år, därefter minskar duschtiden med ålder.

5.2 Temperaturverkningsgrad spillvattenvärmeväxlare

Termoelementen placerades enligt Tabell 12. Medeltemperaturen för A1 och A2, A3 och A4, B1 och B2 samt B3 och B4 beräknas och visas i Figur 25.

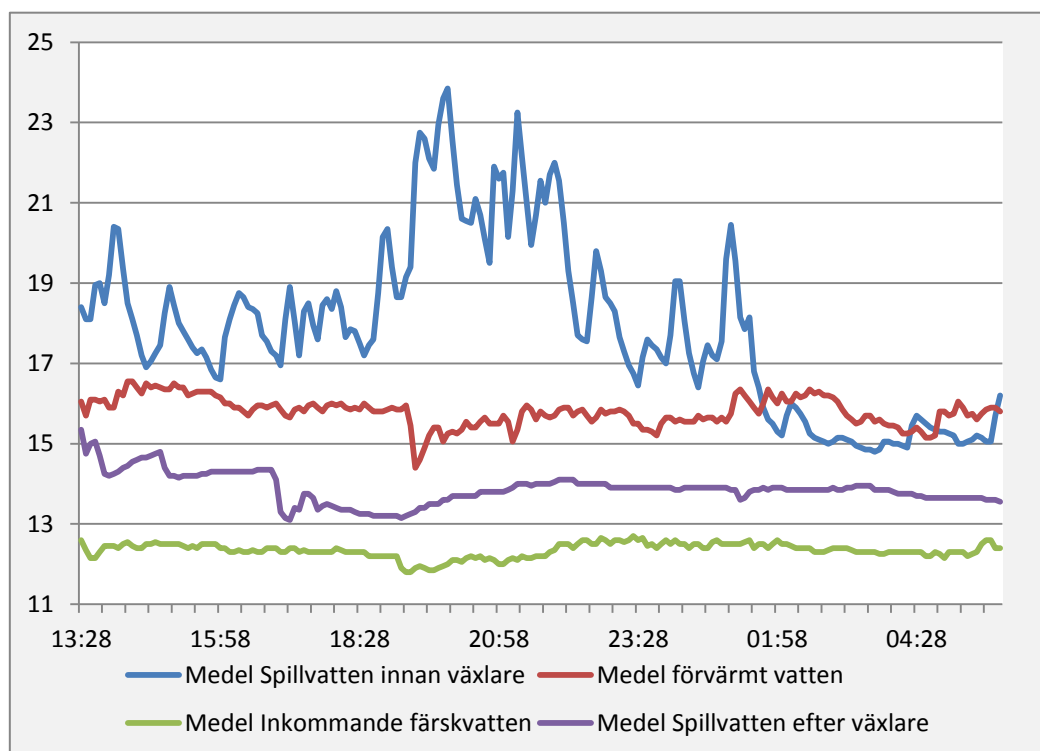
Resultatet visar en märkbar temperaturvariation enbart på det inkommande spillvattnet i växlaren. Det inkommande spillvattnets temperaturvariationer går att följa under försökets första timmar, där spillvattnets temperatur är högre på kvällen än under dagen. Spillvattentemperaturen mellan klockan 02.00-13.30 går inte att utläsa på grund av grundvattnets påverkan. Hur spillvattnets temperatur varierar över dygnet kan därför inte kommenteras.

Det förvärmade färskvattnet visar en relativt konstant temperatur på ca 16 grader och det inkommande färskvattnet en konstant temperatur på ca 12 grader. Det uppvärmda vattnet har inga större temperaturskillnader vilket det borde ha då en högre respektive lägre temperatur på spillvattnet ger olika värmeöverföring mellan medierna (Nykvist, 2012).

Runt klockan 01.30 har det uppvärmda vattnet en högre temperatur än det inkommande spillvattnet. Vid samma tid planar det inkommande spillvattnets temperatur ut med anledning av att grundvattnet täcker termoelementet. Grundvattnets temperatur varierar mellan 6-9 grader (Ögren, 2008), denna temperatur tillsammans med temperaturen på spillvattenledningens utsida utgör tillsammans den konstanta utjämnade temperaturen.

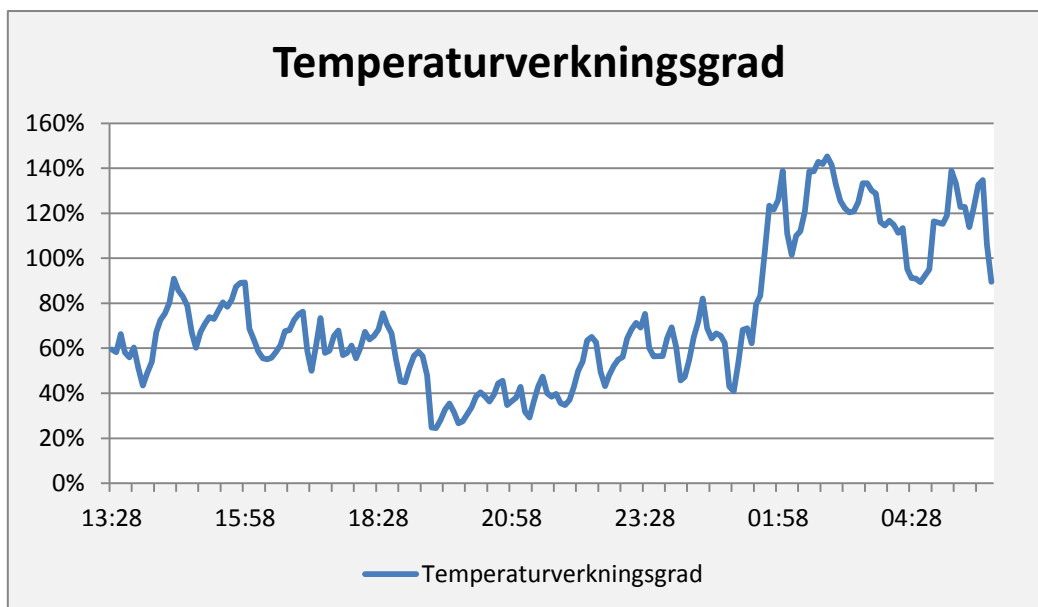
Tabell 12: Termoelementens placering i respektive brunn.

Brunn A	Brunn B
A1-inkommande kallvatten längst bort från växlaren.	B1-spillvatten närmast växlaren
A2-inkommande kallvatten närmast växlaren	B2-spillvatten närmast undercentralen
A3-spillvatten närmast växlaren	B3-uppvärmt vatten närmast växlaren
A4-spillvatten längst från växlaren	B4-uppvärmt vatten närmast undercentralen



Figur 25: Medeltemperaturen för samtliga mätställen.

I Figur 26 visas hur beräknad temperaturverkningsgrad varierar över given tidsperiod. Verkningsgraden är lägst under samma tidsintervall som inkommande spillvattentemperatur är störst. Den 6/5 klockan 01.45 passerar verkningsgraden 100 % vilket inte är rimligt. En verkningsgrad kan inte vara högre än 100 % eftersom växlaren då skulle ge mer energi till kallvattnet än vad den får från det utgående spillvattnet.



Figur 26: Temperaturverkningsgradens variation mellan klockan 13.30–05.50.

5.3 Oisolerade ledningar i inspektionsbrunnarna

I inspektionsbrunn B är ca 0,7-0,8 m av vattenledningen oisolerad, men sträckan mellan brunnen och undercentralen är isolerad. En oisolerad ledning har en effektförlust som är sju gånger större jämfört med om den skulle varit isolerad (Energimyndigheten, 2010). Effektförlusten hos den oisolerade sträckan är högre än en lika lång sträcka av den isolerade ledningen. Den oisolerade sträckan ger en onödig ökad energiförlust hos det förvärmade vattnet som ska transporteras vidare till undercentralen.

6. Diskussion och slutsatser

6.1 Enkätundersökningen

Resultatet ifrån enkätundersökningen och faktisk vattenförbrukning diskuteras i detta avsnitt, men först behandlas bland annat utformning och utdelning av enkäterna.

6.1.1 Svarsfrekvens

Skillnaden i antalet svarande kan ha olika orsaker. Vid tiden för utdelning av enkätundersökning var det påsklov för samtliga skolor i Växjö kommun, vilket kan innebära att ett större antal barnfamiljer och skolungdomar befann sig i hemmet. En annan tanke är att lov och lediga dagar kring påsk även kan medföra att fler hushåll befinner sig på annan plats än hemmet.

Det finns både för- och nackdelar med tiden för utdelningen. Slutdatum för enkäten satts till fyra dagar efter påskhelgen, med förhoppningen att kunna nå ut till så många som möjligt oavsett påskfirande eller inte. Möjligheten finns att hyresgästerna hade behövt längre svarstid. Samtidigt är det inte lämpligt att sätta ett slutdatum för att lämna in enkäten för långt fram i tiden, då risken finns att de förfrågade skjuter upp att besvara enkäten till senare och slutligen glömmer bort den. Dörrknackning möjliggjorde svar och inlämnande direkt, vilket innebar att enkäten inte blev lagd åt sidan och bortglömd.

De boende gavs även möjligheten att besvara enkäten senare och posta den med ett portofritt kuvert, men upplevelsen var att majoriteten blev positivt överraskade av möjligheten att återlämna enkäten till oss under dagen som vi befann oss i kvarteret.

I samtal med hyresgäster som passerat 65 år kunde enkäten upplevas svår att läsa, tyda och fylla i. Problematiken kan vara en förklaring till obesvarade enkäter. I det allmänna svarsfältet ställdes frågor om möjligheten att fylla i enkäten via internet.

Utifrån detta kan slutsatserna dras att det är svårt att finna ett lämpligt slutdatum för inlämning. Ett återbesök i de två byggnaderna skulle enligt vårt resultat och resonemang öka antalet svarande, detta gäller även möjligheten att fylla i enkäten via internet. Det framgick även att en engelsk version av enkäten skulle lett till ytterligare svar.

6.1.2 Utformning av enkäten

Vid tidpunkten för utformning av enkäten var den första mätmetoden med lasermätare aktuell. Metoden byggde på klockslag, kartläggning av vattenanvändning under dagen var av intresse. Frågor ställdes för att få en bild av om vattnet som användes förväntades fördröjas i byggnaden eller om det skulle nå växlaren kort därefter. Frågorna skulle ligga till grund för diskussion kring samflödet, men då denna mätmetod uteslöts tas inte dessa frågor upp i resultatet.

En felmarginal var att en fråga behandlande hur länge hushållet bott i lägenheten saknades. Avsaknaden av denna information påverkar tillförlitligheten vid beräkning av medelvattenförbrukningen per person och dygn. I beräkningen jämförs de 25 enkäterna, vilka kan kopplas till lägenheternas vattenförbrukning år 2013, med antalet boende i hushållet som angivits i enkäten. Antalet lägenheter som har fått nya ägare, är större än de antal lägenheter som studerats i rapporten. Risken är att endast de nyinflyttade hyresgästerna har besvarat enkäten. Resultatets trovärdighet går inte att bestämma.

Ovissheten om hur länge de hushåll som besvarat enkäten bott i byggnaden, kan göra att hela resultatet påverkas. Vid utflyttning sker därefter en inflyttning med nya människor och eventuellt ett nytt antal personer, vilket innebär nya ålderskategorier och nya vanor. Detta kan leda till att enkäten representerar fel mätvärden.

Ett problem som uppstod när de postade enkäterna analyserades var möjligheten att koppla enkäten till respektive lägenhetsnummer och därmed lägenhetens individuella vattenförbrukning. De postade enkäterna kunde därför inte användas vid analysen av den genomsnittliga vatten- och varmvattenförbrukningen per person och dygn.

Slutsatsen är att det är ovisst om de svaren är representativa verkligheten.

6.1.3 Vattenförbrukning

Det kan diskuteras varför de båda husen har så extremt låg vattenförbrukning. I enkätundersökningen framgick att majoriteten av hyresgästerna anser att det är spara pengar och värna om miljön är viktiga faktorer för att minska användningen av el-, varm- och kallvatten. Den största delen av hushållen anser sig vara miljömedvetna.

En slutsats är att den låga genomsnittliga vattenförbrukningen per person och dygn kan bero på att stor del av hushållen i Portvakten Söder har vanor som påverkas av viljan att värna om miljön och spara pengar. Framförallt beror skillnaden i varmvattenförbrukning mellan hus 28 och hus 30 på att hus 28 innehar fyror och treor med ett större antal boende totalt sätt, jämfört med hus 30 som enbart innehar treor och tvåor. Slutsatsen bekräftas även av enkätsvaren behandlande hushållets vanor gällande vattenförbrukning, där hus 28 och hus 30 är relativt lika, därav måste antalet boende vara den avgörande faktorn.

6.2 Spillvattenvärmeväxlaren

Grundvattnet som tränger upp i inspektionsbrunnarna gjorde att mätningarna tvingades senareläggas. Vattnet kom också att ha en stor påverkan på mätresultatet vilket diskuteras i detta avsnitt.

6.2.1 Vattenfyllda inspektionsbrunnar

Under veckan mellan första och andra besöket vid inspektionsbrunnen hade inget regn och ingen snösmältning förekommit. Slutsatsen dras att det är grundvatten

som kontinuerligt tränger upp i brunnarna. Möjligheten finns att växlaren har varit under grundvattennivån sedan 2009, då inga inspektioner har gjorts sedan växlaren installerades.

En slutsats som kan dras är att grundvattennivån antagligen är en stor orsak till att spillvattenvärmeväxlaren i Portvakten Söder inte återvunnit så mycket energi.

6.2.2 *Temperaturmätning*

Troligtvis beror den extrema temperaturhöjningen i logger A på loggerns utsatthet för vatten. Vidare ses ytterligare tydliga temperaturförändringar som är oförklarliga. En slutsats är att det råder stor misstänksamhet till logger A:s trovärdighet i mätvärdeslagring.

Temperaturen på spillvattnet planar ut. En slutsats som dras är att avloppsriöret och termoelementet då täcks av grundvatten. Det mest troliga är att den konstanta temperaturen är ännu ett tecken på missvisande resultat.

Enligt resultatet skulle färskvattnet värmas ca fyra grader oavsett temperatur på spillvattnet. Temperaturen hos det förvärmade vattnet borde påverkas av temperaturen på det utgående spillvattnet. I försöket visas inga sådana tendenser. Mätningarna visar heller ingen tydlig temperaturskillnad då termoelementen på färskvattenledningarna täcks av grundvatten. Det kan diskuteras om de olika plastmaterialen på spillvatten- och färskvattenledningar inverkar på värmeöverföringsförmåga mellan material och termoelement. Åtskilliga betänkligheter finns till det givna resultatet och slutsatsen dras att försöket att mäta temperaturen med hjälp av termoelement inte var en bra mätmetod

6.2.3 *Stockholmväxlare sparar mer*

Måseskärs spillvattenvärmeväxlare återvinner mer energi än den i Portvakten Söder. Det kan diskuteras varför installationen i Måseskär återvinner mer energi. En stor orsak är troligtvis den stora skillnaden i vattenförbrukning. I Måseskär passerar mer vatten genom växlaren vilket naturligt ger en större värmeöverföring.

Det saknas uppgifter om grundvattennivån i förhållande till Måseskärs installation men bedömningen görs att växlaren i Måseskär inte är installerad under grundvattennivån.

Ytterligare en aspekt är avstånden mellan växlare och undercentral. I Portvakten är växlaren installerad på ett avstånd som ligger tre gånger så långt bort från undercentralen, jämfört med Måseskärs växlars avstånd till undercentral. Det gör att sträckan som det uppvärmda vattnet transporteras är längre i Portvakten än Måseskär. Det kan vara mer energi som försvinner under transportsträckan till undercentral i Portvakten än i Måseskär.

Grundvattnets påverkan på återvinningsmängd kan diskuteras. Vid jämförelse med Måseskär framgår högre energiåtervinning men även högre varmvattenförbrukning. Det är svårt att utläsa grundvattnets totala påverkan på grund av skillnaden i varmvattenförbrukning. Vid likvärdig varmvattenförbrukning mellan de båda

områdena skulle en skillnad i energiåtervinning kunna visa grundvattnets eventuella inverkan på växlaren effektivitet.

Slutsatsen är att de största anledningarna till skillnaden i återvinningsmängd mellan Måseskär och Portvakten Söder är skillnaden i varmvattenförbrukning. Eventuellt påverkar även det uppträngande grundvattnet i Portvakten Söders två inspektionsbrunnar.

6.3 Framtida utredning

En åtgärd som skulle kunna vidtas för att utreda grundvattnets inverkan på växlarens effektivitet är att tillfälligt installera en pump som pumpar undan vattnet till det kommunala dagvattenssystemet. Vid uppumpning av vattnet ur brunnarna visade det sig att brunnarna var sammankopplade d.v.s. tömdes vattnet i ena brunnen trycktes vatten över från den andra. Det innebär att endast en pump behöver installeras. Efter uppföljning kan det diskuteras om en permanent installation är ett alternativ. Vidare kan det diskuteras om en sådan installation är lönsam i förhållande till hur mycket växlarens effektivitet ökar. Installation av pump medför en installationskostnad och även en driftkostnad. Skillnaden i tillförd energi och återvunnen energi måste vara större än i dagsläget för att det ska vara ekonomiskt och miljömässigt försvarbart att installera en pump.

Ett noggrannare och mer tillförlitligt resultat skulle fås ifrån dykgivare installerade i respektive rör. För att ännu bättre kunna beräkna växlarens effektivitet borde givare som båda kan avläsa flöde och temperatur installeras innan och efter växlaren. Det finns varken tid eller resurser för en sådan installation i detta projekt men det vore intressant att utreda detta i ett kommande projekt.

Slutligen dras slutsatsen att en mätning med dykgivare innan och efter installation av pump skulle möjliggöra beräkning av temperaturverkningsgrad, effektivitet samt grundvattnets inverkan på energiåtervinningen.

Referenser

- Boverket (2013). Boverkets Byggregler avsnitt 6:621
- Boverket (2002). Hushållning med kallt och varmt tappvatten. Individuell mätning och temperaturstyrning (Rapport februari 2002) Boverket
- Chen, H-H., Wang, P-F., Sung, C-T., Yeh, Y-R. & Lee, Y-J. (2013) Energy disaggregation via clustered regression models: a case study in the convenience store. Conference on Technologies and Applications of Artificial Intelligence (TAAI). Taipei, Taiwan, 6 december 2013, ss 37-42. DOI: 10.1109/TAAI.2013.21
- Duff, M. & Towey, J. (2010). Two Ways to Measure Temperature Using Thermocouples Feature Simplicity, Accuracy, and Flexibility. <http://www.analog.com/library/analogDialogue/archives/44-10/thermocouple.pdf> [2014-05-14]
- Ek, C. & Nilsson, D. (2011). Varmvatten i flerbostadshus: erfarenhet, kunskap och mätning för en klok användning. Examensarbete, Högskolan i Halmstad.
- Electrovek Steel (2013). *Konstantan*. <http://www.evek.se/konstantan.html> [2014-05-22]
- Energimyndigheten. (2013) Energiläget 2013 (Rapport 2013:22) Statens Energimyndighet
- Energimyndigheten (2011). Kallt och varmt vatten. <http://www.energimyndigheten.se/Hushall/Varmvatten-och-ventilation/Vatten-och-varmvattenberedare/> [2014-04-23]
- Energimyndigheten (2010). Mer om testet av rörisolering. <https://www.energimyndigheten.se/Hushall/Testerresultat/Mer-om-testet-av-rorisolering/> [2014-04-28]
- Energimyndigheten (2009). Mätning av kall- och varmvattenanvändning i 44 hushåll (Delrapport i Energimyndighetens projekt Förbättrad energistatistik i bebyggelsen och industrin 2009:26) Statens Energimyndighet.
- Fowler, F.J. (2009). *Survey Research Methods* (4 uppl.). SAGE Publication, Kalifornien.
- ICLEI (2007). Växjö wins Sustainable Energy Europe Award. http://archive.iclei.org/index.php?id=1505&no_cache=1&tx_ttnews%5btt_news%5d=789&tx_ttnews%5bbackPid%5d=6311&cHash=db4c96d81d [2014-03-31]
- iNEX Internationell Exergi (2014). CCF Spillvattenväxlare. <http://inexie.se/produkter-tjanster/ccf/> [2014-04-30]
- iNEX Internationell Exergi (2013). CCF Spillvattenväxlare Broschyr. <http://inexie.se/files/Broschyr-hemsida.pdf> [2014-04-30]

Jonsson, R. (2005). Avloppsvärmeväxlare i bostadshus. *Energi & Miljö*, Vol. 11, ss. 53-56

Hultström, M., Küçükaslan, E., Palm, K. & Stenérus, A-S. (2005). Tappvarmvattenförbrukning i hyreshus – En studie av skillnader i tappvarmvattenförbrukning samt metoder som kan användas för att minska förbrukningen. Uppsats, Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm.

Leidl, C. & Lubitz, D. (2009). Comparing domestic water heating technologies. *Technology in Society*. Vol. 31, ss 244-256

Lindholm, I. (2013). Avloppet värmer tappvarmvattnet. *Energi & Miljö*, Vol 2, ss. 42-43

Meggers, F. & Leibundgut, H. (2011). The potential of wastewater heat and exergy: Decentralized high-temperature recovery with a heat pump. *Energy and Buildings*. Vol. 43, ss 879-886

Flodberg, K. & Kvernes, M. (2008) Energiberäkning Portvakten, Växjö. NCC, Uppdragsnummer 7025391-3000

Imsirovic, A. & Alajbegovic, F. (2013). Uppföljning av energiprestanda samt boendes upplevelser av Portvakten Söder. Examensarbete, Linnéuniversitetet, Växjö.

Nærvig Petersen, K. & Gram-Hanssen, K. (2005). Husholdningers energi- og vandforbrug. Afhængighed af socio-økonomiske baggrundsvARIABLE. (SBI 2005:09). Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut.

Nykvist, A. (2012). Värmeåtervinning ur spillvatten i befintliga flerbostadshus. Examensarbete, Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm.

Power Products Europé AB (2004). Super Singlex Spillvattenvärmeväxlare. <http://www.powerproductseurope.se/sida5/sida5.htm> [2014-04-30]

Rask, K. (2012). Värmeåtervinning ur spillvatten; En utredning av möjligheterna med spillvattenvärmeväxlare. Examensarbete, Högskolan i Gävle, Gävle.

Ruud, S. (2003). Reglerstrategier och beteendets inverkan på energianvändningen i bostäder (Rapp nr 2003:08). Borås: SP Sveriges Provnings- och forskningsinstitut.

ThermocoupleInfo (2011). Type T Thermocouple. <http://www.thermocoupleinfo.com/type-t-thermocouple.htm> [2014-05-14]

Truong, N.L., Dodoo, A. & Gustavsson, L. (2014). Effects of heat and electricity saving measures in district-heated multistory residential buildings. *Applied Energy*. Vol. 118, ss 57-67

Växjö Kommun (2013). Vattenförsörjning från Bergaåsen. <http://www.vaxjo.se/Bygga--Boende/Vatten-och-avlopp/Dricksvatten/Vatten-fran-Bergaasen/Vattenforsorjning-fran-Bergaasen/> [2014-04-29]

Yang, W., Zhang, S. & Chen, Y. (2014). A dynamic simulation method of ground coupled heat pump system based on borehole heat exchange effectiveness. *Energy and Buildings*. Vol. 77, ss 17-27.

Ögren, Å. (2008). Säsongslagring av energi i akvifärer - en undersökning vid Vilundaparken, Upplands Väsby. Examensarbete, Umeå Universitets Tekniska Högskola.

Bilagor

Bilaga A: Energiberäkning av NCC

Bilaga B: Diagram över varmvattenförbrukning år 2013 för lägenhetstyper i hus 28 och hus 30.

Bilaga C: Varmvattenförbrukning år 2013 för samtliga lägenheter i hus 28 och 30

Bilaga D: Bo- och lokalarea och varmvattenförbrukning för respektive hus samt spillvattenvärmeväxlarens återvinningsmängd

Bilaga E: Temperaturmätningens resultat

Bilaga F: Ett urval av enkätsvaren

Bilaga G: Enkät

Bilaga H: Påminnelse angående enkät

Bilaga A

Bilaga 4 – Spillvattenvärmeväxlare

Besparing med spillvattenvärmeväxlare

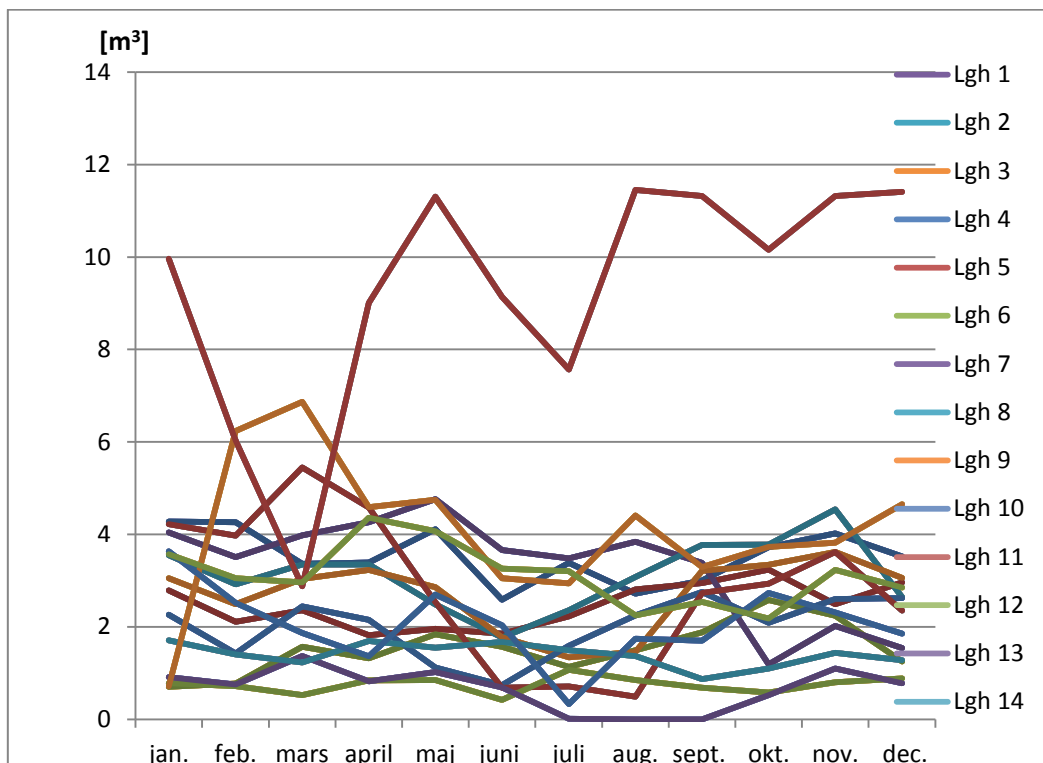
Gemensam anläggning för Hus A1 och B1

Enligt beräkningsexempel för normalboende Power Products Europe AB
(www.powerproductseurope.se/sida3)

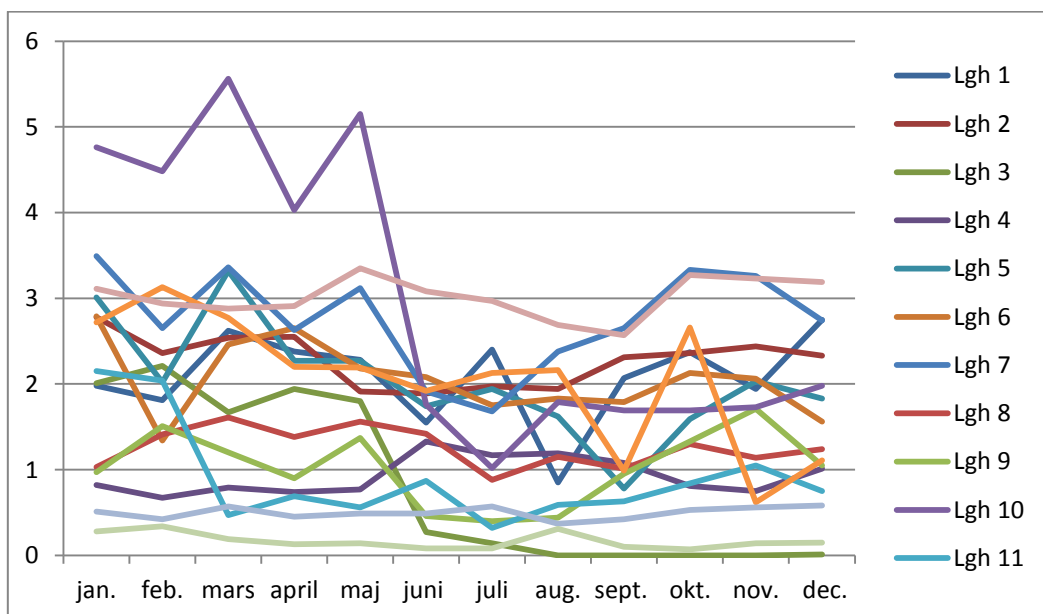
Kallvattentemp årsmedel, t1	7 C
Spillvattentemp	29 C
Vattentemp efter växlare, t2	19 C
Sammanlagd tappningstid	6 h/dygn
	2190 h/år

Energibesparing:	Q' = V*rå*cp*(t2-t1)	W
Varmvattenbehov Hus A1+B1	2558	m3/år
Varmvattenflöde, V	1,168	m3/h
	0,000325	m3/s
rå	1000	kg/m3
cp	4200	J/kg,C
Total besparing Q'	16,4	kW
	35818	kWh/år
	560	kWh/lgh,år
Besparing A1	15402	kWh/år
	25%	av behov
Besparing B1	20416	kWh/år
	26%	av behov
Besparing A1	6,0	kWh/Atemp,år
Besparing B1	6,5	kWh/Atemp,år

BILAGA B

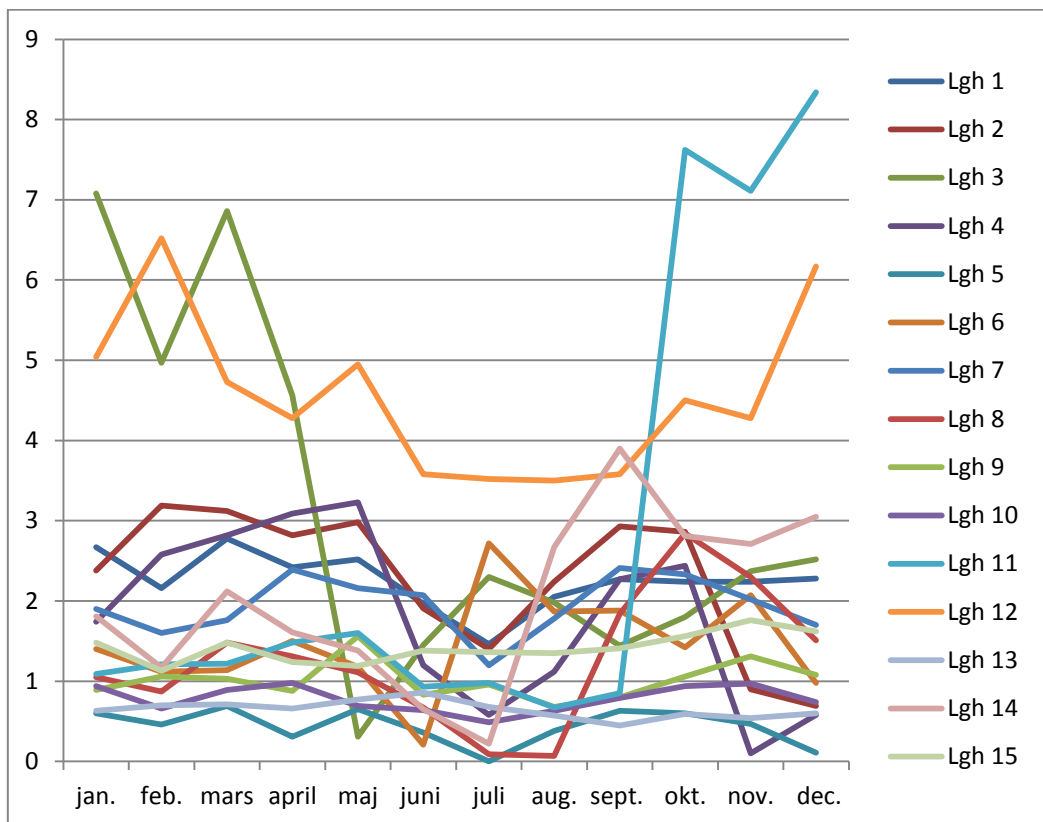


Figur 27 Varmvattenförbrukning år 2013 för samtliga 4:or i hus 28

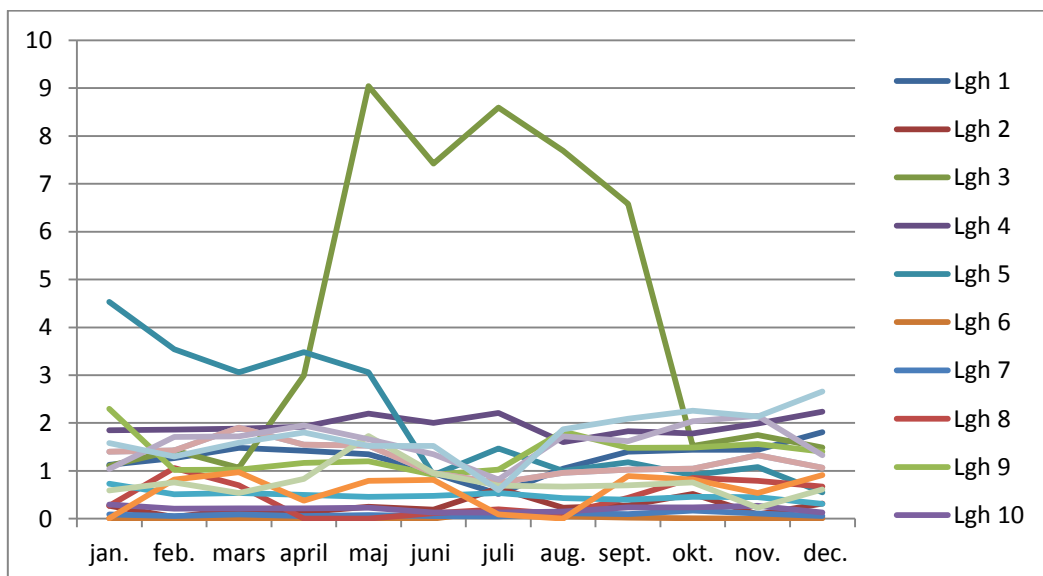


Figur 28 Varmvattenförbrukning år 2013 för samtliga 3:or i hus 28

BILAGA B



Figur 29 Varmvattenförbrukning år 2013 för samtlig 3:or i hus 30



Figur 30 Varmvattenförbrukning år 2013 för samtliga 2:or i hus 30

BILAGA C

Sammanställning av varmvattenförbrukning ifrån Växjöbostäder (2014) för hus 28.

Storlek	Yta	jan. [m3]	feb. [m3]	mars [m3]	april [m3]	maj [m3]	juni [m3]	juli [m3]	aug. [m3]	sept. [m3]	okt. [m3]	nov. [m3]	dec. [m3]
2 ROK	63,6	1,75	1,71	2,58	2,07	1,94	0,99	1,77	1,17	1,78	2,06	1,62	1,43
3 ROK	81	1,98	1,81	2,62	2,38	2,28	1,55	2,4	0,85	2,07	2,37	1,94	2,75
4 ROK	96,5	4,28	4,26	3,36	3,39	4,11	2,59	3,38	2,72	3	3,72	4,02	3,52
4 ROK	96,5	2,79	2,11	2,36	1,82	1,96	1,85	2,23	2,81	2,95	3,24	2,49	2,96
3 ROK	78,1	2,78	2,36	2,54	2,55	1,91	1,89	1,97	1,94	2,31	2,36	2,44	2,33
4 ROK	94,5	0,7	0,77	1,57	1,32	1,84	1,57	1,13	1,49	1,88	2,58	2,24	1,25
4 ROK	94,5	4,04	3,51	3,98	4,26	4,76	3,66	3,48	3,84	3,38	1,19	2,02	1,54
3 ROK	78,1	2,01	2,21	1,67	1,94	1,8	0,27	0,14	0	0	0	0	0,01
3 ROK	78,1	0,82	0,67	0,79	0,74	0,77	1,33	1,17	1,19	1,08	0,81	0,75	1,01
4 ROK	94,5	3,55	2,92	3,35	3,35	2,48	1,77	2,36	3,08	3,77	3,78	4,54	2,64
4 ROK	94,5	3,05	2,49	3,04	3,23	2,86	1,78	1,34	1,46	3,21	3,34	3,62	3,06
3 ROK	78,1	3,01	2,02	3,32	2,27	2,27	1,74	1,94	1,62	0,78	1,59	2,03	1,83
3 ROK	78,1	2,79	1,34	2,46	2,65	2,18	2,08	1,75	1,83	1,79	2,13	2,06	1,56
4 ROK	94,5	2,26	1,42	2,44	2,15	1,12	0,74	1,59	2,25	2,75	2,09	2,6	2,62
4 ROK	94,5	4,22	3,97	5,45	4,58	2,53	0,68	0,71	0,49	2,73	2,93	3,62	2,35
3 ROK	78,1	3,49	2,65	3,36	2,63	3,12	1,91	1,68	2,38	2,65	3,33	3,26	2,74
3 ROK	78,1	1,03	1,41	1,61	1,38	1,56	1,42	0,88	1,15	1,01	1,3	1,14	1,24
4 ROK	94,5	0,78	0,72	0,52	0,84	0,85	0,42	1,07	0,85	0,68	0,58	0,8	0,88
4 ROK	94,5	0,91	0,75	1,37	0,82	1,02	0,69	0,01	-	-	0,52	1,1	0,78
3 ROK	78,1	0,97	1,51	1,2	0,9	1,37	0,46	0,4	0,44	0,95	1,33	1,71	1,05
3 ROK	78,1	4,76	4,48	5,56	4,03	5,15	1,76	1,02	1,79	1,69	1,69	1,73	1,98
4 ROK	94,5	1,71	1,4	1,23	1,69	1,55	1,67	1,49	1,37	0,87	1,1	1,44	1,28
4 ROK	94,5	0,71	6,24	6,87	4,59	4,75	3,05	2,94	4,41	3,29	3,73	3,82	4,65
3 ROK	78,1	2,15	2,04	0,47	0,69	0,56	0,87	0,32	0,59	0,63	0,84	1,05	0,75
3 ROK	78,1	2,72	3,13	2,77	2,2	2,19	1,92	2,13	2,16	0,99	2,66	0,62	1,11
4 ROK	94,5	3,63	2,52	1,87	1,36	2,7	2,03	0,33	1,74	1,7	2,73	2,31	1,85
4 ROK	94,5	9,96	6,03	2,88	9,01	11,31	9,14	7,57	11,45	11,32	10,16	11,32	11,41
3 ROK	78,1	0,51	0,42	0,57	0,45	0,49	0,49	0,57	0,37	0,42	0,53	0,56	0,58
3 ROK	78,1	3,11	2,94	2,88	2,91	3,35	3,08	2,97	2,69	2,57	3,27	3,23	3,19
4 ROK	94,5	3,57	3,05	2,96	4,36	4,07	3,26	3,2	2,25	2,54	2,18	3,23	2,85
4 ROK	94,5	3,67	3,46	3,02	2,96	3,35	2,39	3,73	3,16	3,11	3,01	3,37	2,94
3 ROK	78,1	0,28	0,34	0,19	0,13	0,14	0,08	0,08	0,31	0,1	0,07	0,14	0,15

BILAGA C

Sammanställning av varmvattenförbrukning ifrån Växjöbostäder (2014) för hus 30.

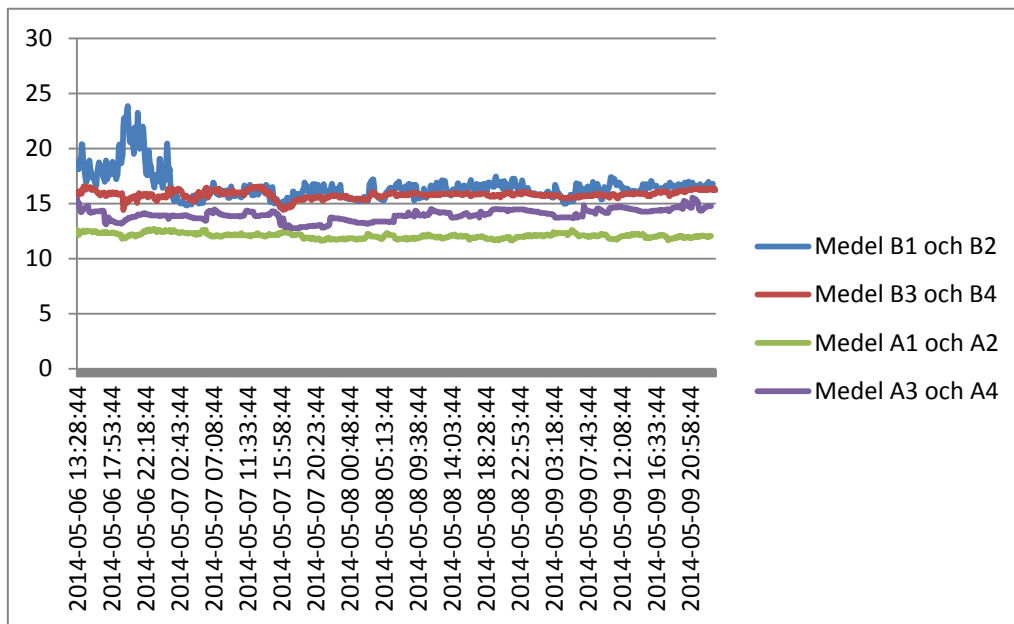
Storlek	Yta	jan. [m3]	feb. [m3]	mars [m3]	april [m3]	maj [m3]	juni [m3]	juli [m3]	aug. [m3]	sept. [m3]	okt. [m3]	nov. [m3]	dec. [m3]
2 ROK	61,5	1,13	1,27	1,48	1,42	1,35	0,95	0,52	1,05	1,4	1,44	1,44	1,81
2 ROK	61,5	0,27	0,04	0,2	0,14	0,25	0,19	0,64	0,23	0,28	0,52	0,09	0,32
3 ROK	80,2	2,67	2,16	2,78	2,42	2,52	1,97	1,46	2,05	2,27	2,24	2,24	2,28
2 ROK	63,5	1,11	1,43	1,07	2,99	9,04	7,42	8,59	7,69	6,58	1,52	1,75	1,49
3 ROK	77,7	2,38	3,19	3,12	2,82	2,98	1,91	1,4	2,24	2,93	2,86	0,9	0,69
2 ROK	60	1,85	1,86	1,88	1,92	2,2	2	2,21	1,6	1,83	1,78	1,99	2,24
2 ROK	60	4,53	3,54	3,06	3,48	3,06	0,91	1,47	1	1,18	0,91	1,08	0,55
3 ROK	77,9	7,08	4,97	6,86	4,56	0,31	1,45	2,3	1,98	1,44	1,8	2,37	2,52
3 ROK	77,7	1,74	2,58	2,82	3,09	3,23	1,2	0,58	1,12	2,27	2,44	0,1	0,58
2 ROK	60	0,01	0	0,01	0	0	0	0,18	0,05	0,02	0,01	0	0,01
2 ROK	60	0,09	0,06	0,09	0,06	0,08	0,06	0,05	0,12	0,1	0,17	0,11	0,06
3 ROK	77,9	0,6	0,46	0,69	0,31	0,65	0,36	0	0,38	0,63	0,6	0,47	0,11
3 ROK	77,7	1,4	1,12	1,14	1,5	1,18	0,21	2,72	1,87	1,88	1,42	2,07	0,98
2 ROK	60	0,27	1,06	0,7	-	-	0,12	0,2	0,1	0,44	0,85	0,79	0,67
2 ROK	60	2,3	1,02	1,03	1,17	1,2	0,92	1,03	1,82	1,48	1,49	1,56	1,4
3 ROK	77,9	1,9	1,6	1,76	2,39	2,16	2,07	1,2	1,78	2,41	2,33	2,02	1,7
3 ROK	77,7	1,05	0,87	1,48	1,31	1,11	0,67	0,09	0,07	1,84	2,84	2,3	1,51
2 ROK	60	0,3	0,21	0,22	0,22	0,23	0,13	0,13	0,15	0,24	0,24	0,27	0,13
2 ROK	60	0,73	0,51	0,54	0,5	0,46	0,48	0,54	0,43	0,4	0,46	0,45	0,31
3 ROK	77,9	0,89	1,06	1,03	0,88	1,56	0,83	0,96	0,68	0,8	1,06	1,31	1,08
3 ROK	77,7	0,94	0,66	0,89	0,98	0,69	0,64	0,49	0,63	0,79	0,94	0,97	0,74
2 ROK	60	0,01	0,82	0,97	0,38	0,79	0,81	0,09	0	0,89	0,82	0,54	0,91
2 ROK	60	0,53	0,75	1,14	0,92	0,89	0,72	0,7	0,78	0,73	0,95	1,12	1,25
3 ROK	77,9	1,09	1,21	1,22	1,48	1,6	0,93	0,98	0,67	0,85	7,62	7,11	8,34
3 ROK	77,7	5,04	6,52	4,73	4,28	4,95	3,58	3,52	3,5	3,58	4,5	4,28	6,17
2 ROK	60	1,4	1,43	1,9	1,55	1,53	0,95	0,75	0,96	1,03	1,05	1,33	1,07
2 ROK	60	0,59	0,76	0,54	0,83	1,73	0,95	0,69	0,67	0,7	0,76	0,23	0,61
3 ROK	77,9	0,63	0,7	0,71	0,66	0,77	0,86	0,68	0,57	0,45	0,59	0,54	0,6
3 ROK	77,7	1,81	1,17	2,12	1,61	1,38	0,65	0,22	2,67	3,9	2,81	2,71	3,05
2 ROK	60	1,04	1,71	1,72	1,95	1,66	1,35	0,82	1,72	1,62	2,04	2,15	1,33
2 ROK	60	1,58	1,3	1,59	1,8	1,52	1,52	0,6	1,87	2,09	2,26	2,14	2,66
3 ROK	77,9	1,48	1,13	1,48	1,24	1,19	1,38	1,36	1,35	1,41	1,56	1,76	1,62

BILAGA D

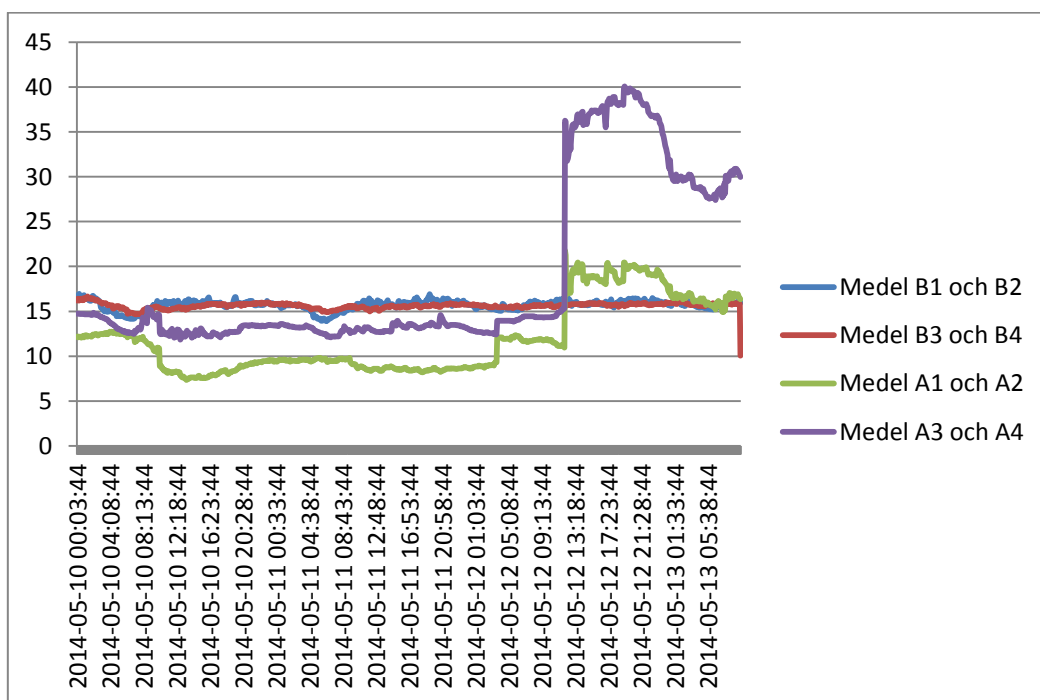
Bo- och lokalarea samt mätvärden ifrån Växjöbostäder (2014)

Bostads- och lokalarea hus 28		Bostads- och lokalarea hus 30		
2754 m ²		2196 m ²		
	månad	Varmvatten- förbrukning hus 28 [m ³]	Varmvatten- förbrukning hus 30 [m ³]	Återvinning spillvatten- värmepåren [kWh]
2009	oktober	20,12	15,78	130
	november	21,93	17,73	180
	december	23,14	21,23	220
	Summa	65,19	54,74	530
2010	januari	13,25	13	290
	februari	27,38	26,05	330
	mars	34,25	31,06	380
	april	34,55	28,04	190
	maj	32,11	30,71	340
	juni	19,95	27,27	135
	juli	13,68	19,01	135
	augusti	22,77	28,23	160
	september	31,1	28,74	250
	oktober	37,74	34,85	340
	november	36,71	37,06	390
	december	45,75	41,51	540
Summa	349,24	345,53	3480	
2011	januari	50,69	47,19	620
	februari	40,56	45,16	576
	mars	49,47	46,46	680
	april	47,55	43,35	610
	maj	61,1	49,78	670
	juni	59,96	51,07	610
	juli	61,99	42,19	530
	augusti	66,69	52,6	600
	september	69,29	56,02	630
	oktober	76,83	56,42	740
	november	72,96	57,17	810
	december	78,54	58,43	880
Summa	735,63	605,84	7956	
2012	januari	81,03	62,68	970
	februari	78,89	61,09	980
	mars	81,79	58,09	1050
	april	82,42	55,85	960
	maj	82,72	60,9	930
	juni	76,66	49,57	730
	juli	75,47	51,77	680
	augusti	70,72	50,06	610
	september	74,42	53,63	640
	oktober	78,5	56,55	720
	november	83,37	49,53	790
	december	80,67	46,52	820
Summa	946,66	656,24	9880	
2013	januari	83,99	48,44	920
	februari	76,66	47,47	910
	mars	80,86	50,97	970
	april	79,65	48,86	910
	maj	82,34	51,27	870
	juni	59,13	38,07	530
	juli	57,75	37,17	490
	augusti	63,85	41,8	540
	september	68	48,46	620
	oktober	73,22	52,88	690
	november	76,82	48,19	740
	december	70,29	48,79	770
Summa	872,56	562,37	8960	

BILAGA E

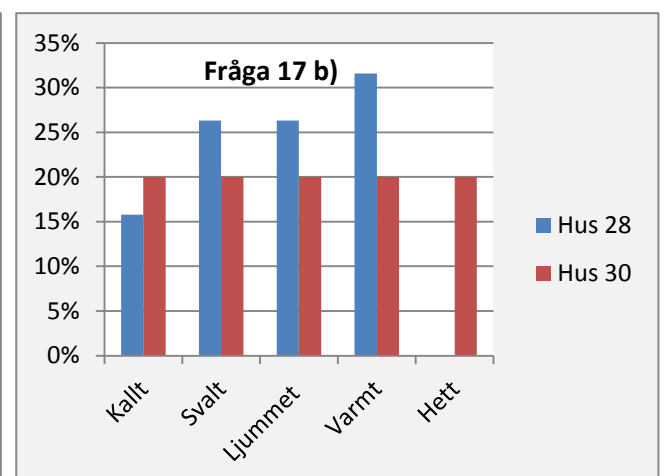
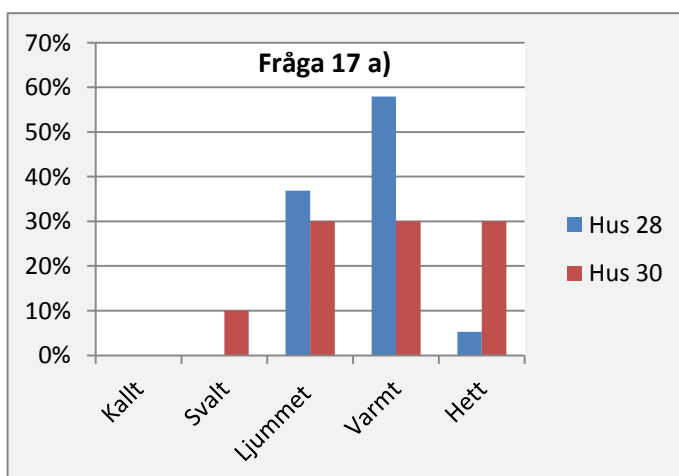
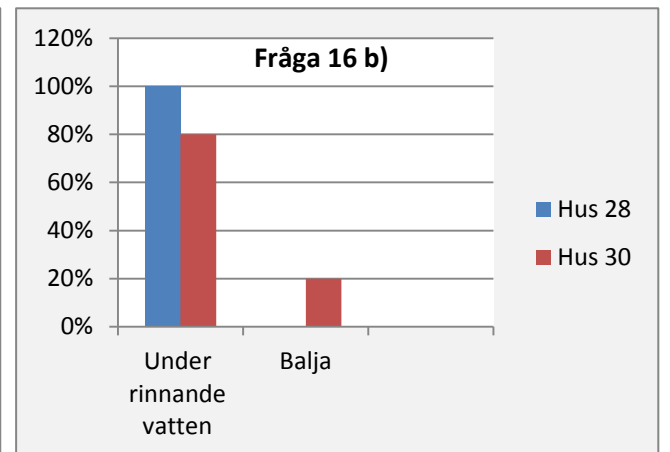
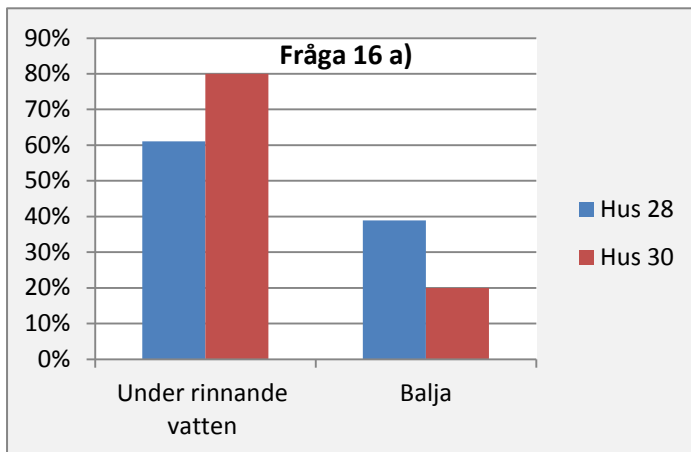
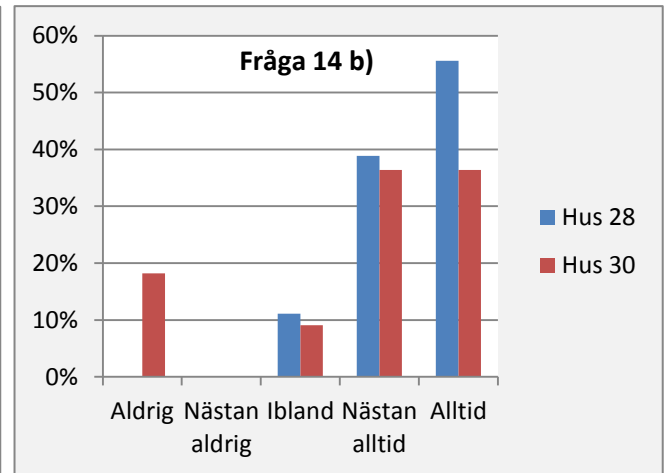
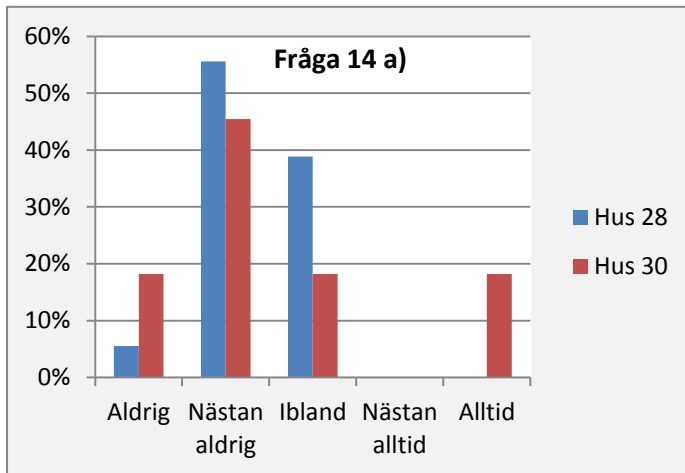


Figur 31 Temperaturmätningens resultat mellan 2014-05-06 till 2014-05-09

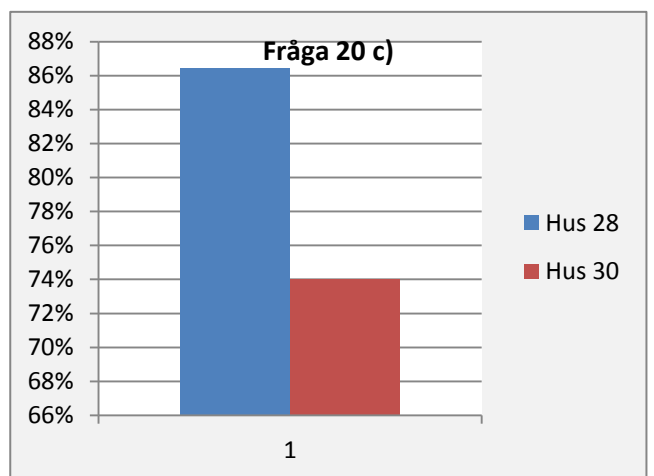
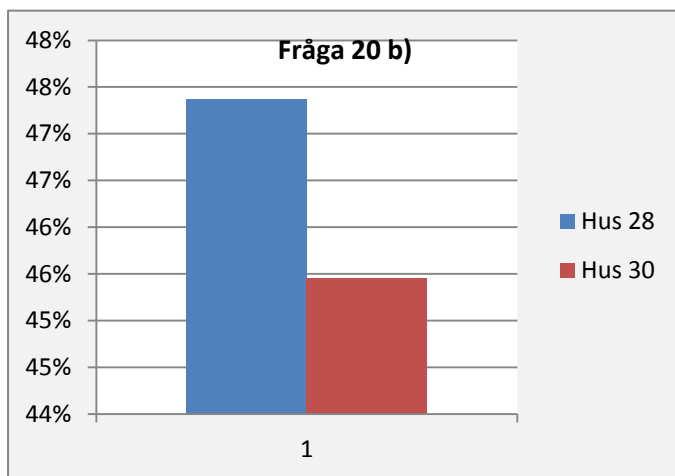
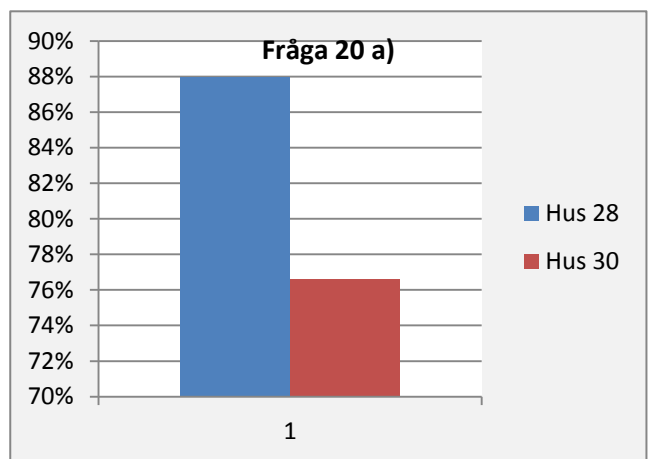
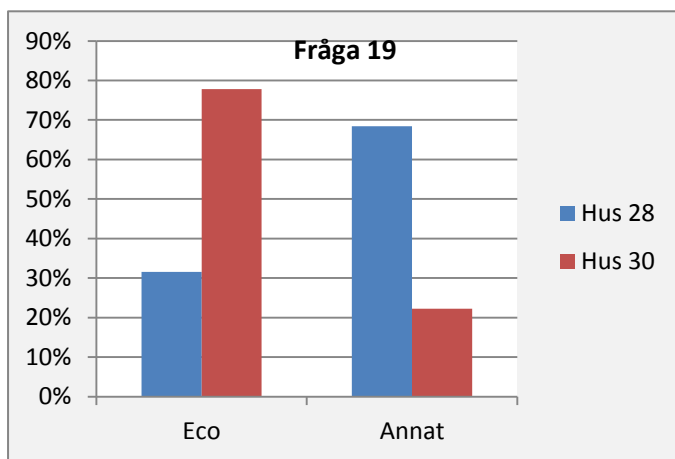
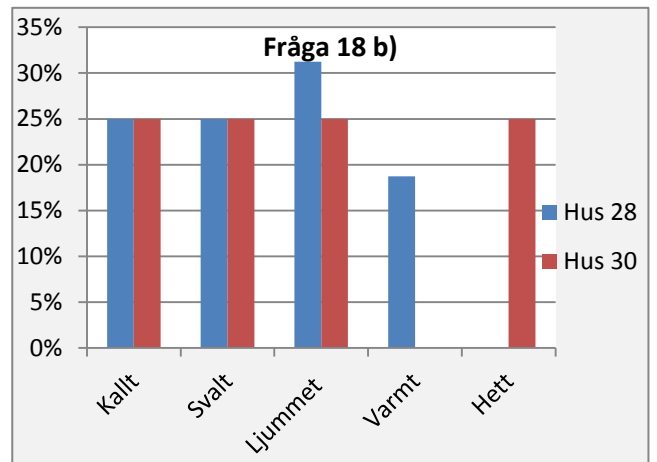
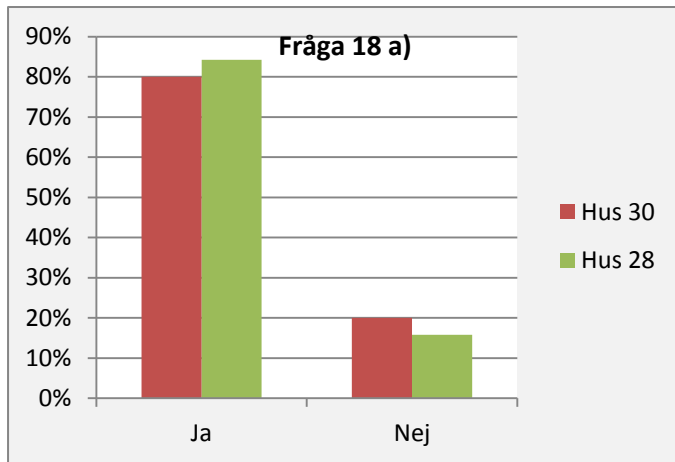


Figur 32 Temperaturmätningens resultat mellan 2014-05-10 till 2014-05-13

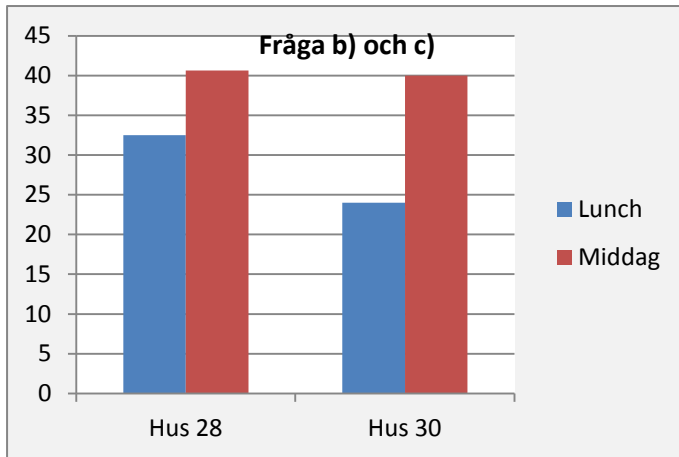
BILAGA F



BILAGA F



BILAGA F





Hej!

Vi är två studenter som läser till byggnadsingenjörer vid Linnéuniversitetet. Vi är inne på vår sista termin och håller på med det avslutande examensarbetet. I en del av vårt examensarbete studerar vi vatten- och elförbrukningen i Portvakten Söder. Denna enkätundersökning kommer ligga till grund för vårt arbete och vi skulle därför uppskatta om du ville ta dig tid till att svara på några frågor. Det är frivilligt att svara på frågorna men det är av stor betydelse om alla frågor är besvarade för att dra slutsatser som är statistiskt relevanta. Enkäten tar ca 10 min att fylla i.

Vi försöker i största möjliga mån träffa dig personligen för att överlämna enkäten. Om vi har gjort detta återkommer vi efter överenskommelse. Har du inte träffat oss ber vi dig vänligen fylla i enkäten och skicka den med posten i det portofria kuvertet senast den 25 april. Dina svar behandlas anonymt.

Tack på förhand!

Carolina Lowentoft & Susanna Thorstensson



Bilaga G, 1: (7)

Susanna Vändal & Carolina Lowentoft

1. I vilket hus bor hushållet i?
 Hus 28 Hus 30
2. Vilken av följande lägenhetstyper bor du/ni i?
 2 rok 3 rok 4 rok
3. Hur många är det i hushållet i följande ålderskategorier?
0-12 år _____ personer
13-20 år _____ personer
21-45 år _____ personer
46-55 år _____ personer
56-65 år _____ personer
Äldre än 65 _____ personer
4. Är det någon som regelbundet bor på annan plats än portvakten.
 Nej
 Ja, _____ personer, sammanlagt _____ dagar/vecka
5. Hur många veckor om året uppskattas bostaden vara helt tom, dvs. inget vatten förbrukas? (Exempelvis jobbresa, semesterresa eller annat)
- | | |
|---|---|
| <u>Vinterhalvåret (okt-mars):</u> | <u>Sommarhalvåret (april-sep):</u> |
| <input type="checkbox"/> 0-1 veckor | <input type="checkbox"/> 0-1 veckor |
| <input type="checkbox"/> 1-2 veckor | <input type="checkbox"/> 1-2 veckor |
| <input type="checkbox"/> 2-3 veckor | <input type="checkbox"/> 2-3 veckor |
| <input type="checkbox"/> 3-5 veckor | <input type="checkbox"/> 3-5 veckor |
| <input type="checkbox"/> Fler än 5 veckor | <input type="checkbox"/> Fler än 5 veckor |
6. Hur viktigt var det för er att ni flyttade till ett flerbostadshus som är byggt med passivhusteknik?
- | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Inte alls
viktigt | | | | | Mycket
viktigt |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
7. Hur miljömedvetet är hushållet?
- | | | | | | |
|----------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Inte alls
miljömedvetet | | | | | Mycket
miljömedvetet |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

8. Hur ofta köper hushållet ekologisk mat?

Aldrig					Alltid
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

9. Hur ofta källsorterar hushållet?

Aldrig					Alltid
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10. Hur viktigt är det att hushållet minskar användningen av?

	Inte alls viktigt				Mycket viktigt
Varmvatten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kallvatten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

11. Hur ofta gör hushållet aktiva val som minskar förbrukningen av?

	Aldrig				Alltid
Varmvatten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kallvatten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

12. Hur viktiga är följande faktorer varför hushållet gör eller vill göra aktiva val för att minska förbrukningen av vatten och el?

	Inte alls viktigt				Mycket viktigt
Spara pengar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Värna om miljön	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Annat: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

13. Hur väl stämmer följande påståenden om elförbrukning in på ert hushåll?

	Stämmer inte alls				Stämmer helt
Släcker lampan i rum som ingen befinner sig i.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Använder standby-läge på elektroniska apparater.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Använder lågenergilampor/LED-lampor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

14. Hur ofta diskas hushållet på följande sätt?

	Aldrig				Alltid
Diskar för hand	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Diskar i diskmaskin	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

15. Hur många gånger diskas hushållet under en vanlig dag under de olika klockslagen.

	<u>Diskar för hand:</u>	<u>Diskar i maskin:</u>
kl. 6 ⁰⁰ -9 ⁰⁰	___gånger	___gånger
kl. 9 ⁰⁰ -12 ⁰⁰	___gånger	___gånger
kl. 12 ⁰⁰ -15 ⁰⁰	___gånger	___gånger
kl. 15 ⁰⁰ -18 ⁰⁰	___gånger	___gånger
kl. 18 ⁰⁰ -21 ⁰⁰	___gånger	___gånger
kl. 21 ⁰⁰ -0 ⁰⁰	___gånger	___gånger
kl. 0 ⁰⁰ -6 ⁰⁰	___gånger	___gånger

16. Vilket är det vanligaste sättet som hushållet handdiskar och sköljer på? Endast ett svar per kategori.

	<u>Diskning:</u>	<u>Sköljning:</u>
Under rinnande vatten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Balja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

17. Vilken temperatur har vattnet vid handdisk?

	Kallt				Hett
Diskning	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sköljning	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

18. Sköljer hushållet disken innan den sätts i diskmaskinen?

Nej

Ja, vilken temperatur har vattnet vid sköljning?

	Kallt				Hett
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

19. Vilket diskprogram används vid maskindisk?

Eco-program Annat

20. Hur många dagar i veckan lagar/gör hushållet mat hemma?

Frukost: _____dagar/vecka

Lunch: _____dagar/vecka, genomsnittlig beredningstid _____min/måltid

Middag: _____dagar/vecka, genomsnittlig beredningstid _____min/måltid

21. Hur många duschar sker totalt (för alla personer) i hushållet per vecka?

_____st

22. Hur länge varar en dusch i genomsnitt för varje ålderskategori i hushållet?

<u>Ålderskategori</u>	<u>Tid</u>			
	0-5 min	5-10 min	10-15 min	15 min eller längre
0-12 år	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13-20 år	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21-45 år	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
46-55 år	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
56-65 år	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Äldre än 65	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

23. Vilket påstående stämmer bäst överens med hushållets genomsnittliga vattentemperatur vid dusch?

- Vattentemperaturen varierar ej märkbart över året
- Vattentemperaturen är högre på sommaren
- Vattentemperaturen är högre på vintern

24. Hushållet stänger av kranen vid schamponering?

Aldrig Alltid

25. Hur många maskiner tvättar hushållet per vecka?

- 1-2 maskiner
- 3-4 maskiner
- 4-6 maskiner
- 6 maskiner eller fler

26. Vilken eller vilka tider på dygnet en vanlig vardag brukar hushållet använda tvättmaskinen?

kl. 6⁰⁰-9⁰⁰

kl. 9⁰⁰-12⁰⁰

kl. 12⁰⁰-15⁰⁰

kl. 15⁰⁰-18⁰⁰

kl. 18⁰⁰-21⁰⁰

kl. 21⁰⁰-0⁰⁰

kl. 0⁰⁰-6⁰⁰

27. Hur ofta används torktumlaren?

Aldrig

Alltid

28. Hur många av hushållets medlemmar låter vattnet rinna samtidigt som de borstar tänderna?

_____st

29. Vilken temperatur har vattnet vid tandborstning/handtvätt?

Kallt

Hett

30. Finns det droppande kran i lägenheten? Ja Nej

31. Finns det en rinnande toalett i lägenheten? Ja Nej

32. Läser hushållet regelbundet av den individuella mätaren för?

	Stämmer inte alls				Stämmer helt
Varmvatten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kallvatten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Du är välkommen att göra egna tillägg eller kommentarer till enkäten

Tack!



Hej!

Hoppas ni har haft en trevlig påskhelg. Förra veckan delade vi, två studenter från Linnéuniversitetet, ut en enkätundersökning om hushållets vatten- och elförbrukning. Vi vill säga ett stort tack till alla er som har svarat på enkäten. Samtidigt vill vi påminna er som ännu inte svarat att skicka in enkäten senast på fredag den 25/4. Det skulle vara till stor hjälp om ni ville ta er tid till att fylla i enkäten.

Tack på förhand!

Carolina Lowentoft & Susanna Thorstensson



Bilaga H, 1: (1)

Susanna Vändal & Carolina Lowentoft

Linnéuniversitetet

Kalmar Växjö

Fakulteten för teknik

391 82 Kalmar | 351 95 Växjö

Tel 0772-28 80 00

teknik@lnu.se

Lnu.se/fakulteten-for-teknik