

Avdelningen för Byggnadsfysik

Examensarbete TVBH-5076

Lund 2014

Potential för energieffektivisering - Fallstudie av Brf Drottning Filippa

Johanna Guth

Jens Olsson



LUND
UNIVERSITY

Potential för energieffektivisering

- Fallstudie av Brf Drottning Filippa

Johanna Guth
Jens Olsson

© Johanna Guth och Jens Olsson

ISRN LUTVDG/TVBH-14/5076--SE(152)

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

Förord

För knappt fem år sedan hälsades vi välkomna till LTH av programledningen. Sedan dess har vi fått lära oss massvis, vi har memorerat analysens huvudsats, studerat jordarter, räknat på balkar, gjort lönsamhetskalkyler och mycket mycket mer. Med all denna kunskap i bagaget har nu detta examensarbete gjorts som en sista prövning innan vi kan kalla oss civilingenjörer. Examensarbetet har utförts under våren 2014 på institutionen för bygg- och miljöteknologi. Arbetet behandlar energi-effektiviserings åtgärder för en bostadsrättsförening i Lund. Eftersom det i dag är viktigt att dra ner energianvändningen för att få ett hållbart samhälle har det varit mycket intressant att skriva om just detta.

Under arbetets gång har vi fått hjälp och stöd på vägen, för detta vill vi speciellt tacka vår handledare Lars-Erik Harderup för god handledning och givande kommentarer. Vi vill tacka medlemmar i styrelsen för bostadsrättsföreningen Drottning Filippa som låtit oss göra mätningar i deras lägenheter. Vi tackar Eva Harderup för hjälp med ritningar och mätningar. Vi tackar även Johan Stein och Viktor Fransson för hjälp med mätutrustning och hela avdelningen för att ni hjälpt oss genom att svara på våra frågor och hjälpt oss i övrigt. Sist men inte minst riktas ett tack till familj och vänner för stöd när motivationen trutit.

Lund, maj 2014

Johanna Guth & Jens Olsson

Sammanfattning

För att vår jord ska hålla för framtida generationer måste dagens energianvändning världen över minska. I Sverige har regeringen därför antagit 16 miljömål för att landet ska minska energianvändningen. Ett av dessa miljömål behandlar bebyggelsen, målet är att minska energianvändningen i landets bostäder. För att kunna göra detta krävs det att insatser görs i befintlig bebyggelse eftersom nybyggda bostäder endast står för 1 % av det totala bostadsbeståndet. Såväl miljön som de boende tjänar på renovering av äldre bostäder, miljöpåverkan minskar och energikostnaderna minskar för de boende när husen blir tätare och bättre isolerade.

Denna rapport studerar vad bostadsrättsföreningen Drottning Filippa kan göra för att deras två byggnader ska bli mer energieffektiva. Byggnaderna är uppförda under olika tidsepoker, det ena huset, som ligger på Sofiavägen, är byggt 1937 och är konstruerat helt i tegel och betong. Det andra huset, Filippavägen, är byggt 1988. Ytterväggarna i detta hus är utförda på två olika sätt, de bärande väggarna består av tegel och isolering och utfackningsväggarna består av träreglar med mineralull emellan. Hela huset är sedan klätt med fasadtegel.

För att undersöka hur energianvändningen idag ser ut har mätningar gjorts på de båda byggnaderna. Genomförda mätningar är tryckprovning, termografering och flödesmätning. Mätningarna visar att läckaget genom klimatskalet är relativt högt, 1,23 l/s, m² yttervägg för Filippavägen och 2,3 l/s, m² yttervägg för Sofiavägen. Ventilationsflödena visade sig vara lägre än rekommendation i BBR, detta bekräftas även av fukttilskottet som visade sig vara relativt högt, och därför borde ventilationen justeras för att få ett bättre inneklimat. Resultat vid mätningarna var även indata till modelleringar av byggnaderna i olika simuleringsprogram.

Litteraturstudie visar att de mest intressanta åtgärderna för att energieffektivisera är att tilläggsisolera väggar och vind, byta fönster och byta ventilationssystem till FTX. Dessa åtgärder simuleras i datorprogram för att se hur åtgärderna påverkar byggnaden och dess energianvändning. Undersökningar gjordes i WUFI, HEAT2 och VIP-Energy. Utifrån detta fås fuktförhållanden, köldbryggor och energianvändning för de olika undersökta åtgärderna.

Undersökningar och simuleringar visar att byggnaden på Filippavägen i dagsläget har en relativt bra konstruktion sett ur ett energiperspektiv. Energinvändningen för detta hus fås genom simulering till 89,5 kWh/m² A_{temp}. Energinvändningen sjunker självklart när energieffektiviserande åtgärder modelleras, som lägst till 42 kWh/m² A_{temp} men sett ur ett ekonomiskt perspektiv är det svårt att motivera åtgärderna eftersom återbetalningstiden är lång. Livscykelkostnadsanalysen visar att inga av åtgärderna eller åtgärds kombinationerna lönar sig på 50 års sikt.

Vad gäller Sofiavägen är energianvändningen idag betydligt högre än Filippavägen. Simuleringar visar på en energianvändning på 200 kWh/m² A_{temp}. När de energieffektiviserande åtgärderna modelleras sjunker energianvändningen betydligt, som lägst till 64 kWh/m² A_{temp}. Den ekonomiska analysen visar att en hel del pengar går att spara genom att genomföra energieffektiviserande åtgärder på Sofiavägen. Sett ur ett livscykelperspektiv på 50 år är nästan samtliga föreslagna åtgärder lönsamma, och som mest kan bostadsrättsföreningen spara 2 miljoner kronor under en 50 årsperiod.

Abstract

Climate changes are today a fact and we need to decrease our impact on the earth in order to create a sustainable society and make it possible for future generations to live and grow. Discussions on how to manage this are held all over the world and countries are cooperating to find long-term solutions to the problem. The government in Sweden is not an exception from this; they have decided to set up goals for how the impact on the environment can be decreased for different areas. One of these goals deals with the energy use and energy performance of buildings. The aim is to decrease the energy use in buildings with 20 percent until year 2020. To achieve this, actions need to be taken. New guidelines has been set up to decrease the energy use in newly built dwellings but since the biggest part of the house stock is already built, efforts needs to be done to decrease their energy use. Renovating old buildings to make them more energy efficient have a positive effect on the environment, make the society more sustainable and decrease the living cost for the inhabitants. In Lund there are among others one housing cooperative that has realized all the positive effects that renovation can have. This report has therefore investigated the possibilities for this housing cooperative to make their two buildings more energy efficient. The building on Sofiavägen is built in 1937 and is completely constructed in concrete and brick with no thermal insulation. The building on Filippavägen, built 1988, on the other hand has insulation in the outer walls that are constructed of either wood or brick. To find possible solutions on how to make the buildings more energy efficient the report starts with looking into information on what can be done and what have been done already in other similar cases.

After this the buildings was examined in order to see how their energy performance is today. To do this measurements have been done in some apartments; to start with, the air leakage was measured as well as the ventilation flow. The entire apartments were also investigated with a thermal camera to identify air leakages and thermal bridges in the building envelope. The results show that the air leakage on both buildings are rather high, 1,23 l/s, m² for Filippavägen and 2,3 l/s, m² for Sofiavägen. Further the measured ventilation flows are lower than the recommendation, which are confirmed by the measured moisture supply, and should be changed to improve the indoor climate.

The literature study has showed that the most interesting measures to improve energy efficiency are to insulate the walls and attic more, install new better windows and to install heat recovery in the ventilation system. These measures have been analyzed in computer programs such as VIP energy, HEAT2 and WUFI, which give information about moisture conditions in the outer walls, thermal bridges and the energy consumption of the entire building. The result show that at Filippavägen the energy use today is 85 kWh/ m² A_{temp} and the lowest energy use that can be achieved with the tried measures is 42 kWh/ m² A_{temp}. The energy use for Sofiavägen on the other hand is today 200 kWh/ m² A_{temp} and the lowest calculated energy use reached is 64 kWh/ m² A_{temp}.

The final cost analysis shows that none of the interventions to lower the energy use are cost efficient for the case in Filippavägen. On Sofiavägen on the other hand there's a lot to gain by renovating the building to make it more energy efficient, in almost all cases energy is saved and in the best case the housing cooperative can save about 2 million kronor during 50 years

Innehållsförteckning

Förord.....	i
Sammanfattning.....	ii
Abstract.....	iii
1 Inledning.....	1
1.1 Syfte.....	1
1.2 Avgränsningar.....	1
1.3 Metod.....	1
1.4 Ordförklaring.....	2
2 Litteraturstudie.....	3
2.1 Historik energianvändning.....	3
2.2 Energi i byggsektorn.....	3
2.3 EU-direktiv gällande energianvändning.....	4
2.4 Nationella regler och lagar.....	4
2.5 Byggnadens energianvändning.....	5
2.5.1 Transmissionsförluster.....	6
2.5.2 Värmebehov för ventilation.....	6
2.5.3 Värmeläckage.....	6
2.5.4 Värmebehov för tappvarmvatten.....	6
2.5.5 Distributionsförluster och reglerförluster.....	7
2.5.6 Fastighetsel.....	7
2.5.7 Hushållsel.....	7
2.5.8 Värmeåtervinning.....	7
2.5.9 Internt värmetilskott.....	7
2.5.10 Solinstrålning.....	7
2.6 Energisparande åtgärder.....	8
2.6.1 Tilläggsisolering av ytterväggar.....	8
2.6.2 Tilläggsisolering av vindsbjälklag.....	11
2.6.3 Fönster.....	11
2.6.4 Tätning av klimatskal.....	12
2.6.5 Uppvärmningssystem.....	13
2.6.6 Ventilation.....	13
2.6.7 Energihushållning.....	14
2.7 Solenergi.....	15

2.7.1	Solel	15
2.7.2	Solvärme	16
3	Fastigheten Sofiavägen 1 och Filippavägen 6.....	17
4	Enkätundersökning.....	19
4.1	Teori.....	19
4.2	Utförande	19
4.3	Resultat.....	20
4.3.1	Allmän uppfattning om bostaden	20
4.3.2	Innemiljö.....	21
4.3.3	Temperatur och värmekomfort.....	22
4.3.4	Luftkvalitet.....	23
4.3.5	Ljud	24
4.4	Slutsats	24
5	Mätningar.....	25
5.1	Mätobjekt	25
5.2	Tryckprovning.....	25
5.2.1	Teori.....	25
5.2.2	Utförande	25
5.2.3	Resultat.....	26
5.2.4	Slutsats	26
5.3	Termografering.....	27
5.3.1	Teori.....	27
5.3.2	Utförande	27
5.3.3	Resultat.....	27
5.3.4	Slutsats	29
5.4	Spårgasmätning.....	30
5.4.1	Teori.....	30
5.4.2	Utförande	30
5.4.3	Resultat.....	30
5.4.4	Slutsats	30
5.5	Dataloggrar	30
5.5.1	Teori.....	30
5.5.2	Utförande	31
5.5.3	Resultat och diskussion	32

5.5.4	Slutsats	38
5.6	Flödesmätning	38
5.6.1	Teori.....	38
5.6.2	Utförande	38
5.6.3	Resultat.....	38
5.6.4	Slutsats	39
5.7	Sammanfattande slutsats för mätningarna.....	39
6	Beräkningar/Simuleringar	41
6.1	Simuleringsprogram	41
6.1.1	VIP-Energy	41
6.1.2	WUFI	41
6.1.3	HEAT2	41
6.1.4	Solkartan Lund.....	41
6.1.5	PVGIS	41
6.2	Föreslagna åtgärder.....	41
6.2.1	Tilläggsisolering	41
6.2.2	Fönster.....	42
6.2.3	Tätning.....	42
6.2.4	Ventilation	42
6.2.5	FTX.....	42
6.3	Simulering.....	42
6.3.1	Fuktteknisk bedömning av tilläggsisolering	42
6.3.2	Simulering av värmetransport i ytterväggar	46
6.3.3	Energibehov.....	49
6.4	Potential för solenergi.....	54
6.4.1	Solkartan Lund.....	54
6.4.2	Beräkning solfångare.....	56
6.5	Sammanfattande slutsats för simuleringarna	58
7	Investeringskalkyl	59
7.1	Kostnader	59
7.2	Livscykelkostnadsanalys	59
8	Slutsats	65
8.1	Vad anser de boende om inneklimatet?	65
8.2	Hur ser bostadsrättsföreningens energianvändning ut idag?.....	65

8.2.1	Filippavägen.....	65
8.2.2	Sofiavägen	66
8.3	Hur kan bostadsrättsföreningen bli mer energieffektiv?	66
8.3.1	Filippavägen.....	66
8.3.2	Sofiavägen	67
8.4	Kommentarer	67
9	Förslag till fortsatta studier	69
10	Referenser	71
10.1	Tryckt.....	71
10.2	Internet.....	72
10.3	Muntliga källor	75

Bilagor

- Bilaga 1 – Enkät
- Bilaga 2 – Enkät svar
- Bilaga 3 – WUFI
- Bilaga 4 – HEAT2
- Bilaga 5 – VIP-Energy beräkningar
- Bilaga 6 – VIP Energy resultat

1 Inledning

Var dag skriver tidningar och media om klimatförändringar, energianvändning och hållbart samhälle. Att klimatet på jorden förändras är nog de flesta överens om idag och att krafttag måste göras för att få till ett hållbart samhälle där vi värnar om jordens resurser är inte heller något som folk tvistar om. För att kunna uppnå detta är minskad energianvändning centralt. Regeringar världen över arbetar idag med att få ner energianvändningen och det är många områden som måste ses över för att lyckas med detta. Ett av dessa områden är byggbranschen. Mycket energi används vid produktion av byggnader men eftersom brukstiden för byggnader är lång är det under nyttjandet av byggnaden som mest energi används. För att kunna minska denna energianvändning är det därför viktigt att nya hus byggs energisnåla men även att äldre hus renoveras och förbättras ur energisynpunkt detta eftersom större delen av byggnadsbeståndet består av redan byggda hus. Det finns i dagsläget både små och stora åtgärder som kan göras för att förbättra befintliga hus ur energisynpunkt. Införandet av energismarta lösningar och renovering för ökad energieffektivitet tjänar såväl boende som samhället på. De boende får minskade energikostnader och bättre inneklimat och samhället får en bättre miljö. Detta examensarbete behandlar denna fråga genom att undersöka en bostadsrättsförenings två byggnader för att få fram hur dessa kan göras mer energieffektiva.

1.1 Syfte

Syftet med examensarbetet är att undersöka bostadsrättsförenings Drottning Filippas två byggnader för att statusbestämma dessa ur energisynpunkt. Byggnaderna ligger relativt centralt, strax norr om Lunds stadskärna. Utifrån statusbestämningen ska sedan lämpliga åtgärder för energieffektivisering föreslås. I undersökningen ingår även en enkätundersökning för att få fram vad de boende anser om deras inneklimat. Detta mynnar ut i följande frågeställningar som rapporten behandlar:

- Vad anser de boende om inneklimatet?
- Hur ser bostadsrättsförenings energianvändning ut idag?
- Hur kan bostadsrättsföreningen bli mer energieffektiv?

1.2 Avgränsningar

Slutsatser om energianvändning dras endast utifrån de undersökta husen och kopplas inte till liknande bebyggelse. Mätningar görs endast i fyra lägenheter. Rapporten behandlar inga frågor om bygglov som eventuellt måste sökas för de föreslagna åtgärderna.

1.3 Metod

Examensarbetet går ut på att undersöka bostadsrättsförenings två byggnader för att se hur dessa kan göras mer energieffektiva. För att få fördjupad kunskap inom ämnet och vilka metoder som idag finns för att få ner energianvändningen i bostadshus påbörjades arbetet med en litteraturstudie. Litteraturstudien inleddes med att söka på bibliotek för att få fram de böcker som fanns i ämnet. Fakta letades även fram på internet i så väl vanliga sökmotorer som Lunds Universitets artikeldatabas. Vid val av källor och referenser valdes så långt som möjligt de nyaste källor som gick att hitta och de källor som var skrivna innan 2000-talet förkastades. Befintliga ritningar av byggnaderna studerades för att få veta hur byggnaderna är konstruerade.

Vid renoveringar och åtgärder för att dra ner energianvändningen är det viktigt att beakta inneklimatet för de boende så att detta inte försämras. För att få fram vad de boende idag anser om deras inneklimat gjordes därför en enkätundersökning. Resultatet av denna undersökning kan sedan vara vägledande vid val av energieffektiviserande åtgärder.

För att få fram luftläckage, hitta köldbryggor och få mer information om det termiska klimatet i byggnaderna gjordes sedan olika mätningar såsom tryckprovning, termografering och mätning av luftflöden. Mätningar utfördes i fyra lägenheter, två på Sofiavägen och två på Filippavägen. Lägenheterna på Sofiavägen är placerade under varandra mitt i byggnaden. Vad gäller lägenheterna på Filippavägen ligger en i mitten på bottenplan och en på gaveln på tredje våningen.

Till sist gjordes modelleringar av byggnaderna i olika program för att få fram hur de olika energisparande åtgärderna påverkar byggnadernas fuktförhållanden i olika byggnadsdelar, köldbryggor och slutligen hur detta påverkar energianvändningen. De program som användes till detta var WUFI, HEAT2 och VIP-Energy. För att kunna skapa modeller av byggnaderna i programmen användes ritningarna för att få fram mått och konstruktioner av de olika byggnadsdelarna. Dock fanns det i princip inga detaljritningar för hur anslutningar var gjorda, därför användes kunskap om hur liknande hus var byggda under samma period och antaganden gjordes utifrån detta. I vissa fall var ritningarna även knapphändigt måttsatta och uppskattningar fick istället göras utifrån ritningarna. Även värmeledningsförmågan för de olika materialen har uppskattats.

Möjligheten att bygga solceller på byggnadernas tak undersöktes även med hjälp av Solkartan för Lund och PVGIS.

Slutligen gjordes en kostnadsanalys för att få fram vilka åtgärder som är mest kostnadseffektiva utifrån given mängd minskad energianvändning.

1.4 Ordförklaring

A_{om} – "Sammanlagd area för omslutande byggnadsdelar mot uppvärmd inneluft." (BBR 18, 2011).

A_{temp} – Total area uppvärmd till mer än 10°C (BBR 18, 2011).

BOA – bostadsarea.

Klimatskal – de byggnadsdelar som skiljer insida från utsida (Bankvall, 2013).

Köldbrygga – konstruktionsdetalj där material med högre värmeledningsförmåga bryter igenom material med lägre värmeledningsförmåga. Detta kommer att leda till ökad värmetransport vid denna detalj (Abel & Elmroth, 2007).

Relativ fuktighet (RH) – förhållande mellan aktuell ånghalt och mättnads ånghalt (Burström, 2007).

PPD-index – predicted percentage dissatisfied. Visar hur stor andel av en grupp som förväntas vara missnöjda med det termiska klimatet (Ekberg, 2006).

U-värde – värmegenomgångskoefficient, värmemängd som passerar genom en viss byggnadsdel (Abel & Elmroth, 2007).

2 Litteraturstudie

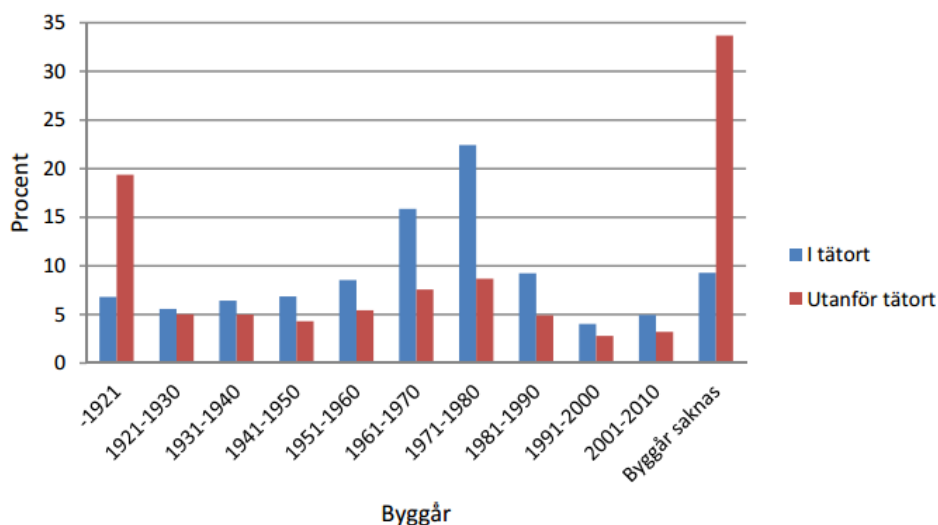
I detta avsnitt behandlas energianvändningen i byggsektorn och vilka åtgärder som kan göras i befintliga byggnader för att göra dessa mer energieffektiva.

2.1 Historik energianvändning

Sättet att bygga hus har av förklarliga skäl förändrats under årens gång. Hus byggda på 1940-talet och tidigare präglas framför allt av att konstruktionerna är relativt enkla. Byggnadsdelarna byggdes främst av ett eller några få material med flera funktioner, exempelvis massiva tegelväggar eller timmerväggar. Eftersom konstruktionerna saknade isolering värmdes byggnaderna extra under kallare delar av året för att få ett behagligt inneklimat. Dessa byggnader är med dagens mått mätt mycket energikrävande då konstruktionen ofta är både otät och dåligt isolerad. Byggandet effektiviserades med åren, men fokus låg främst på att effektivisera byggproduktionen och förbättra själva byggtekniken. Eftersom det fanns god tillgång på billig olja och elpriset var lågt fanns inget intresse att minska energianvändningen för byggnader under brukartiden. Detta kom först under senare delen av 1970-talet då oljepriserna steg dramatiskt. Efter detta började fokus läggas på att förbättra byggtekniken ur energisynpunkt, klimatskalet fick betydligt bättre isolering och tätheten fick också betydelse (Abel & Elmroth, 2012).

2.2 Energi i byggsektorn

I Sverige står bygg- och fastighetsbranschen för cirka 1/3 av landets totala energianvändning (Energimyndigheten, 2013a). Större delen av detta energibehov går åt under själva brukandet av byggnaden, det är därför här åtgärder borde sättas in för att bli mest effektiva vad gäller påverkan av energinyttjandet. För att kunna dra ner på denna energianvändning krävs det att konstruktionen av husen är bra ur energisynpunkt, detta görs främst genom täta och väl isolerade konstruktioner. Kunskap om energianvändandet har ökat inom byggbranschen och detta tillsammans med högre krav från myndigheter har gjort att byggnader i dag använder mindre energi under brukartiden än tidigare (Persson, 2002). Graf nedan visar dock att äldre hus, byggda innan 1990, står för den största delen av byggnadsbeståndet vad gäller bostadshus (SCB, 2012), nybyggnation motsvarar mindre än 1 % av det totala byggnadsbeståndet (Abel & Elmroth, 2012).



Figur 1. Bostadsbebyggelsens ålder 2010 (SCB, 2012).

Detta är ett problem eftersom bostäder i allmänhet är sämre isolerade ju äldre de är. I början av 1900-talet när flerbostadshus byggdes med massiva tegelfasader var U-värdet för dessa oftast runt 1,5-2 W/m² K (Björk, Kallstenius & Reppen, 2002). U-värde för ytterväggar har sedan i takt med att tiden gått minskat, ett genomsnittligt flerbostadshus har idag ett U-värde på 0,41W/m² K för ytterväggarna (Boverket, 2009b). Vad gäller andra byggnadsdelar har även dessa förbättrats genom åren, fönster har till exempel gått från att ha U-värden på över 2,5 W/m²K till dagens energieffektiva fönster vars U-värde är under 1 W/m²K (Energiakademin 3).

För att energianvändningen för byggnader ska minska är det viktigt att vid renoveringar i äldre byggnader alltid sträva efter att välja konstruktioner och installationer som drar ner energibehovet. Detta gäller även vid köp av nya hushållsmaskiner och belysningsval (Persson, 2002).

När byggnaders klimatskal blir bättre får brukarens energivanor större inverkan på den totala energianvändningen, detta gäller val av inomhustemperatur, tvättvanor med mera. Därför är det också angeläget att öka brukarens medvetande vad gäller energi så att denne mer aktivt kan arbeta för att sänka sin energianvändning (Persson, 2002).

2.3 EU-direktiv gällande energianvändning

I dagsläget stiger stadigt priset på kol och olja och Europa blir mer och mer beroende av energiimport från länder utanför Europa. Detta påverkar tillväxten i EU negativt och bidrar även till ökad växthuseffekt. Därför har EU försökt att minska energianvändningen i medlemsländerna (SOU 2008:25). Ett steg i detta var att 2002 anta det så kallade energidirektivet som behandlar byggnaders energiprestanda. Enligt detta direktiv ska bland annat byggnader energideklarerars, minimikrav för energianvändning för nybyggda hus ska finnas och ventilationssystemet ska kontrolleras regelbundet (Forslund, 2010). För att få ytterligare större inverkan på den totala energianvändningen i medlemsländerna antog EU 2006 en handlingsplan för effektivare energianvändning. Detta innebär bland annat att medlemsländerna ska ta fram en nationell handlingsplan för hur landet ska bli mer energieffektivt. Det slutliga målet är att respektive land ska reducera den beräknade primära energianvändningen med 20 procent fram till 2020 i förhållande till år 1995 (SOU 2008:25).

2.4 Nationella regler och lagar

För att uppnå EU direktivet om effektiv energianvändning fastställde Sveriges riksdag 2007 miljö kvalitetsmålet God bebyggd miljö. Här fastställs sju delmål varav ett delmål behandlar energianvändning i byggnader (Boverket, 2007). Detta delmål slår fast att:

”Den totala energianvändningen per uppvärmd areaenhet i bostäder och lokaler minskar. Minskningen bör vara 20 procent till år 2020 och 50 procent till år 2050 i förhållande till energianvändningen 1995. Till år 2020 ska beroendet av fossila bränslen för energianvändningen i bebyggelsesektorn vara brutet, samtidigt som andelen förnybar energi ökar kontinuerligt.” (Boverket, 2007)

Miljö kvalitetsmålen utvärderades 2012. Utvärderingen visar att de ekonomiska styrmedel som har används har varit effektiva och att medvetandet om energifrågan hos konsumenterna har ökat genom informativa insatser. Dock måste ytterligare insatser sättas in för att målet om 20 % minskad energianvändning ska nås till år 2020 (Naturvårdsverket, 2012). Enligt Boverket kommer inte heller målet om minskad energianvändning med 50 % kunna uppnås om inte renoveringstakten ökar.

Renoveringar måste alltså starta innan befintliga komponenter är helt uttjänade för att få ner energianvändningen (Lindholm, 2013).

Energianvändningen för byggnader regleras även i Boverkets byggregler, BBR 20, bland annat är gränser för maximal tillåten energianvändning för bostäder uppvärmda på annat sätt än med el- värme fastslagen till 90 kWh/m² golvarea A_{temp} , år i södra Sverige och 130 kWh/m² golvarea A_{temp} , år i norr. För en- och två vånings bostadshus med direktverkande el är kraven strängare. I BBR finns även krav på U-värde, det genomsnittliga U-värdet för de byggnadsdelar som omsluter byggnaden får vara högst 0,4 W/m²K. Allmänt ska byggnader konstrueras så att energianvändningen hålls nere genom att konsekvent välja energieffektiva lösningar med låga värmeförluster och effektiv elanvändning (BBR, 2013).

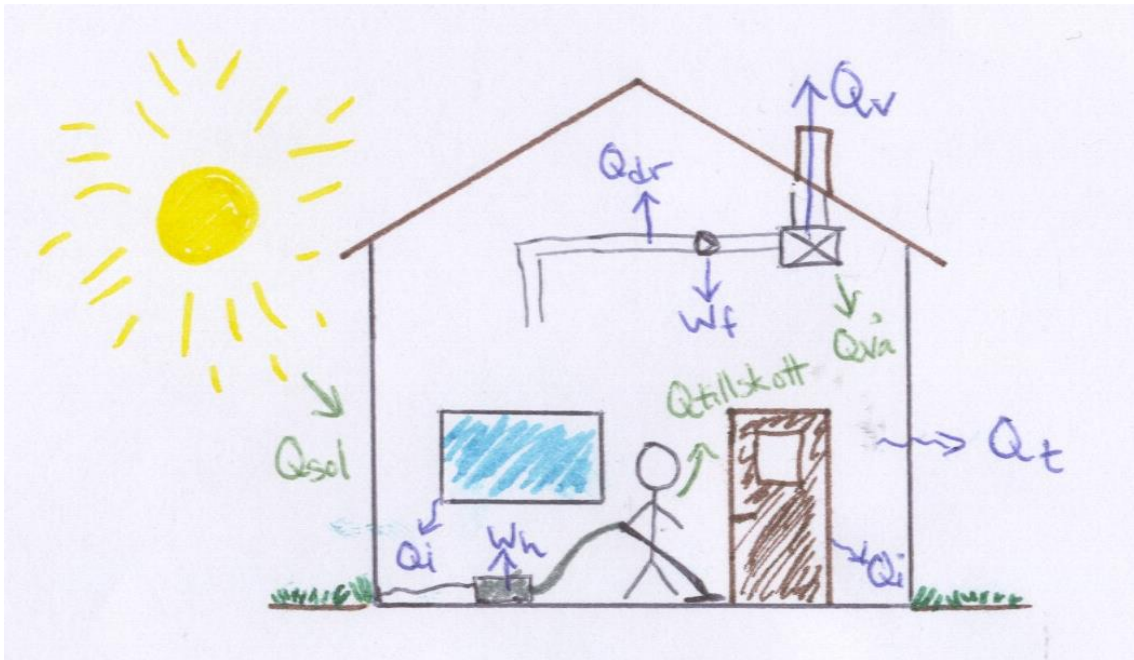
Enligt EU-direktiv ska byggnader i Sverige energideklareras. Det är ägaren som ansvarar för att en energideklaration tas fram och deklARATIONEN ska visa byggnadens energiprestanda och hur denna kan förbättras. Genom energideklarationen kan konsumenten lättare jämföra olika byggnader ur ett energiperspektiv (Forslund, 2010).

2.5 Byggnadens energianvändning

Det finns flera faktorer som påverkar en byggnads energianvändning. För att kunna räkna på hur mycket energi som används har dessa delats upp i ett antal poster som beror på olika faktorer. Genom att förstå hur energibalansen för en byggnad ser ut är det lättare att ta reda på vilka faktorer som kan påverkas för att dra ner energianvändningen (Abel & Elmroth, 2012). Ett bostadshus energibalans inkluderar tillförd och bortförd energi enligt nedanstående formel, de olika posterna åskådliggörs även i figur 2 nedan:

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

- Q_{energi} – energibehov vid avsedd användning av byggnaden
 - $Q_{\text{värme}}$ – värmebehov vid normal användning
 - W – elbehov vid normal användning av huset
 - Q_t – värmeförluster orsakade av transmission genom byggnadens klimatskal
 - Q_i – värmeförlust på grund av luftläckage genom otätheter i klimatskalet
 - Q_v – värmebehov för ventilation
 - Q_{tvv} – energibehov för uppvärmning av tappvarmvattnet
 - Q_{dr} – distributionsförluster och reglerförluster i byggnaden
 - W_f – fastighetsel, det vill säga elanvändning för drift av fläktar och frånluftsvärmepump
 - W_h – hushållsel
 - $Q_{\text{vå}}$ – värme som återvinns med hjälp av till exempel värmeväxlare
 - $Q_{\text{tillskott}}$ – invändigt värmetillskott i huset från exempelvis människor och hushållsapparater
 - Q_{sol} – värmetillskott på grund av solinstrålning
- (Abel & Elmroth, 2012)



Figur 2. Byggnadens energianvändning. Bild: J.Guth

De olika posterna i energibalansen beskrivs mer utförligt nedan.

2.5.1 Transmissionsförluster

Transmissionsförluster uppstår på grund av värmetransport som sker när det är varmare inomhus än utomhus. Denna transmissionsförlust sker genom byggnadens klimatskal och kan reduceras med god isolering. Vid anslutningar av olika byggnadsdelar blir isoleringen ofta tunnare på grund av platsbrist, det kan därför uppstå köldbryggor i dessa anslutningar vilket ökar transmissionsförlusterna (Elmroth, 2007).

2.5.2 Värmebehov för ventilation

Uteluft som tas in i byggnaden för att ventilera måste värmas upp för att bostaden inte ska kylas ner. Värmebehovet för ventilation beror alltså på hur kallt det är ute och vilken innetemperatur som efterfrågas och även på hur stort luftflödet är (Abel & Elmroth, 2012).

2.5.3 Värmeläckage

Värme förloras på grund av otätheter i klimatskalet. Läckage av uteluft in i byggnaden kan innebära problem med drag där konsekvensen blir att brukaren höjer innetemperaturen för att få ett behagligare inneklimat. För att minska otätheter krävs det att klimatskalet är helt tätt. Att täta befintliga byggnader kan dock påverka ventilationen eftersom det tidigare läckaget har medverkat till att ventilera byggnaden utan att det varit möjligt att styra. Detta beror dock på vad för slags ventilationssystem byggnaden har (Abel & Elmroth, 2012).

2.5.4 Värmebehov för tappvarmvatten

Denna post inkluderar det värmebehov som krävs för att värma det varmvatten som brukarna använder. Detta innefattar så väl varmvatten för dusch och bad som varmvatten för disk- och tvättmaskiner. Varmvattnet kan vara uppvärmt med el eller med värme från bränslen (Abel & Elmroth, 2012).

2.5.5 Distributionsförluster och reglerförluster

Distributionsförluster uppstår på grund av friktionsförluster och värmeförluster i ledningar. Korta och centralt placerade ledningar kan minska dessa förluster. Värmeförluster från ledningar kan dock bidra till att huset kräver mindre energi för uppvärmning (Abel & Elmroth, 2012).

Reglerförluster uppkommer på grund av skillnad i önskad innetemperatur och verklig innetemperatur. Automatiska reglersystem bidrar idag till att minska dessa förluster men problem kan uppstå i större flerbostadshus där de boende har olika önskemål om innetemperatur (Abel & Elmroth, 2012).

2.5.6 Fastighetsel

Detta innefattar el som krävs för att driva fastighetens olika installationer till exempel fläktar för ventilation och pumpar för cirkulation av vatten men även el för gemensamma apparater så som tvättmaskiner, hissar och allmän belysning i till exempel trappuppgångar. Denna elanvändning kan minska genom att byta till mer energisnåla maskiner och belysning (Abel & Elmroth, 2012).

2.5.7 Hushållsel

Hushållsel inkluderar all den el som brukaren använder i lägenheten för att driva apparater och belysning. Det är alltså främst brukaren som kan påverka denna elanvändning genom att stänga av apparater och välja energisnåla lösningar (Abel & Elmroth, 2012).

2.5.8 Värmeåtervinning

Värmeanvändning för ventilation kan minska genom att använda sig av värmeåtervinning genom värmeväxlare eller värmepump. Med hjälp av värmeåtervinning kan värme från frånluften användas för att värma tilluften och på så sätt minska behovet av att värma tilluften (Abel & Elmroth, 2012).

2.5.9 Internt värmetilskott

Värme kan tillföras inne i husen från människor och från apparater. Detta ger ett värmetilskott inomhus som ej kan regleras men som minskar värmebehovet. Värmetilskottet kan bidra till att temperaturen inne stiger mer än önskat under den varma delen av året och därför är det önskvärt att denna extra värme begränsas genom att välja apparater med låg värmeavgivning (Abel & Elmroth, 2012).

2.5.10 Solinstrålning

Solinstrålningen genom fönster bidrar till att höja värmen inomhus. Detta är önskvärt under de kallare delarna av året men under sommarhalvåret kan denna extra värme leda till för höga inomhus-temperaturer. I lågenergihus som givetvis är väl isolerade kan solinstrålning även leda till för höga innetemperaturer under kallare delar av året (Abel & Elmroth, 2012).

2.6 Energisparande åtgärder

Som tidigare nämnts finns det flera åtgärder att införa för att energieffektivisera befintliga byggnader, nedan förklaras ett par av dessa mer ingående.

2.6.1 Tilläggsisolering av ytterväggar

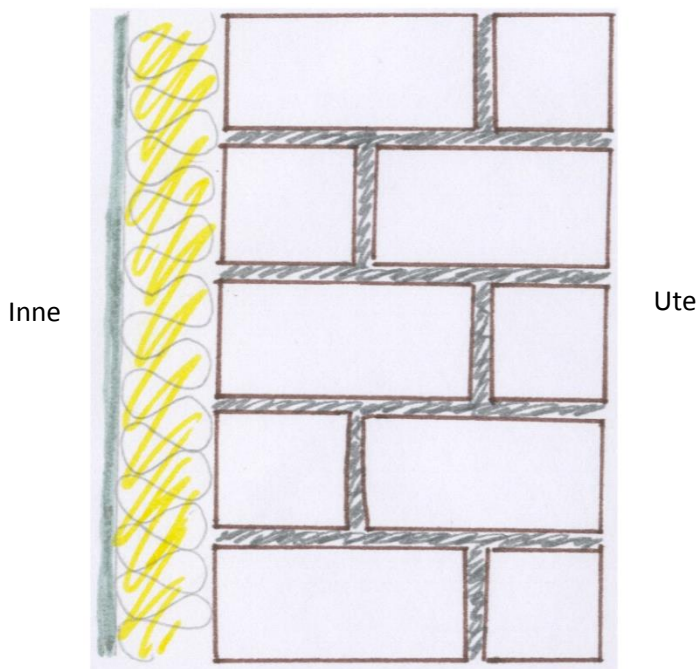
Att tilläggsisolera klimatskalet är en byggteknisk åtgärd där extra isolering placeras i klimatskalet med avsikt att ge ett lägre värmefflöde. Att tilläggsisolera kan ge stora energibesparingar, speciellt i gamla dåligt isolerade hus, men det krävs ofta stora investeringar och mycket arbete. Därför är det bäst att kombinera tilläggsisolering med andra reparationer av ytterväggar (Landfors, 2009). Vid tilläggsisolering är det viktigt att utförandet sker korrekt eftersom isoleringens funktion försämras av luftrörelser i materialet. Dessa luftrörelser kan vara påtvingade av exempelvis vind och lufttrycksskillnader eller uppstå i materialet på grund av egenkonvektion. För att motverka dessa luftrörelser krävs att isoleringen skyddas av både ett tätt skikt så att genomblåsningen inte kan inträffa samt ett vindskydd som hindrar att luftrörelser uppkommer på grund av vindpåverkan. Egenkonvektion inuti isoleringsmaterialet uppstår på grund av temperaturskillnader i springor med luft och kan därför förhindras om isoleringen monteras så att inga spalter eller springor finns mellan isolerskivorna. Springor på bara några millimeter kan ge upphov till egenkonvektion och därför är det viktigt att monteringen sker med hög noggrannhet (Abel & Elmroth, 2012). Det är även viktigt att isoleringsmaterialet är torrt när det byggs in så att inte fukt som kan orsaka mögel byggs in i väggen (Landfors, 2009). Fuktiga material leder också till högre värmeledning vilket reducerar effekten av tilläggsisoleringen.

2.6.1.1 Vakuumisolering

Vid tilläggsisolering med traditionell isolering krävs det att isoleringen har en viss tjocklek för att vara effektiv. Tjockare tilläggsisolering påverkar dock fasadens utseende alternativt den invändiga golvarean, därför utvecklas i dagsläget andra isoleringsmaterial som har lägre värmekonduktivitet och därför kan ge samma isoleringsförmåga trots betydligt tunnare lager. Ett av de material som har utvecklats är vakuumisolering. Vakuumisoleringsplattor används i dagsläget inom kylskåpsindustrin (Johansson, 2012). Materialet består utav en tunn metalliserad plastfilm som är fylld med ett mycket poröst finkornigt material. Den omslutande plastfilmen är helt tät och vakuum upprätthålls på insidan (Gohardani, 2010). Värmeledningsförmågan för dessa isoleringsplattor är runt 0,004 W/m/K. Isoleringens plastfilm är dock mycket känslig för yttre påverkan och punkteras lätt, en punkterad isoleringsplatta får betydligt högre värmeledningsförmåga, 0,02 W/m/K. Trots detta är vakuumisoleringen bättre än traditionell isolering som normalt har en värmeledningsförmåga på ca 0,04 W/m/K (Johansson, 2012). Detta betyder att en vakuumisoleringsplatta på 20-30 mm motsvarar 100-150 mm mineralull. Problem med köldbryggor i skarvarna mellan vakuumisoleringsplattorna kan dock uppstå varför det är optimalt att använda så stora plattor som möjligt. Det är även viktigt att fukt inte byggs in i konstruktionen eftersom vakuumisoleringen inte är ånggenomsläpplig. Vakuumisoleringsplattorna har en livslängd på 15-50 år och bör därför monteras så att de går att byta ut. Det är även viktigt att plattorna monteras på ett plant underlag för att minska risken för punktering (Johansson, 2014). I dagsläget är vakuumisoleringsplattorna betydligt dyrare än konventionell isolering eftersom produkten är ny på marknaden och inte massstillverkas, dock medger denna isolering en större boyta när väggarna kan göras tunnare och energianvändandet kan minska (Gohardani, 2012). Gohardani visar på att en investering i vakuumisoleringsplattor med dagens höga inköpspris har en återbetalningstid på 50 år (2012).

2.6.1.2 *Invändig tilläggsisolering*

Invändig tilläggsisolering innebär att det på insidan av ytterväggarna sätts upp extra isolering. På detta sätt förändras inte byggnadens utseende på utsidan och äldre fasader kan bevaras. Invändig isolering minskar även den invändiga golvytan och fönster kan upplevas ligga långt in i fasaden (Landfors, 2009). Figur 3 visar invändig isolering på en tegelvägg. Att isolera invändigt gör att köldbryggor vid genomföringar som exempelvis mellanbjälklag förvärras eftersom dessa blir ännu kallare när den gamla väggen blir kallare. Detta kan ge upphov till kondens och kan hos de boende ge en känsla av drag (Energiakademin 1).



Figur 3. Tegelvägg med invändig tilläggsisolering. Bild: J.Guth

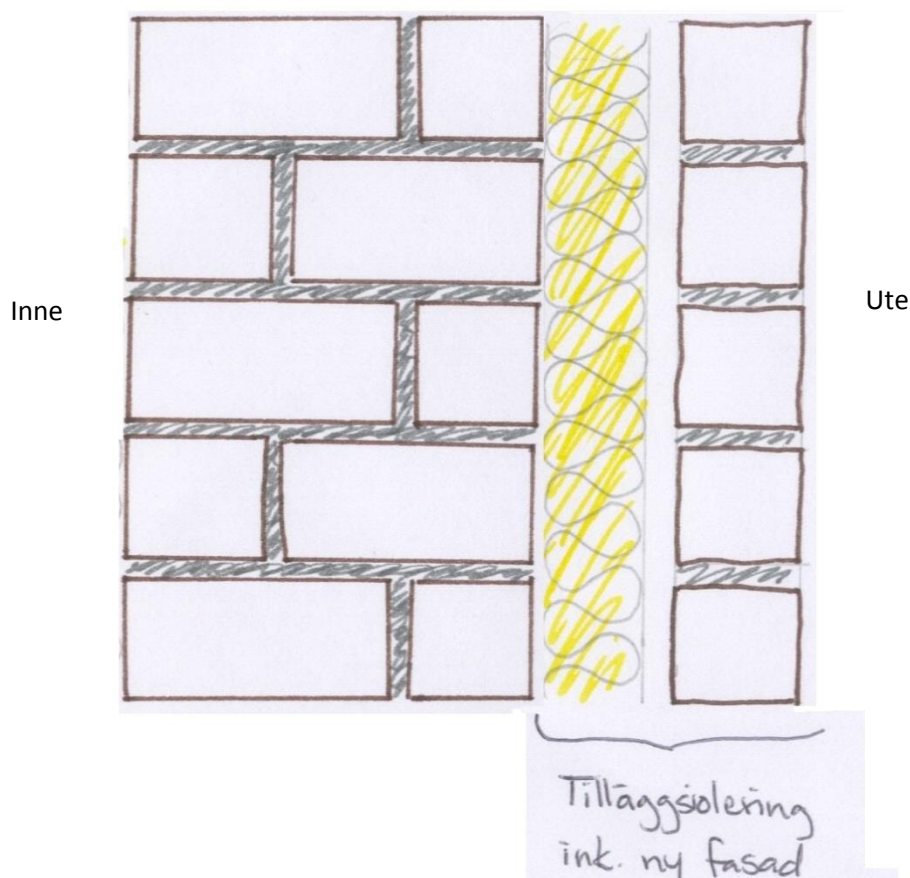
När en vägg tilläggsisoleras invändigt kommer den gamla väggkonstruktionen att bli kallare vilket ger en högre fukthalt. Väggen kan även få högre fukthalt på grund av att regn som träffar fasaden kommer att torka ut långsammare när väggen blivit kallare. Detta kan leda till fuktproblem för organiska material som sitter i eller mot ytterväggen. I områden med mycket slagregn innebär invändig tilläggsisolering också en ökad risk för frostsador i väggen när väggen blir kallare. För att skydda konstruktionen bör den invändiga isoleringen täckas av en ångspärr. Problem med kondens kan uppstå vid fönstersmyggar och el-dosor eftersom dessa ligger kallare än tidigare (Nevander & Elmarsson, 2011).

2.6.1.3 *Utvändig tilläggsisolering*

Vid utvändig tilläggsisolering isoleras hela fasaden utvändigt vilket gör att problem med köldbryggor minskar. Detta medför i sin tur att intilliggande väggar och golv blir varmare. Utvändig isolering leder även till att klimatskalet blir mer lufttätt och kan minska läckaget av värme vilket är positivt eftersom värmekostnaderna minskar. Dock kan tätare väggar även leda till att tilluften minskar i lägenheterna eftersom okontrollerat läckage in i byggnaden troligen minskar och därför är det viktigt att justera ventilationen så att inomhusklimatet inte försämras för de boende. Även värmesystemet bör justeras efter isolering eftersom värmebehovet med största sannolikhet har minskat. Vid byggnation av utvändig isolering är det även viktigt att se till att väggens ångspärr och lufttätet fungerar korrekt och

att ytterväggen är skyddad mot regn och vind (Energiakademien 2). Vid utvändig tilläggsisolering förändras husets utseende, till exempel sticker inte takfoten ut lika långt, väggen kan sticka ut vid anslutningen till grund och fönstren kommer längre in i fasaden. Även eventuella kulturhistoriskt värdefull utsmyckning utvändigt kan försvinna (Ekelin, Landfors & Andersson, 2006).

Utvändig tilläggsisolering är ur fuktteknisk synpunkt en bra åtgärd då den nya isoleringen gör att den befintliga konstruktionen blir varmare vilket sänker medelfukthalten. Utförs konstruktionen korrekt finns normalt ingen risk för att skadlig kondensation uppstår i väggen (Nevander & Elmarsson, 2011). Bild 4 nedan visar 100 mm tilläggsisolering på en befintlig tegelvägg. Eftersom väggen blir betydligt tjockare kan detta orsaka problem med monteringen av fönster eftersom det kan komma att se konstigt ut med fönster långt in i fasaden.



Figur 4. Utvändig tilläggsisolering på tegelvägg. Bild: J.Guth

2.6.1.4 Tilläggsisolering inuti vägg

Ett annat sätt att inte ändra fasadens utseende är att tillföra isolering i väggen. Detta kan ske för väggtyper som består av hålrum så som hålmurar eller kanaler (Energiakademien 2). I dessa väggar kan isolering sprutas in i hålrummen för att förbättra värmemotståndet. Vid denna typ av isolering är det viktigt att ta fuktförhållanden i beaktande så att vatten som kan finnas i vissa isoleringsmaterial kan torka ut. Mellanliggande isolering ändrar även temperaturförhållanden i väggen eftersom den yttre delen blir kallare, dock har detta inte visat sig ge upphov till nya fuktproblem (Nevander &

Elmarsson, 2011). Används sprutisolering är det även viktigt att ta sättningar i isoleringen i beaktande, den isolerande förmågan kommer att ändras med tiden eftersom isoleringen sjunker ihop vilket även kan leda till att den övre delen av vägen blir oisolerad (Arndt, 2002).

2.6.2 Tilläggsisolering av vindsbjälklag

Att tilläggsisolera vindsbjälklaget mot en kall vind anses ofta vara det mest kostnadseffektiva sättet att energieffektivisera en byggnad, detta på grund av att vinden på äldre hus ofta är dåligt isolerad (Landfors, 2009). Att tilläggsisolera vindsbjälklaget är även enkelt sett ur arbetsinsats (Nevander & Elmarsson, 2011). Vindar isoleras numera vanligen med lösfnllnadsisolering av mineralull eller cellulosafiber. I jämförelse med isolering i skivor har denna isolering en något högre värmekonduktivitet och därför krävs det ofta en tjocklek på ca 500-600 millimeter för att nå ställda krav. Eftersom lösfnllnadsisoleringen ofta sjunker ihop med tiden rekommenderas att lägga till något extra isolering för att taket i framtiden ska vara erforderligt isolerat. Lufthastigheterna är normalt sett låga på vinden och därför krävs det inte att isoleringen har ett speciellt vindskydd, däremot är det viktigt att isoleringen vid bjälklagskanterna skyddas ifrån att komma i kontakt med uteluft. Detta görs genom att vid kanten montera en vindavledare som skyddar isoleringen men samtidigt ser till att vindsutrymmet kan ventileras (Abel & Elmroth 2012). När extra isolering läggs på vindsutrymmet är det viktigt att den nya isoleringen inte täpper till ventilationsluckor så att ventileringen störs (Landfors, 2009).

När vindsbjälklaget tilläggsisoleras blir vindsutrymmet kallare, detta kan leda till kondens eller problem med för höga fukthalter i luften. Det är därför viktigt att bjälklagets täthet kontrolleras vid tilläggsisolering och vid behov tätas. Vid tilläggsisolering läggs dock normalt ingen ny ångspärr, om detta önskas bör en noggrann undersökning göras för att försäkra sig om att luften under ångspärren inte antar för hög relativt fuktighet (Nevander & Elmarsson, 2011). Att lägga till en ångspärr är även ett omfattande arbete eftersom ångspärren måste ligga så nära den varma sidan som möjligt vilket betyder att isolering måste avlägsnas före montering av ångspärr (Landfors, 2009). Kondensproblem kan dock uppstå i takkonstruktionen trots att bjälklaget är tätt, detta beror på att undersidan av taket under klara kalla nätter kan få en kallare temperatur än uteluften på grund av värmeutstrålning mot himlen. Uteluft som kommer in under taket kan då kondensera på takets insida och orsaka fuktproblem (Landfors, 2009). Detta beror dock på hur taket är utformat, är värmemotståndet tillräckligt stort avhjälpas detta problem eftersom insidan då inte blir så kall.

2.6.3 Fönster

Gamla fönster har ofta väldigt höga U-värden, vilket gör att en hel del av husets värme kan försvinna genom dem. Detta innebär att byte till bättre isolerade fönster kan leda till stora energibesparingar. Nya energieffektiva fönsterkonstruktioner, inklusive karm och båge, kan ha U-värde så låga som 1 W/m²K jämfört med gamla som ofta har över 2,5 W/m²K (Energiakademin 3). Det är dock inte bara fönstrets konstruktion som påverkar värmeläckaget. Anslutningen mellan fönster och vägg är en av flera kritiska moment i klimatskalets uppbyggnad. Det är därför viktigt att denna anslutning görs så tät som möjligt för att minska risken för värmeläckage men även för att skydda från nederbörd så att vatten inte tränger in i konstruktionen (Sandberg & Sikander, 2004).

Eftersom fönster är en byggnadsdel där mycket värme förloras är detta en av de första delar som måste åtgärdas för att energieffektivisera en byggnad. Att byta fönster är en kostsam åtgärd som även kan förändra fasadens utseende. För att undvika detta kan istället befintliga fönster förbättras. Detta kan ske till exempel genom att montera en extra isolerruta. Detta är ett bra alternativ om

fönstren i övrigt är välbehållna (Energimyndigheten, 2008). Ett annat sätt att öka värme genomgångsmotståndet genom fönster är att lägga till isolerande jalousier, gardiner eller persienner på utsidan, mellan eller på insidan av fönstren. Dessa kan dras för under kalla nätter för att minska värmeförlusten genom fönstren (Bokalders & Block, 2009). Tekniken för mer energieffektiva fönster har de senaste åren utvecklats. Glasen kan beläggas med ett lågmissionsskikt, detta minskar värme genomsläppligheten kraftigt men påverkar inte insläppet av dagsljus märkbart. Dessa glas kan ha U-värden lägre än $1 \text{ W/m}^2\text{K}$ vilket betyder att det i dagens fönster är karmen och bågen som släpper ut mest värme eftersom dessa verkar som köldbryggor. Trots att tekniken gått framåt försvinner ungefär tio gånger så mycket värme genom fönstren jämfört med en mycket bra yttervägg (Abel & Elmroth, 2012).

Kondens på fönster kan vara ett problem om luftfuktigheten inomhus är hög och ventilationen dålig. Det kan då uppstå kondens på innerrutans insida. Detta motverkas genom att sätta radiatorer under fönstren, varm luft från radiatorerna strömmar då längs fönstret och förhindrar bildandet av kondens (Nevander & Elmarsson, 2011).

Hos nyare fönster med väldigt låga U-värden kan kondens uppstå på fönstrets utsida, vilket kan upplevas som ett problem. Eftersom fönstret släpper ut väldigt lite värme blir ytemperaturen på utsidan väldigt låg. Under klara kalla nätter kan nattutstrålningen göra att ytan blir kallare än uteluften. Om uteluften samtidigt har en hög relativ fuktighet, vilket ger en daggpunkt som är högre än ytemperaturen, uppstår kondens. Om uteluftstemperaturen ligger nära eller under 0°C kan glaset bli ännu kallare och då uppstår istället frost. Kondens på utsidan av ett fönster är normalt inte skadligt för fönstret utan bara ett tecken på att det är välisolerat (Olsson-Jonsson, 2011).

2.6.4 Tätning av klimatskal

Otättheter i en byggnadsklimatskal kan finnas vid anslutningar i konstruktionen, vid fönster och dörrar och vid genomföringar för installationer i klimatskalet. Att luft läcker genom dessa otättheter påverkar byggnadens funktion på flera sätt. Dels kan det leda till att fukt som kan orsaka mögelproblem kan röra sig ut i konstruktionen och dels kan det påverka inneklimatet för de boende. Detta eftersom luftläckage påverkar ventilationen och även kan ge upphov till problem med drag (Sandberg & Sikander, 2004). Luftläckage leder även till ökad energianvändning på grund av den ökade ofrivilliga ventilationen (Sandberg mfl, 2007).

I BBR 18 (2011) ställs krav på lufttätheten för ett nybyggt hus mindre än 100 m^2 golvarea, vid $\pm 50 \text{ Pa}$ tryckskillnad får det genomsnittliga luftläckaget inte överstiga $0,6 \text{ l/s, m}^2 A_{om}$ (BBR 18). Detta krav är ett alternativt krav vid energianvändning. För passivhus får klimatskalet ej läcka mer än $0,3 \text{ l/s, m}^2$ vid en tryckskillnad på 50 Pa (FEBY 12, 2012).

Det är alltså viktigt att det täta skiktet i klimatskalet utförs noggrant så att det verkligen är tätt. Eftersom det är på bygget detta utförs har SP genomfört en kunskapsinventering för att undersöka hur täthetsfrågor hanteras på byggarbetsplatsen. Denna inventering visar att lufttäthet oftast inte behandlas som en viktig fråga vid byggandet och att det därför finns stort behov av att öka kunskapen om vikten av täta konstruktioner. Ökad kunskap på arbetsplatsen anses motivera snickarna till att utföra tätskiktet på ett korrekt sätt och ökad kunskap hos projektörerna leder till bättre utförda konstruktionslösningar och materialval (Sandberg & Sikander, 2004).

Att täta redan befintligt klimatskal kan göras genom att byta ut eller sätta in tätningslister vid fönster och dörrar och/eller tilläggsisolera fasad och tak (Energimyndigheten, 2011c).

2.6.5 Uppvärmningssystem

I många fastigheter med vattenburen värme finns det en obalans i systemet vilket gör att den kallaste delen av byggnaden bestämmer temperaturnivån, vilket i sin tur kan leda till att de varmare delarna får vädra bort energi. En injustering av värmesystemet skapar en jämnare och behagligare innetemperatur i hela fastigheten. Att injustera värmesystemet är en förhållandevis enkel åtgärd vilket kan sänka värmebehovet med upp till 15 % (Energimyndigheten, 2012).

2.6.6 Ventilation

Att se över ventilationssystemet ökar energieffektiviteten och förbättrar inneklimatet för de boende (Energiakademin 4).

2.6.6.1 Effektivisera F-system

I ett frånluftssystem suger fläktar ut luft ur bostaden vilket skapar ett undertryck. Detta undertryck gör att uteluft tas in genom ventiler och otätheter i klimatskalet. Fläktarna gör att luften rör sig rätt väg genom bostaden och har ett konstant flöde (Energiakademin 4).

Det finns flera sätt att förbättra ett F-system som ger bättre energieffektivitet och en bättre inomhusmiljö:

- Injustering av systemet gör att för höga luftflöden, vilket ger drag och ökad energi för uppvärmning, undviks.
- Byte av gamla fläktar mot nya el-effektiva fläktar med varvtalsstyrning vilket ger förutsättning för behovs- och årstidsanpassad ventilation.
- Fläktmotorerna i F-system är ofta överdimensionerade. Om så är fallet kan det vara lönsamt att byta motorn mot en mindre som passar systemet bättre.
- Det finns även möjlighet att årstidsanpassa ventilationen. På vintern när temperaturen sjunker minskar lufttrycket vilket ökar tryckskillnaden mellan inne och ute vilket underlättar fläktarbetet.
- En frånluftsvärmepump kan kopplas till systemet som återvinner värme ur frånluften. Denna värme kan användas till att värma tappvarmvattnet eller bidra till uppvärmningen om värmesystemet är vattenburet.
- Installera tilluftsradiorer som uteluften måste passera innan den kommer in i lägenheten. Detta utförs vanligen genom att uteluftsintaget placeras bakom dessa tilluftsradiorer i lägenheterna. Dessa radiatorer fungerar även som vanliga radiatorer för att värma invändigt.

Dock ger all teknisk utrustning med givare och sensorer ett ökat underhåll.

(Energiakademin 4)

2.6.6.2 Konvertera F-system till FTX-system

Ett FTX-system innebär att det finns två separata kanalsystem för till- respektive frånluft. Tilluften kommer i allmänhet till sovrum och vardagsrum och frånluften tas från kök, bad- och sovrum. Kanalsystemen möts sedan i en värmeväxlare där frånluften värmer tilluften. Detta kan ge en energibesparing på 50-80 % jämfört med om värmen inte återvinns. En annan fördel med FTX-system är att tilluften kan renas innan den når bostaden (Energimyndigheten, 2011a).

Att konvertera ett F-system till ett FTX-system är ofta svårt att genomföra ekonomiskt och praktiskt då det måste finnas plats för nya tilluftskanaler (Energiakademien 5), och själva värmeåtervinningsaggregatet. Det finns dock många exempel där detta har utförts på ett lyckat vis (BeBo, 2009). För att förenkla konverteringen kan istället lägenhetsvis FTX-system införas. Varje lägenhet har då ett eget FTX-aggregat vilket minskar rördragningen och förluster i rör men försvårar underhållet eftersom aggregaten är placerade i lägenheterna. Detta medför att det är svårt för driftpersonal att serva aggregaten och ofta har de boende inte tillräckliga kunskaper i hur underhållet bäst ska skötas (Wahlström, Blomsterberg & Olsson, 2009).

2.6.7 Energihushållning

För att minska energianvändningen av hushållsel och fastighetsel finns det flera energismarta lösningar som kan införas. Nedan presenteras några av dessa.

2.6.7.1 Belysning

Behovsstyrd belysning i allmänna lokaler, till exempel trapphus och garage, är ett i många fall kostnadseffektivt sätt att minska energianvändningen. Belysning som styrs av antingen IR- eller akustiska sensorer har stor potential för energieffektivisering, det är möjligt att spara upp till 90 %. Dessa system har oftast en återbetalningstid på cirka 1 år (Forslund, 2010).

2.6.7.2 Lägenhetsvis energimätning

Idag är det vanligast att avgiften för värme och varmvatten avgörs efter hur stor en lägenhet är. Om detta system byts ut till ett system som mäter hur mycket varje lägenhet använder och tar betalt för den faktiska användningen ger detta de boende en anledning att själva spara energi (Ekelin, Landfors & Andersson, 2006). Detta brukar leda till att förbrukningen av varmvatten minskar med 15-30 % men med stor skillnad mellan lägenheterna. Vad gäller värmebehovet är det inte lika säkert att detta minskar då lägenhetsvis mätning införs eftersom det finns problem med att ställa in värmesystemet efter det. Dock visar tidigare erfarenheter att värmebehovet kan minska med 10-20 % (Berndtsson, 2005).

2.6.7.3 Vitvaror

Vitvaror står för cirka 25 % av hushållselen i en bostad. Det är därför viktigt att välja vitvaror med bra energimärkning. Energimärkningssystemet består av olika kategorier från G till A där A har lägst energianvändning och G högst. Idag finns det så bra vitvaror att de klassas A+++ . Genom att byta till en ny energieffektiv kyl dras dess energianvändning ner med nästan 90 %, från 1200 till 135 kWh/år. Även tvättmaskiner och torkskåp, som oftast är gemensamt i flerbostadshus, har utvecklats så mycket de senaste åren att det kan vara lönsamt att byta ut fungerande utrustning mot nyare mer energieffektiva (Bokalders & Block, 2009).

2.6.7.4 Minskad vattenanvändning

Att ha ettgreppsblandare på vattenkranar gör att det går snabbare att reglera flöde och temperatur på vattnet. Detta medför att inte onödigt mycket vatten spolats ut i avloppet. Det finns även moderna kranar som kan spara ännu mer vatten genom att de exempelvis går tillbaka till normalflöde så fort greppet släpps eller kan ha förinställd maxtemperatur och flöde. Dessa moderna kranar kan minska varmvattenanvändningen på tappstället med upp till 50 % (Bokalders & Block, 2009).

Nya vattenbesparande duschar har utvecklats som använder 6 liter/min istället för gamla där det används 20-25 liter/min (Bokalders & Block, 2009).

Vitvaror, såsom tvätt och diskmaskin, använder både el och varmvatten. Dagens vitvaror använder betydligt mindre energi och varmvatten än gamla. Det finns till exempel diskmaskiner som bara använder en fjärdedel av den normala mängden vatten (Bokalders & Block, 2009).

2.7 Solenergi

Solen är en i det närmaste oändlig energikälla. På 10 minuter tar jorden emot solstrålning som motsvarar hela jordens energianvändning för ett helt år. Trots detta står solenergi bara för 0,2 procent av den totala energianvändningen för värme och kyla (Ståhl & Sundqvist, 2009).

Mängden solstrålning som träffar jorden varierar beroende på geografi. I ökenområdena, som har ett stort antal soltimmar per år, är medelinstrålningen 2500 kWh/m² medan det i södra Sverige är cirka 1000 kWh/m² (Andrén, 2011). Den energi som kan fås ut av solstrålningen beror dels på vilken teknik som används men även mycket på hur solpanelerna är orienterade och lutade. Normalt fås maximalt energiutbyte med en solpanel riktad rakt åt söder med en lutning på mellan 25° och 65° från horisontalplanet (Andrén, 2011).

Det finns två principiella användningar för solenergi. Antingen genererar solpanelerna el till hushållet, kallat solel, eller så producerar solpanelerna värme, kallat solvärme (Svensk Solenergi 2).

I dagsläget går det att få stöd från regeringen på upp till 35 % av investeringskostnaden vid installation av solfångare eller solceller (Energimyndigheten, 2014).

2.7.1 Solel

Att omvandla solljus till el i solceller är en teknik som har funnits sen 50-talet då det användes för att försörja de första satelliterna. En solcell består av en tunn skiva av ett halvledande material, oftast kisel, som när det träffas av solljus bildar en svag ström. Flera celler seriekopplas sedan för att få en hanterbar spänning (Svensk Solenergi 1).

Det finns två typer av kiselceller, kristallina eller amorfa, även kallat tunnfilmssolceller. De kristallina solcellerna är idag de vanligaste med cirka 80-90% av marknadsandelarna. Skillnaden mellan de två typerna är att de amorfa solcellerna består av en tunnare film vilket gör att mindre material går åt vilket i sin tur ger en lägre tillverkningskostnad. Tunnfilmssolceller har dock en något lägre verkningsgrad än kristallina solceller (Svensk Solenergi 1).

El producerad av solceller på bostadshus används i allmänhet som fastighetsel, solcellerna kan då även kopplas till elnätet så att överskottsel kan säljas för ytterligare förtjänst. I Lunds kommun finns det möjlighet att sälja tillbaka el till företaget Krafringen AB (Krafringen).

2.7.2 Solvärme

När solljus omvandlas till värme kallas panelerna för solfångare. I flerbostadshus används solvärme framförallt för att värma upp tappvarmvatten under sommarhalvåret (Andren, 2011).

Det finns två principiella typer av solfångare, plana solfångare och vakuumrörssolfångare. Plana solfångare består av en glasad låda med absorbatörer som värmer upp rör där vatten cirkulerar.

Vakuumrörssolfångare finns i olika utföranden men grundprincipen är en rad med dubbla glasrör, med vakuum mellan för att minska värmeförlusterna (Energimyndigheten, 2013b), vilket leder till en prestanda som är upp till 30 % bättre än för plana solfångare (Andrén, 2011). För plana solfångare är årsutbytet 300-530 kWh/m² och för vakuumrörssolfångare 450-800 kWh/m² (Energimyndigheten, 2013b).

Om ett solvärmesystem skall integreras i en befintlig byggnad görs det bäst genom att byta ut befintliga material, till exempel takbeläggning eller fasadmateriäl, mot solfångare. Detta görs med fördel när det redan finns behov av renovering, på så sätt står inte solvärmesystemet för hela kostnaden (Andrén, 2011). När solvärme ska installeras för uppvärmning av tappvarmvattnet dimensioneras detta normalt sett för att täcka 30-40 % av behovet (Andrén, 2011).

Det går att kombinera ett solvärmesystem med fjärrvärmekretsen i ett hus. Detta är mer plats-effektivt eftersom fjärrvärmekretsen då används som värmemottagare och då behövs inget eget värmelager för solvärmesystemet (Andrén, 2011).

3 Fastigheten Sofiavägen 1 och Filippavägen 6

Här presenteras bostadsrättsföreningens byggnader.

Fastigheten är placerad centralt i Lund, norr om stadskärnan och består av två byggnader, Sofiavägen 1 och Filippavägen 6 med totalt 37 lägenheter av varierad storlek. Sofiavägen 1 är ett trevåningshus och Filippavägen 6 är ett fyrvåningshus. Båda fastigheter har källare och två trapphus. Byggnaderna är uppförda under olika tidsepoker. Sofiavägen 1 byggdes 1937 som hem för sjuksköterskestudenter och Filippavägen 6 byggdes 1988. Figur 5 nedan visar de båda husen.



Figur 5. Sofiavägen 1 till vänster och Filippavägen 6 till höger. Foto: J.Guth.

Sofiavägen har bärande 2-stens tegelväggar helt utan isolering och mellanbjälklag av betong. Bjälklaget mot kallvinden är isolerat med cirka 320 mm lösull men i övrigt är byggnaden helt oisolerad. Huset har balkonger. Balkongplattorna är gjorda av betong och ligger upplagda på L-profiler av stål som sitter fast i bjälklagen. I samband med nybyggnad av bostadshuset på Filippavägen 1988 renoverades det gamla sjuksköterskehemmet och gjordes om till lägenheter. Vid denna renovering förbättrades bland annat fönstren genom att ett nytt två-glas fönster tillsattes invändigt. Totalt är huset 13,5 meter högt och takhöjden på våningsplanen är cirka 3 meter.

Filippavägen 6 har en stomme av betong med bärande ytterväggar på kortsidorna och bärande innerväggar som löper vertikalt mot längdriktningen. Ytterväggarna längs långsidorna är utfackningsväggar med träregelstomme och fasadtegel. Till skillnad från Sofiavägen har ytterväggarna utrustats med isolering, 140 mm i betongväggarna respektive 145 mm i träregelväggarna. Mellanbjälklagen består av betong och bjälklaget mot kallvinden är isolerat med 300 mm lösull. Taket har en lutning på 40 grader. Fönstren består av tre-glas isolerglas. Även Filippavägen har balkonger, dessa är troligtvis utförda genom att låta bjälklaget fortsätta ut genom fasaden. Takhöjden på våningsplanen är 2,4 meter.

2006 ombildades hyresrätterna till bostadsrätter.

Byggnaderna har ett vattenburet värmesystem som använder fjärrvärme och en luft/vatten värmepump. Värmeväxlaren återvinner värme ur frånluften som sedan används till att värma varmvattnet. Under kallare delen av året när värmeväxlaren inte räcker till för att värma vattnet används fjärrvärmens även till detta. Ventilationssystemet är ett frånluftssystem med spaltventiler för tilluft ovanför fönstren och frånluftsfläktar i badrum samt toaletter och kolfilterfläkt i köken. Uppvärmning och

vatten ingår i avgiften till bostadsrättsföreningen medan hushållsel mäts och betalas separat för respektive lägenhet.

Tvättstuga finns i källare på respektive byggnad. På Sofiavägen är tvättmaskinerna relativt nya men torkskåpet äldre och troligen energikrävande. I källaren finns även förråd och gemensam lokal som kan bokas för fest eller liknande sammankomster.

Ritningarna över byggnaderna saknar detaljritningar vilket gör att antagningar måste göras för att kunna modellera byggnadsdelarna. I vissa fall är ritningarna även dåligt måttasatta. Däremot finns det en del andra dokument som har varit användbara i arbetet, där ibland en energideklaration och drift-rapport där användning för fjärrvärme, vatten och fastighetsel redovisas.



Figur 6. Bostadsrättsföreningens innergård. Filippavägen 6 rakt fram och Sofiavägen 1 till höger i bild. Foto: J.Guth.

4 Enkätundersökning

För att få reda på vad de boende anser om sitt inneklimat har en enkätundersökning genomförts. I detta avsnitt presenteras hur denna har gått till väga och vilka resultat undersökningen gav.

4.1 Teori

För att bedöma hur de boende uppfattar sitt inomhusklimat delades en enkät ut. Denna enkät baserades på den enkät som Boverket använde i sin undersökning av bebyggelsens energi-användning, tekniska status och inomhusmiljö (BETSI) som genomfördes 2007-2009.

Enkätundersökningen i BETSI bestod av flera olika enkäter; en bostadsenkät som besvarades för varje bostad samt individuella enkäter för vuxna, barn och ungdomar. Bostadsenkäten bestod av frågor om bostaden som kan ge bakgrund till bostadens utformning. Personenkäterna bestod av frågor om hur inomhusmiljön upplevs samt hälsofrågor. Undersökningen skickades ut till 3734 småhus och 8841 flerbostadshus. Urvalet delades upp så att fem i förväg definierade åldersklasser av byggnader skulle bli representerade; -1960, 1961-1975, 1976-1985, 1986-1995 och 1996-2005. Svansfrekvensen för enkäten var överlag låg. För vuxnenkäten var andelen svarande 50 % och 46 % för småhus respektive flerbostadshus (Boverket, 2009a).

Ett annat mått för att värdera resultaten i denna enkätundersökning är att jämföra med bedömningskriterierna i certifieringssystemet Miljöbyggnad. För att befintliga byggnader ska kunna uppnå BRONS som är den lägsta nivån i Miljöbyggnad ska PPD ligga under 20 % för det termiska klimatet. För att uppnå den högsta nivån GULD ska PPD ligga under 10 % (SGBC, 2011).

Byggbranschen har även tagit fram R1 - riktlinjer för specifikation av inneklimatkrav. Dessa riktlinjer måste inte uppfyllas men är en vägledning för att byggnaden ska få ett bra inneklimat. Vad gäller det termiska klimatet ska PPD-index vara maximalt 10 % för att det termiska klimatet ska anses komfortabelt enligt R1 (Ekberg, 2006).

4.2 Utförande

I denna enkätundersökning har en förenklad version av vuxnenkäten från BETSI använts (se bilaga 1 för fullständig enkät). Skillnaden var att hälsofrågorna togs bort efter önskemål från bostadsrättsföreningens styrelse. Eftersom enkätens syfte främst var att ta reda på vad de boende ansåg om deras inneklimat har fokus valts att läggas på faktorerna som påverkar detta. Resultatet kommer fortfarande att kunna jämföras med svaren i BETSI. I jämförelse med BETSI kommer främst större skillnader att lyftas fram, detta eftersom huvudsaken med enkäten är att få reda på vad de boende tycker om deras inneklimat. Två enkäter delades ut till varje hushåll i början på marsmånad och de boende fick två veckors svarstid. En påminnelse skickades ut efter en vecka.

Resultaten för temperatur och komfort jämförs med riktlinjerna för BRONS i miljöbyggnad. Om svarsandelen för Ja, ofta överstiger 20 % är det termiska klimatet ej tillfredsställande enligt certifieringen BRONS.

Svaren i enkäten jämförs även med R1, om svarsandelen för Ja, ofta överstiger 10 % är det termiska klimatet i byggnaden inte mycket bra enligt denna specifikation.

4.3 Resultat

Nedan redovisas svarsfördelningen i procent för de frågor som anses mest relevanta för att ge en representativ bild över hur de boende upplever sitt inneklimat, svarsfördelningen för övriga frågor finner läsaren i bilaga 2 där samtliga svar är sammanställda.

Totalt inkom 18 svar från Sofiavägen och 26 svar från Filippavägen, detta resulterar i en svarsfrekvens på 60 % respektive 59 % med antagande att två svar förväntas från varje lägenhet, detta medför att svarsfrekvensen blir något lägre än det riktiga värdet eftersom det i vissa lägenheter endast bor en person. Svarsfrekvensen är ändå tillräckligt hög för att svaret ska kunna anses spegla de boendes åsikter rättvist. I motsvarande undersökning i BETSI var svarsfrekvensen 46 % alltså något lägre (Boverket, 2009a). Generellt är svaren i denna enkätundersökning liknande de svar som inkom för motsvarade grupp i BETSI, i de fall svaren avviker har detta kommenterats i texten nedan.

4.3.1 Allmän uppfattning om bostaden

Tabell 1. Fråga 1: Är du nöjd eller missnöjd med din bostad som helhet?

	Mycket nöjd	Ganska nöjd	Varken/eller	Ganska missnöjd	Mycket missnöjd	Inget svar
Filippavägen	38	54	8	0	0	0
BETSI 1986-1995	47	42	8	2	1	
Sofiavägen	44	50	0	0	0	6
BETSI -1960	33	47	14	4	2	

Resultatet i tabell 1 ovan visar att de boende i bostadsrättsföreningen generellt är mycket nöjda och ganska nöjda med sitt boende vilket är positivt, dock hade åtgärder kunnat införas för att öka andelen mycket nöjda. Jämförelse med BETSI visar att de boende i bostadsrättsföreningen Drottning Filippa är något mindre nöjda med sin bostad i jämförelse med resten av landet.

4.3.2 Innemiljö

Tabell 2. Fråga 3: Har du de senaste månaderna känt dig besvärad av någon eller några av följande faktorer i din bostad?

	Filippavägen				Sofiavägen		
	Ja, ofta (varje vecka)	Ja, ibland	Nej, aldrig	Inget svar	Ja, ofta (varje vecka)	Ja, ibland	Nej, aldrig
a. Drag	11	31	58	0	17	44	39
b. För hög rumstemperatur	4	19	77	0	0	22	78
c. Varierande rumstemperatur	4	46	50	0	5	67	28
d. För låg rumstemperatur	12	38	50	0	28	50	22
e. Instängd luft	4	31	65	0	5	17	78
f. Torr luft	0	8	88	4	6	22	72
g. Obehaglig lukt	4	42	54	0	0	11	89
h. Statisk elektricitet som gör att man lätt får stötar	0	8	92	0	0	6	94
i. Andras tobaksrök	4	23	73	0	0	17	83
j. Buller	4	58	38	0	0	33	67
k. Damm och smuts	4	31	65	0	6	39	55
l. Annat, vad:	15	4	4	77	0	0	0

I tabell 2 kan läsas vad de boende den senaste tiden har känt sig besvärade av. Resultatet visar att boende på Filippavägen främst har varit besvärade av drag och för låg rumstemperatur. Varierande rumstemperatur, instängd luft, obehaglig lukt, buller och damm och smuts anses också vara ett problem ibland. Enligt R1 ska PPD vara maximalt 10 %. I detta fall överstigs detta för drag och för låg rumstemperatur. Dock är det termiska klimatet tillfredsställande enligt certifieringen BRONS i Miljöbyggnad. Jämfört med BETSI är problem med drag större än i övriga landet, enligt BETSI uppger endast 5 % att de besväras av drag. Vad gäller för låg rumstemperatur anser endast 6 % att de besväras av detta i resten av landet. När det kommer till buller och damm och smuts är byggnaden på Filippavägen något bättre än i BETSI där 12 % respektive 14 % anser sig besvärade av detta.

De boende på Sofiavägen är även dessa framför allt besvärade av drag (17 %) och för låg rumstemperatur (28 %). Detta uppfyller inte gränsen för 10 % i R1 och uppfyller inte kravet på max 20 % för certifieringen BRONS. Jämfört med resten av landet är dessa resultat betydligt högre, i BETSI anger endast 6 % att de besväras av drag och 7 % av för låg rumstemperatur. Dock är byggnaden något bättre än resten av landet vad gäller instängd luft och tobaksrök där resultatet i BETSI visar att 10 % besväras av detta. Även vad gäller buller och damm och smuts är Sofiavägen bättre än resultatet i BETSI som visar att 12 % respektive 11 % anser sig besvärade av detta.

4.3.3 Temperatur och värmekomfort

Tabell 3. Fråga 4: Hur tycker du att värmekomforten i stort sett är i din bostad?

	Mycket bra	Bra	Acceptabel	Dålig	Mycket dålig	Inget svar
Filippavägen	19	54	15	8	4	0
BETSI 1986-1995	30	38	26	8	1	
Sofiavägen	11	44	39	6	0	0
BETSI -1960	15	43	32	8	2	

Svaret i tabell 3 visar att större delen av de boende tycker att värmekomforten är bra eller mycket bra. Generellt sett är de boende på Filippavägen mer nöjda än boende på Sofiavägen vilket är förståeligt då Sofiavägen är ett betydligt äldre hus med sämre täthet och isolerande förmåga. Jämfört med resultatet i BETSI är Filippavägen något sämre än liknande byggnader i resten av landet.

Tabell 4. Fråga 5: Besväras du av att du i bostaden har...

	Filippavägen			Sofiavägen		
	Ja, ofta (varje vecka)	Ja, ibland	Nej, aldrig	Ja, ofta (varje vecka)	Ja, ibland	Nej, aldrig
... alltför kallt på vinterhalvåret?	12	42	46	39	39	22
... alltför varmt på vinterhalvåret?	4	19	77	0	6	94
... alltför kallt på sommarhalvåret?	0	35	65	0	6	94
... alltför varmt på sommarhalvåret?	12	42	46	22	56	22
... kalla golv?	8	27	65	11	39	50
... drag från fönster?	15	31	54	28	33	39
... drag från ytterdörr?	0	8	92	17	11	72
... varierande rumstemperatur vid temperaturväxlingar utomhus?	4	46	50	11	56	33
... svårigheter att själv påverka rumstemperatur?	19	46	35	33	50	17

I tabell 4 kan utläsas att det på Filippavägen är störst problem med att det är för kallt på vinterhalvåret och för varmt på sommarhalvåret vilket kan ha att göra med att många tycker att det är svårt att själva påverka rumstemperaturen. På Filippavägen anser även de boende att det är problem med drag från fönster. Detta uppfyller inte riktlinjen på 10 % i R1, dock är det godkänt enligt certifieringen BRONS.

På Sofiavägen besväras betydligt fler, en ännu större andel säger att det är för kallt på vintern och för varmt på sommaren samt att det är svårt att själv påverka innetemperaturen. Det är även många som besväras av att rumstemperaturen varierar vid temperaturväxlingar utomhus samt drag från fönster och ytterdörr och kalla golv. Samtliga av dessa parametrar bör förbättras för att inneklimatet ska vara mycket bra enligt R1 och tillfredsställande enligt BRONS.

Vid jämförelse med BETSI ser resultaten i procent liknande ut men två frågor utskiljer sig, på Sofiavägen anser något fler att det ofta var alltför kallt på vinterhalvåret, 39 % jämfört med BETSI 16 % och upplevde svårigheter att själva påverka rumstemperaturen, 33 %, BETSI 17 %.

4.3.4 Luftkvalitet

Tabell 5. Fråga 6: Hur tycker du att luftkvaliteten i stort sett är i din bostad?

	Mycket bra	Bra	Acceptabel	Dålig	Mycket dålig	Inget svar
Filippavägen	23	54	19	0	0	0
BETSI 1986-1995	20	53	23	4	0	
Sofiavägen	22	56	22	0	0	0
BETSI -1960	13	47	32	6	1	

Tabell 6. Fråga 7: Besväras du i din bostad av luft inifrån byggnaden såsom av...

	Filippavägen				Sofiavägen		
	Ja, ofta varje vecka	Ja, ibland	Nej, aldrig	Inget svar	Ja, ofta varje vecka	Ja, ibland	Nej, aldrig
a. ... eget matos som sprids i bostaden?	23	42	35	0	50	44	6
b. ... grannars matos?	4	23	73	0	6	28	67
c. ... tobakslukt eller annan lukt från grannar?	8	31	62	0	0	22	78

Tabell 7. Fråga 10: Besväras du i din bostad av ventilationsproblem som...

	Filippavägen				Sofiavägen		
	Ja, ofta varje vecka	Ja, ibland	Nej, aldrig	Inget svar	Ja, ofta varje vecka	Ja, ibland	Nej, aldrig
a. ... svårigheter att bli av med fuktig luft i bad-/duschrum?	11	27	58	4	28	33	39
b. ... imma på fönster vid matlagning?	4	27	65	4	17	22	61
c. ... svårigheter att själva påverka ventilationen?	23	38	35	4	28	39	33

Resultatet i tabeller 5-7 ovan visar att de boende på Filippavägen och Sofiavägen upplever luftkvaliteten på ungefär samma sätt. Störst andel anser att luftkvaliteten är mycket bra eller bra och ingen tycker att den är dålig. Följdfrågorna om luftkvalitet visar att det främst är problem med matos som sprids i lägenheten som stör de boende, 23 % upplever detta ofta på Filippavägen och motsvarande siffra för Sofiavägen är 50 %, se tabell 6. Motsvarande svar i BETSI var 52 % och 45 %. På Filippavägen anser även en tredjedel att de ibland störs av matos och annan lukt från grannar. På Sofiavägen besväras cirka en fjärdedel ibland av lukt från grannar. Det är även en hel del som anser sig ha problem med ventilationen såväl på Filippavägen som på Sofiavägen, se svar i tabell 7 ovan. I motsvarande resultat från BETSI är det främst svårigheter att bli av med fuktig luft i bad-/duschrum som urskiljer sig, i BETSI anger endast 13 % (byggår -1960) att de ofta har besvär av detta. Vad gäller imma på fönster visar resultatet i BETSI att enbart 11 % besväras av detta ibland för byggnader byggda 1986-1995.

I R1 och Miljöbyggnad anges inte riktlinjerna och kraven för luftkvaliteten i PPD-index varför dessa inte kan jämföras på samma sätt som tidigare.

4.3.5 Ljud

Tabell 8. Fråga 11: Hur tycker du att ljudförhållandena i stort sett är i din bostad?

	Mycket bra	Bra	Acceptabel	Dålig	Mycket dålig	Inget svar
Filippavägen	4	39	35	15	4	0
BETSI 1986-1995	22	33	34	8	4	
Sofiavägen	17	50	33	0	0	0
BETSI -1960	12	40	34	11	4	

Tabell 8 ovan visar att de boende på Filippavägen är generellt mindre nöjda med ljudförhållandena i lägenheten jämfört med Sofiavägen. Vid jämförelse med BETSI är de boende på Filippavägen något mer missnöjda än den generella åsikten i landet, BETSI visar att 22 % (1986-1995) anser att ljudförhållandena är mycket bra. Vad gäller Sofiavägen tycker de boende att ljudförhållandena är något bättre än resultatet i BETSI. Inte heller för ljudmiljön anges riktlinjer alternativt krav i R1 och Miljöbyggnad i PPD-index och därför kan dessa svar inte jämföras med dessa.

4.4 Slutsats

Generellt sett är de boende i bostadsrättsföreningen Drottning Filippa nöjda med sitt boende, boende på Filippavägen är något mer nöjda än boende på Sofiavägen. Det som främst anses vara ett problem är inomhustemperaturen. De boende anser att det är svårt att reglera temperaturen vilket leder till att det blir antingen för varmt eller för kallt. Det är även många som besväras av drag från fönster.

Vad gäller luftkvaliteten tycker de boende att den är bra men att de har problem med matos som sprids i lägenheten vilket troligen beror på att köken endast är utrustade med ett kolfilter. Många säger även att de besväras av svårigheter att bli av med fuktig luft i bad- och duschrum samt svårt att själva påverka ventilationen.

Ljudförhållandena anses även dessa vara generellt sett bra i lägenheterna dock uppger en del att de störs av ljud från grannar och av passerande biltrafik.

5 Mätningar

Nedan presenteras de mätningar som genomfördes på byggnaderna samt de resultat de gav.

5.1 Mätobjekt

Mätningarna genomfördes i två lägenheter i vardera byggnaden. På Sofiavägen ligger en lägenhet på andra våningen (S1) och den andra ligger på tredje våningen (S2). Båda lägenheter är placerade mitt i byggnaden vilket betyder att de endast har ytterväggar i väster- och österläge. Lägenhet S1 är 114 m² och S2 är 112 m². På Filippavägen är en lägenhet i varje trapphus undersökt. Den första lägenheten (F1) ligger på bottenvåningen i mitten av byggnaden och har därför yttervägg endast mot norr och söder. Lägenheten är 86 m². Den andra lägenheten (F2) är 85 m² stor och är en gavellägenhet mot väster som är placerad på tredje våningen. För att få säkrare indata till VIP-Energy gällande ventilationsflödet mättes detta även i ytterligare en lägenhet. Denna lägenhet ligger på söder gavel på andra våningen på Sofiavägen och är 74 m² stor.

Mätningarna på lägenhet S1 genomfördes 24:e mars, utetemperaturen var då 2°C och det blåste något, uppskattningsvis 4 m/s. Inomhustemperaturen var 22°C. Mätningar i den andra lägenheten på Sofiavägen gjordes den 25:e mars men tyvärr gick en säkring sönder i Blower Dooren och därför kunde endast frånluftflödet mätas i denna lägenhet. Lägenheterna på Filippavägen undersöktes båda två den 28 april. Utetemperaturen var då 20°C och det var soligt och vindstill. Innetemperaturen i båda lägenheterna var 23°C. Eftersom endast den första mätningen utfördes när det var kallt ute är det endast vid denna mätning som värmekameran kunde användas. De andra mätningarna genomfördes när det var för varmt ute för att kunna se någon skillnad i temperatur.

5.2 Tryckprovning

5.2.1 Teori

Tryckprovning görs för att se hur tät en viss byggnads eller lägenhets klimatskal är. För att tryckprovningen ska kunna mäta hur mycket som läcker genom klimatskalet måste först alla ventilationsöppningar täppas igen. Efter detta trycksätts lägenheten med hjälp av en fläkt som monteras i en ytterdörrsöppning. I dörren monteras även ett plastskynke med hjälp av en ställning för att dörrhålet ska bli tätt. Fläkten skapar sedan en tryckskillnad mellan insida och utsida, först övertryck sedan undertryck. Denna tryckskillnad leder till att luft pressas ut eller in genom håligheter i klimatskalet. Genom att mäta flödet genom fläkten samt trycket i lägenheten ger mätutrustningen ett värde på luftläckaget vid olika tryckskillnad, här mäts från 60 Pa till 15 Pa. Utifrån detta kan luftläckaget vid 50 Pa tas fram. Detta värde är dock ett generellt värde, enskilda läckor kan inte mätas (The Energy Conservatory, 2007). Enligt svensk standard fungerar tryckprovning bäst om det inte blåser, helst ska vindhastigheten inte överstiga 6 m/s och temperaturskillnaden mellan inne- och utetemperatur ska inte vara för stor (SS-EN 13829).

5.2.2 Utförande

I denna undersökning användes en Minneapolis Blower Door för att genomföra tryckprovningen. Vid dessa mätningar placerades denna i balkongdörren. Detta eftersom det inte gick att få tillräckligt fritt i trapphuset och detta hade kunnat störa mätningarna eftersom trycket i trapphuset då hade påverkat resultatet. Dock innebär detta att läckage vid balkongdörren inte kommer med i resultatet vilket gör att uppmätt värde antagligen är lägre än det verkliga.



Figur 7. Blower Door monterad i balkongdörr. Foto: J.Guth

5.2.3 Resultat

Resultatet av mätningarna presenteras i tabell 9 nedan.

Tabell 9. Resultat från tryckprovning.

Lägenhet	Uppmätt läckage vid 50 Pa tryckskillnad [m ³ /h]	Area yttervägg [m ²]	Läckage [l/s·m ²]	Medelvärde läckage [l/s·m ²]
S1 Övertryck	555	60,7	2,54	2,33
S1 Undertryck	462	60,7	2,11	
F1 Övertryck	206	36,1	1,58	1,41
F1 Undertryck	162	36,1	1,24	
F2 Övertryck	319	63,2	1,4	1,28
F2 Undertryck	364	63,2	1,15	

5.2.4 Slutsats

Mätningarna visar att luftläckaget i lägenheterna är högt jämfört med BBRs nybyggnadskrav på 0,6 l/s, m² för byggnader med en golvarea, A_{temp} på högst 100 m² enligt kapitel 9:4. Detta beror troligen främst på otäta fönster men även otäta anslutningar i konstruktionen. Som tidigare nämnts är mätningarna gjorda från balkongdörren vilket gör att läckaget vid denna inte kommer med, detta borde leda till att resultatet i mätningen är något lägre än det verkliga läckaget. Resultatet har inte heller tagit hänsyn till eventuellt läckage till trapphus och andra lägenheter, vid tryckprovning borde det läcka luft även till dessa utrymmen men för att få fram läckage per kvadratmeter används endast ytterväggsarean. Att uppskatta det läckage som sker mellan lägenhetsskiljande väggar är mycket svårt, läckaget beror bland annat på hur täta material som finns mellan lägenheterna och hur täta

anslutningar är. För att kunna få ett mer korrekt resultat borde fler mätningar göras helst även med mottryck i intilliggande lägenheter.

5.3 Termografering

5.3.1 Teori

Vid termografering används en värmekamera som tar en bild över hur temperaturen varierar. Från detta kan kallare ytor upptäckas. Att ytor är kallare kan bero antingen på att där finns läckage av kall luft eller bero på byggnadsdelens konstruktion, antingen att isoleringen är defekt eller att där finns en köldbrygga.

5.3.2 Utförande

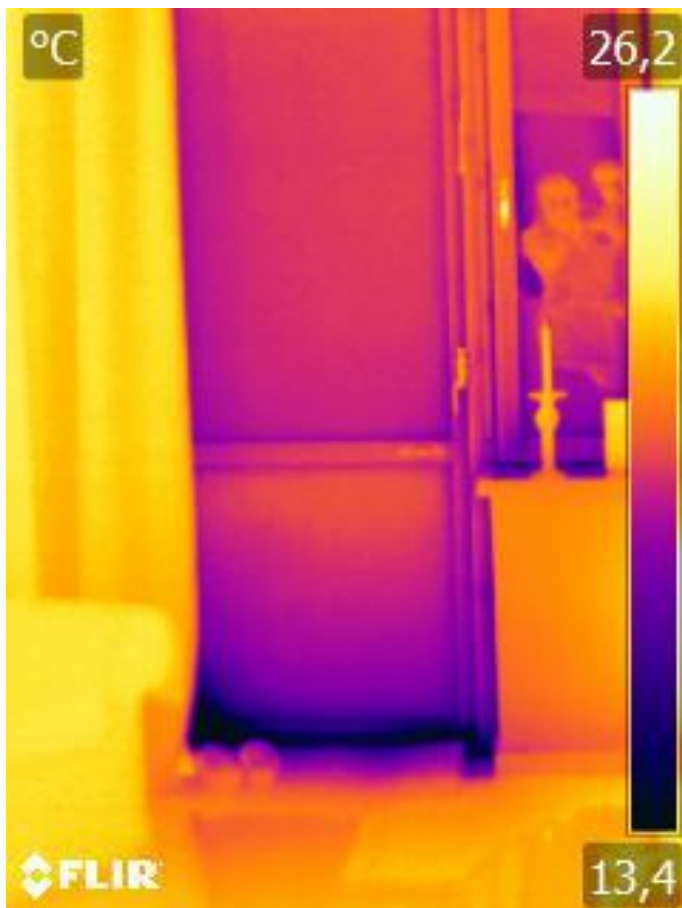
Termografering gjordes endast på en lägenhet, S1 beroende på väderförhållanden. För att genomföra termografering användes i försöket en IR-kamera av modellen FLIR E40. Denna kamera tar både en vanlig bild och en IR-bild vid fotografering, detta för att lättare kunna jämföra och se var bilden är tagen. IR-kameran användes först på hela lägenheten för att se var kallare partier fanns. Efter detta trycksattes lägenheten med undertryck och IR-bilder togs än en gång på hela lägenheten. Vid undertryck kommer kall luft att pressas in genom otätheter i klimatskalet och detta syns då som kalla partier på bilderna från värmekameran. Jämförs sedan bilderna kan köldbryggor särskiljas från luftläckage eftersom luftläckage endast kommer att synas när lägenheten är trycksatt.

5.3.3 Resultat

Nedan visas bilder tagna med IR-kameran. Bilderna är tagna i lägenhet S1. De första två bilderna visar fönster, figur 10 visar nederkant balkongdörr och figur 11 är anslutning tak-yttervägg i vardagsrummet. Till höger i bilderna ses temperaturskalan vilket visar högsta och lägsta temperaturen i bilderna.



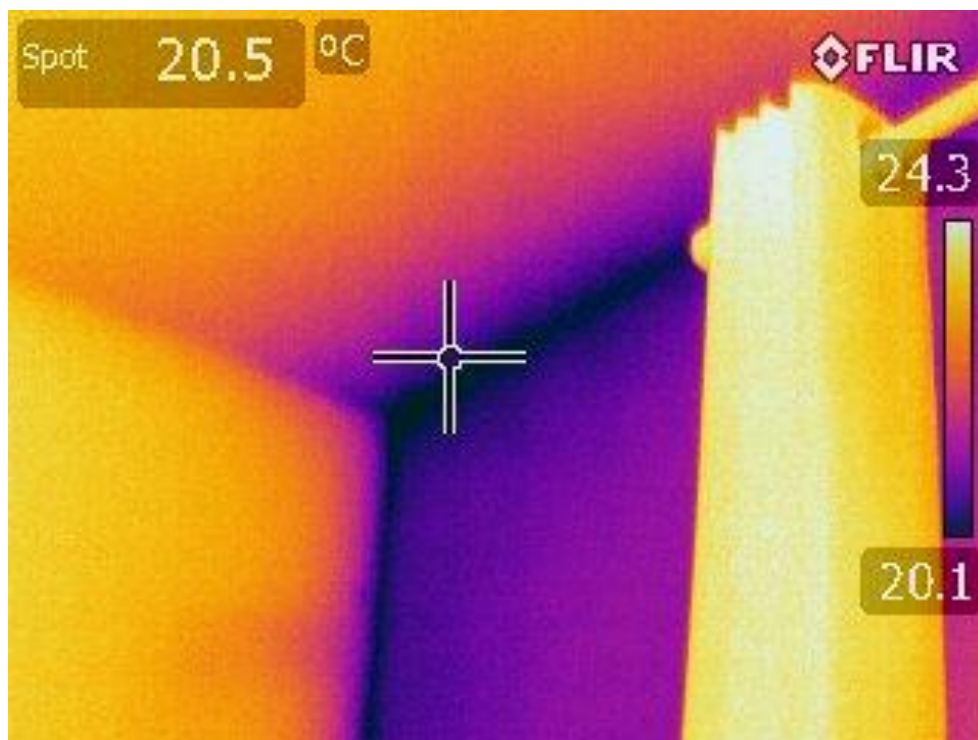
Figur 8. Fönster i sovrummet.



Figur 9. Balkongdörr och fönster, vardagsrum.



Figur 10. Nederkant balkongdörr, vardagsrum.



Figur 11. Anslutning yttervägg tak, vardagsrum.

5.3.4 Slutsats

Ingen större skillnad kunde ses mellan bilderna som är tagna innan lägenheten trycksattes och bilderna tagna vid undertryck. Bilderna visar tydligt att det är kallare runt fönstren och det är även betydligt kallare i nederkant på balkongdörren jämfört med innetemperaturen. Innetemperaturen var 22°C medan de kallaste partierna runt fönster och balkongdörr var så kalla som 12,5°C. Detta tyder på att det läcker luft runt fönstren och kan medföra obehag för de boende eftersom detta kan upplevas som källdrag, vilket överensstämmer med resultatet från enkätundersökningen där det fanns klagomål på drag.

Några andra läckage kunde inte detekteras med värmekameran. Eftersom huset är byggt av massivt tegel är detta inte förvånansvärt, så pass tjocka tegelväggar borde vara relativt täta. Vid möjliga köldbryggor såsom anslutning mellan bjälklag yttervägg eller tak yttervägg var temperaturskillnaden mot innetemperatur endast 2°C trots att det var relativt kallt ute, 2°C, se bild 11.

5.4 Spårgasmätning

5.4.1 Teori

Spårgasmätning kan användas för att se var det läcker i klimatskalet. Rök sprutas ut från en behållare och genom att observera om röken rör sig kan luftläckage visas. Denna metod användes då det var för varmt utomhus för att värmekameran skulle kunna ge användbara bilder.

5.4.2 Utförande

Röken sprejades ut längs med samtliga fönsterramar. För att lättare kunna se vilket håll luften rörde sig försattes lägenheten under undertryck med hjälp av Blower Door.

5.4.3 Resultat

Vid samtliga fönster rörde sig luften tydligt inåt i byggnaden. Figur 12 nedan visar rök vid fönster som rör sig in i lägenheten.



Figur 12. Bild från spårgasmätningen, röken rör sig tydligt ut i rummet.

5.4.4 Slutsats

Eftersom röken rörde sig inåt i byggnaden visar detta att luft läcker in vid fönstren. Att tätas här kan därför vara lönsamt för att få ett tätare klimatskal.

5.5 Dataloggrar

5.5.1 Teori

Dataloggrar är små mätinstrument som mäter temperatur och relativ fuktighet under en längre tid med ett givet mätintervall. Loggrar sätts upp såväl inomhus som utomhus för att kunna se hur utomhusklimatet påverkar inneklimatet samt för att beräkna fuktillskottet. Utifrån insamlad mätdata kan slutsatser dras om hur inneklimatet och uteklimatet varierar i tid.

I denna undersökning användes loggrar av typen Hobo U12 som har en lagringskapacitet på 43000 mätvärden. Loggern har noggrannhet på $\pm 0,35^{\circ}\text{C}$ mellan $0-50^{\circ}\text{C}$ och vad gäller relativ fuktighet är noggrannheten $\pm 2,5\%$ mellan $10-90\%$. Temperaturen kan mätas mellan -20°C och 70°C och relativa fuktigheten mellan 5% och 95% (HOB0 U12). Detta är dock enligt tillverkaren och kan försämrats med tiden.

5.5.2 Utförande

Loggrarna ställdes in på att samla in mätdata var 5:e minut och placerades i vardagsrum och kök i fyra lägenheter, två på Sofiavägen och två på Filippavägen. Se tabell 10 nedan för placering.

Tabell 10. Placering av loggrarna.

Lägenhet	Logger	Placering
S1	Kök	Hylla, yttervägg, ca 0,7 m från fönster och 1,6 m från golv.
	Vardagsrum	Hylla, innervägg, 1,4 m från golv.
S2	Kök	Mot yttervägg, hylla, ca 0,4 m från fönster och 0,75 m från golv.
	Vardagsrum	Vid innerväggshörn, 1,2 m från golv.
F1	Kök	0,9 m från golv mot innervägg.
	Vardagsrum	1,7 m från golv mot innervägg.
F2	Kök	Ca 1,6 m från golv och 0,4 m från fönsterdörr.
	Vardagsrum	Mot innervägg, 1,6 m från golv.

Två loggrar sattes även upp utomhus. Dessa var placerade på norrsidan cirka en meter ut från fasaden. De var även skyddade från direkt solljus och regn. Loggrarna samlade in data under cirka 1,5 månad, från början av mars till slutet på april.

För att beräkna fukttilskottet måste ånghalten och mätnadsånghalten i de olika mätställena beräknas, detta tas fram med hjälp av mätningarna av temperatur och relativ fuktighet. Mätnadsånghalten, som är beroende av temperaturen, beräknas först. Det finns inget teoretiskt samband mellan temperatur och mätnadsånghalt men de kan beräknas med god noggrannhet med hjälp av följande empiriska samband.

$$v_s(T) = p_s(t) \cdot \frac{M_v}{R \cdot (273,15 + T)}$$

$$p_s(t) = a \cdot \left(b \cdot \frac{T}{100} \right)^n$$

$$0 < T < 30 \quad a = 288,68 \quad b = 1,098 \quad n = 8,02$$

$$-20 < T < 0 \quad a = 4,689 \quad b = 1,486 \quad n = 12,3$$

v_s = mätnadsånghalt

T = Temperatur, K

M_v = molekylvikt för vatten = 18,02 kg/k·mol

R = allmänna gaskonstanten = 8314,3 J/(kmol·K)

p = gstryck, Pa

Ånghalten, v, kan sedan beräknas som

$$v = RH \cdot v_s$$

För att korrigera för att volymen luft som kommer in i byggnaden expanderar då den värms upp införs faktorn, f. I nedanstående ekvation ska temperaturerna anges i °C.

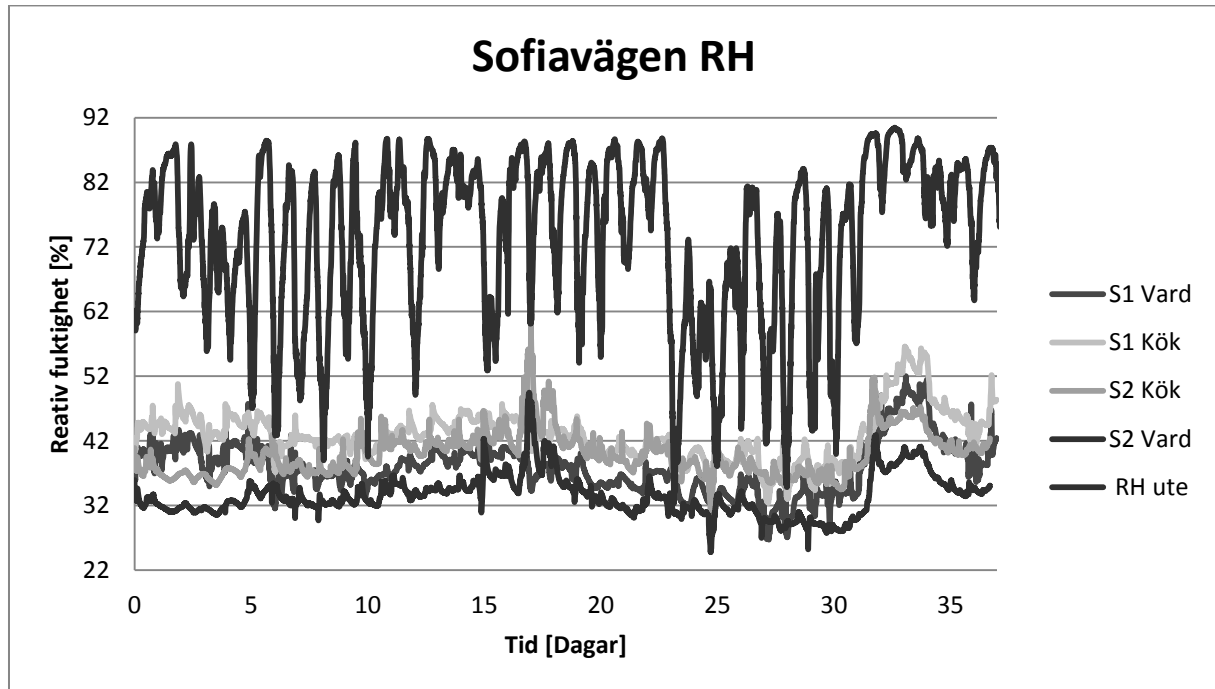
$$f = \frac{(T_{ute} + 273,15)}{(T_{inne} + 273,15)}$$

Fukttillskottet, v_{FT} , beräknas sedan som skillnaden mellan ånghalt inne och ute.

$$v_{FT} = v_{inne} - f \cdot v_{ute}$$

(Nevander & Elmarsson, 2011)

5.5.3 Resultat och diskussion

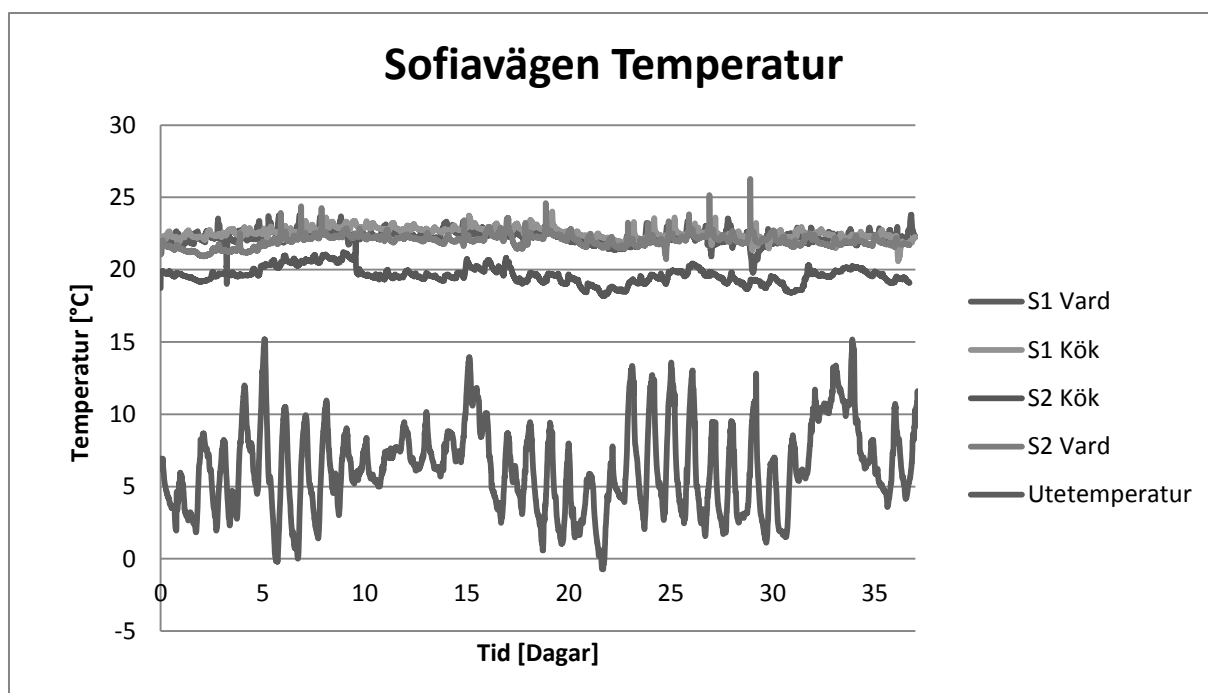


Figur 13. Relativ fuktighet på Sofiavägen.

Tabell 11. Medelvärden på relativ fuktighet, Sofiavägen.

Mätställe	Medel RH [%]
Ute	53,7
S1 Kök	45,7
S1 Vardagsrum	38,3
S2 Kök	39,8
S2 Vardagsrum	33,8

I figur 13 och tabell 11 ovan visas resultaten för relativ fuktighet på Sofiavägen. Den relativa fuktigheten skiljer sig till viss del mellan de olika mätställena, dock ligger de väldigt jämnt i förhållande till varandra över tiden. Värdena visar även att RH inomhus varierar beroende på värdet utomhus. Den relativa fuktigheten är överlag högre i S1 än S2 och i båda lägenheterna är den högre i köket. Skillnaden mellan lägenheterna kan bero på olika boendevanor och skillnaden mellan rummen är logisk då exempelvis matlagning i köket genererar mycket vattenånga.

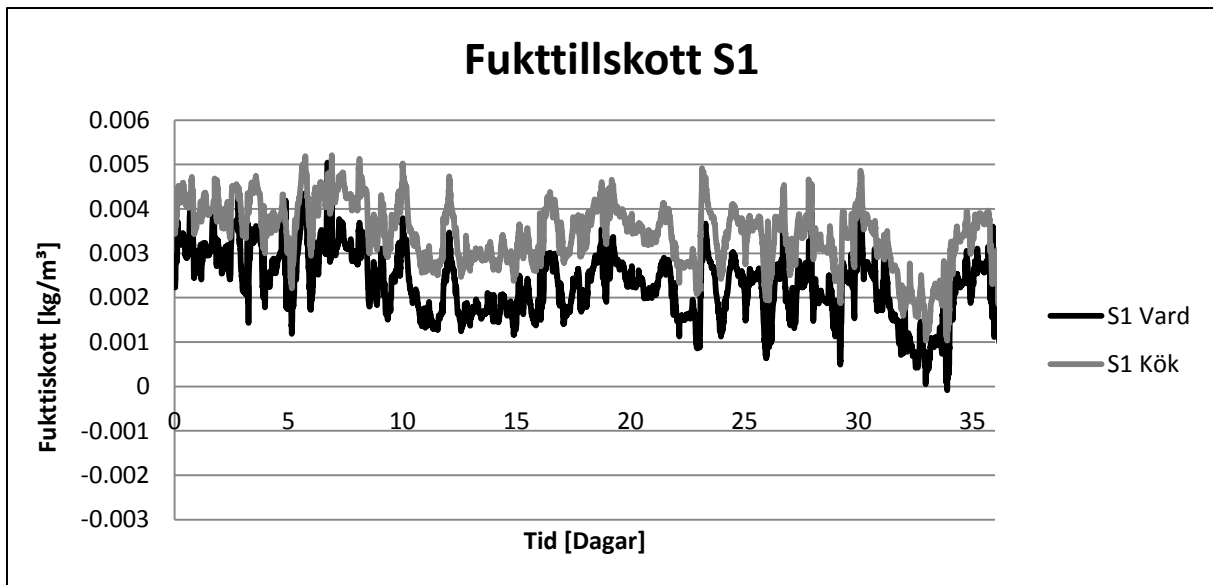


Figur 14. Temperaturvariationer på Sofiavägen.

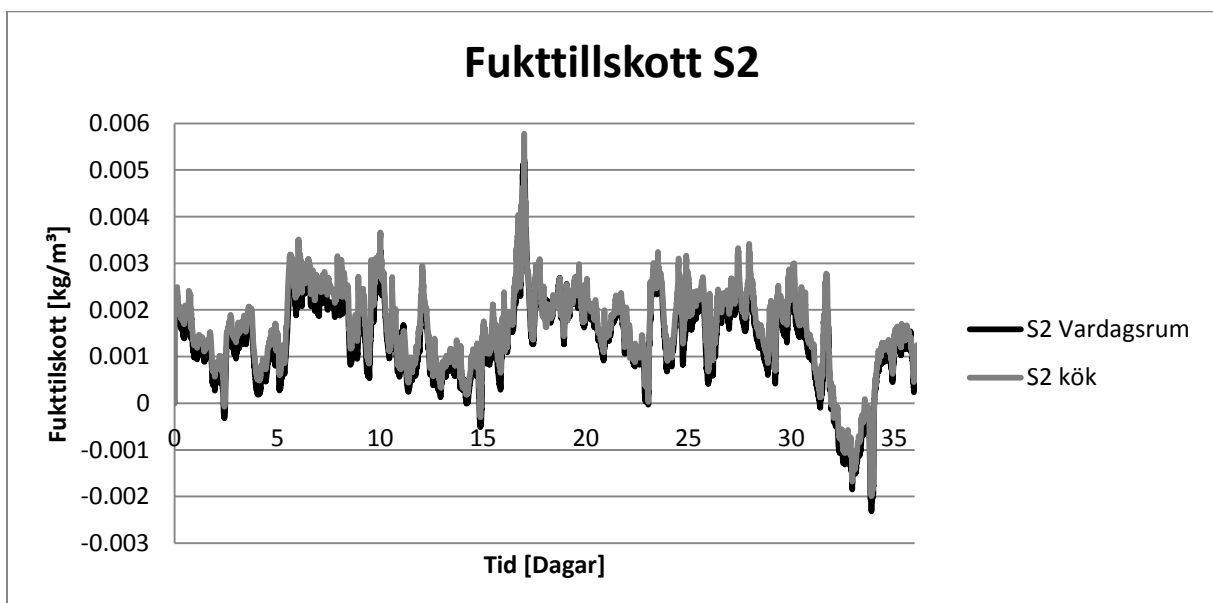
Tabell 12. Medeltemperaturer Sofiavägen.

Mätställe	Medeltemperatur [°C]
Ute	12,56
S1 Kök	21,69
S1 Vardagsrum	21,78
S2 Kök	19,83
S2 Vardagsrum	22,0

Figur 14 och tabell 12 ovan visar uppmätta temperaturskillnader på Sofiavägen. Temperaturerna på de olika mätställena ligger överlag jämnt förutom i köket i S2 där den ligger ungefär 2 grader lägre. Dygnsvariationen av temperaturen är i de flesta fall små, vilket troligen beror på att den tunga stommen i huset hjälper till att jämna ut temperaturen över dygnet. Det finns dock tillfällen då temperaturen antingen är väsentligt högre eller lägre än vanligt. I fallet med de lägre temperaturerna, som framförallt sker i S1 sker de så sällan och med så stora mellanrum att det är rimligt att anta att det beror på de boende, till exempel att de vädrat. De höga temperaturerna i framförallt S2 vardagsrum är svårare att förklara då de sker oftare och med jämnare mellanrum. Temperaturens toppar sker i samband med utetemperaturens toppar men de högsta topparna inomhus sammanfaller inte med de högsta utetemperaturerna vilket gör det svårt att säga om det enbart beror på utetemperaturen. Dock hade den tunga stommen kunnat medverka till fördröjning i påverkan av innetemperaturen.



Figur 15. Fukttillskott lägenhet S1.



Figur 16. Fukttillskott lägenhet S2.

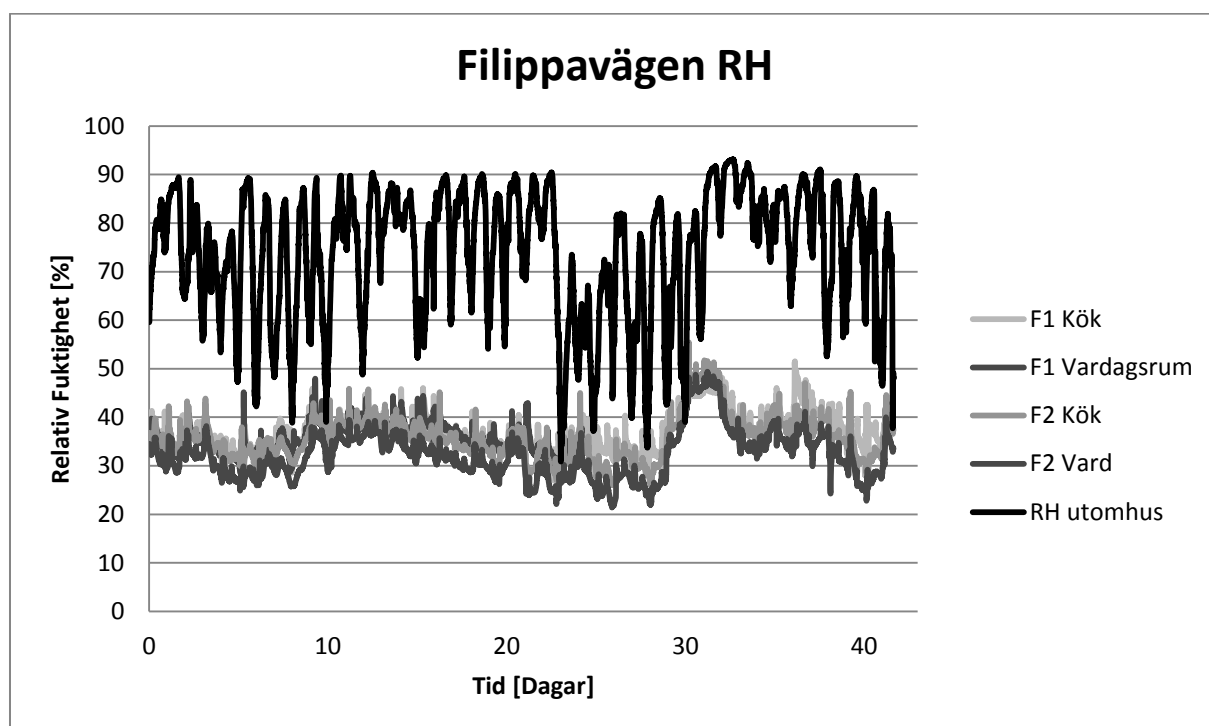
Tabell 13. Medelvärde fukttillskott.

Mätställe	Medel fukttillskott [g/m^3]
S1 Vardagsrum	2,22
S1 Kök	3,34
S2 Vardagsrum	0,92
S2 Kök	0,69

I figur 15 och 16 samt tabell 13 ovan åskådliggörs beräknat fukttillskott för de olika lägenheterna på Sofiavägen. Figurerna visar att fukttillskottet överlag är högt. Enligt BETSI är medelvärdet för fukttillskottet $1,216 \text{ g}/\text{m}^3$ för lägenheter i bostadshus (Boverket, 2009). Medelvärdet för fukttillskottet i lägenhet S1 är mellan 2-3 gånger högre än riksmedelvärdet i BETSI vilket är anmärkningsvärt högt.

För lägenhet S2 ligger medelvärdet visserligen under riksnittet men diagrammet i figur 16 visar att fukttillskottet långa perioder överstiger $1,216 \text{ g/m}^3$. Enligt folkhälsomyndigheten bör fukttillskottet "under vinterförhållande inte regelmässigt överstiga 3 g/m^3 " i bostäder (Folkhälsomyndigheten, 2014). I fallet S1 får gränsen 3 g/m^3 anses överstigas regelmässigt vilket innebär en risk för olägenhet hos de boende. För S2 överstigs det inte lika ofta men dock minst 10 gånger på en 35-dagars period. Det ska dock tilläggas att mätningarna är gjorda i marsmånad då väderförhållandena är mildare än under vinterhalvåret. Fukttillskottet torde alltså vara högre under vinterhalvåret än de beräknade värdena, vilket skulle ge en ännu större olägenhet för de boende.

Det höga fukttillskottet kan bero på två saker, antingen är det en ovanligt hög fuktproduktion i lägenheterna eller att ventilationsflödet är för lågt. Eftersom fukttillskottet är över normalt i två lägenheter är det troligtvis lågt ventilationsflöde i byggnaden som är orsaken. Den stora skillnaden mellan lägenheterna är svår att förklara, det kan som tidigare nämnt bero på olika boendevanor men det kan även bero på loggerns placering. Dock visar de två loggrarna i varje lägenhet värden i samma storleksordning vilket tyder på att det faktiskt är en stor skillnad mellan lägenheterna. De negativa värdena uppstår när utetemperaturen stiger och den relativa fuktigheten förblir den samma vilket leder till en stor mängd fukt i uteluften. Att värdena till viss del skiljer mellan vardagsrum och kök i båda lägenheter beror på att matlagning ger en ökad fuktproduktion.

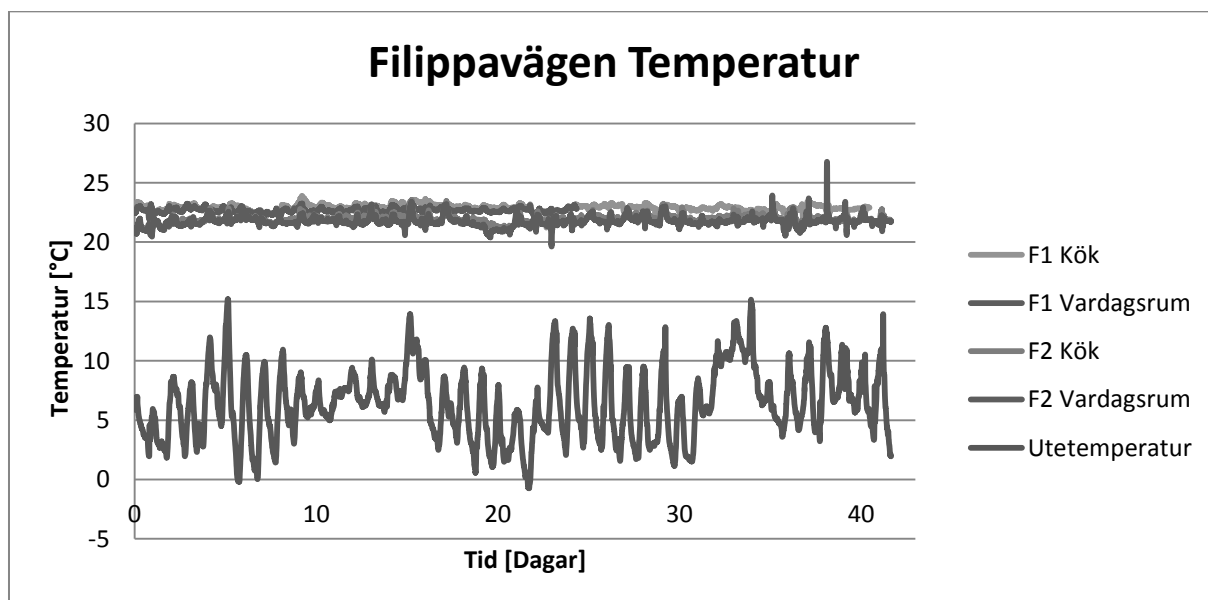


Figur 17. Relativ fuktighet, Filippavägen.

Tabell 14. Medelvärden, relativ fuktighet Filippavägen.

Mätställe	Medel RH [%]
Ute	53,7
F1 Kök	37,5
F1 Vardagsrum	36,3
F2 Kök	35,9
F2 Vardagsrum	32,5

Figur 17 och tabell 14 tidigare visar mätdata för den relativa fuktigheten på Filippavägen. Resultatet visar att RH på Filippavägen är genomgående jämnare och något lägre än på Sofiavägen. Dock finns det skillnader mellan de olika lägenheterna och RH är överlag något högre i köket vilket inte är förvånansvärt eftersom det vid matlagning tillkommer fukt.



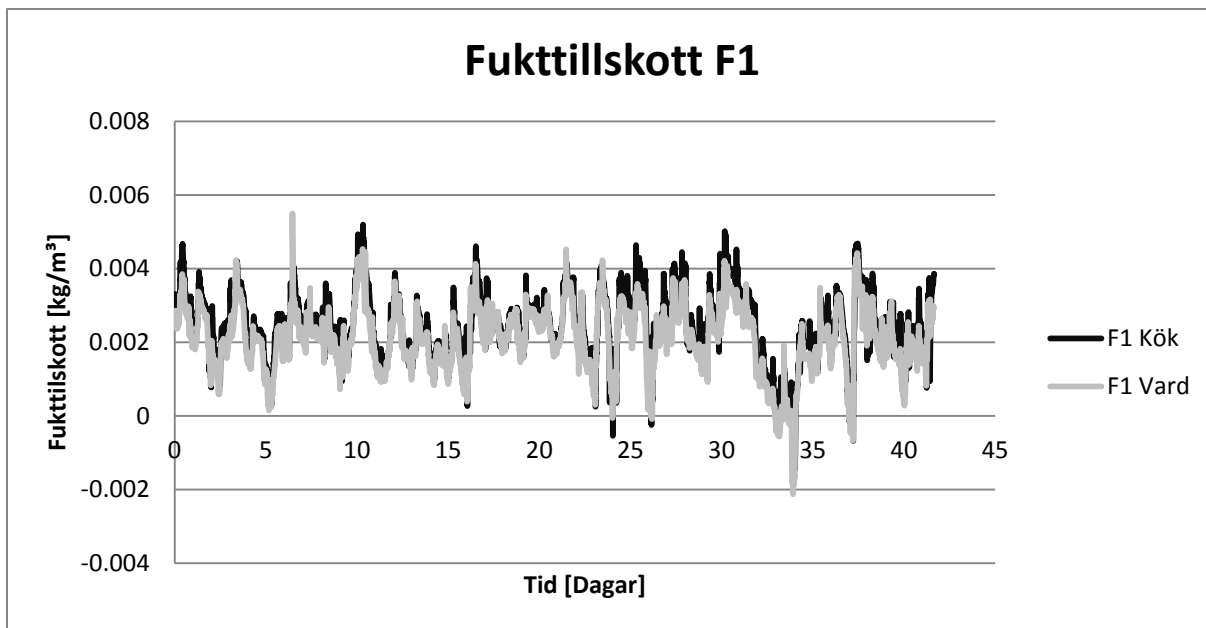
Figur 18. Uppmätta temperaturer, Filippavägen.

Tabell 15. Medeltemperaturer, Filippavägen.

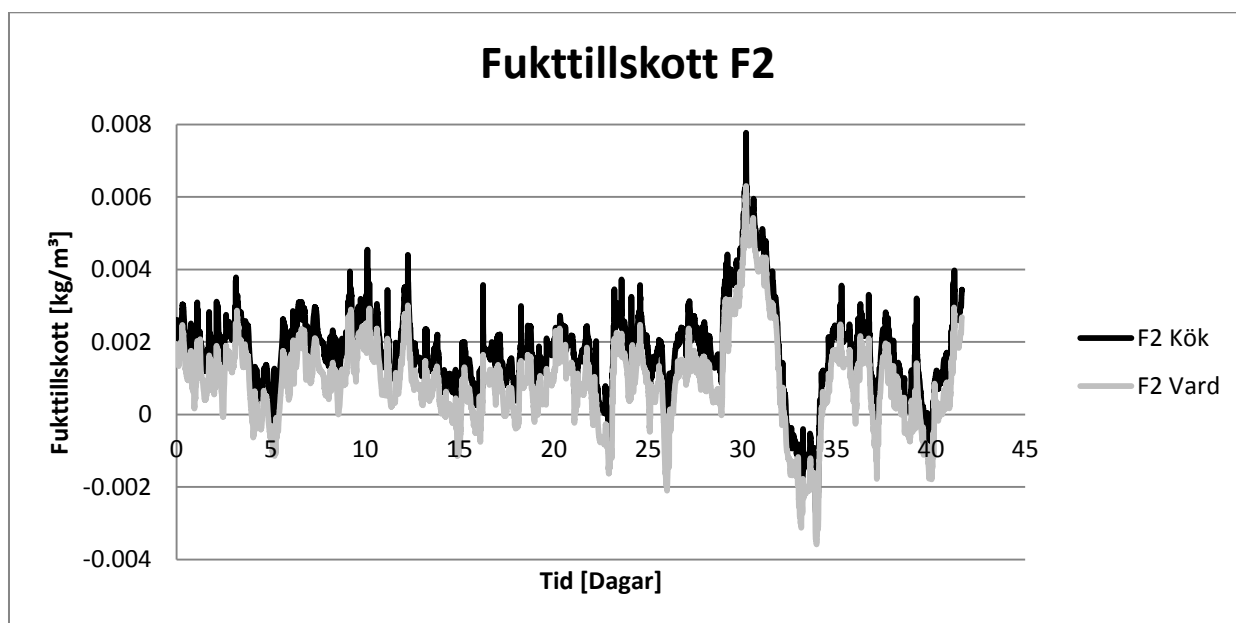
Mätställe	Medeltemperatur [°C]
Ute	12,56
F1 Kök	22,9
F1 Vardagsrum	22,7
F2 Kök	22,0
F2 Vardagsrum	21,8

Figur 18 ovan visar hur temperaturerna varierar inomhus och utomhus på Filippavägen och för att få en klarare bild av temperaturen har medeltemperaturen räknats ut i tabell 15. Temperaturerna på Filippavägen är även dessa genomgående jämnare än på Sofiavägen. F1 är lite varmare vilket kan förklaras med att den ligger mitt i huset på bottenvåningen vilket ger mindre yttervägg mot uteklimatet. Att F2 har tre ytterväggar mot uteklimatet är en bidragande faktor till att den har både en lägre temperatur och större variationer i temperaturen.

Figur 19 och 20 samt tabell 16 visar fukttillskottet på Filippavägen. Fukttillskottet på Filippavägen liknar värdena på Sofiavägen, här är i båda lägenheter ett större fukttillskott än BETSI:s medelvärde vilket tyder på att ventilationsflödet är för lågt. Även folkhälsomyndighetens råd om att fukttillskottet ska vara mindre än 3 g/m^3 för att undvika olägenhet överstigs regelmässigt.



Figur 19. Fukttillskott lägenhet F1.



Figur 20. Fukttillskott lägenhet F2.

Tabell 16. Medelvärde för fukttillskottet på Filippavägen.

Mätställe	Medel fukttillskott [g/m ³]
F1 Kök	2,35
F1 Vardagsrum	2,04
F2 Kök	1,66
F2 Vardagsrum	0,86

5.5.4 Slutsats

Inomhusklimatet är i allmänhet jämnare för Filippavägen än Sofiavägen vilket borde kunna förklaras med att det är bättre isolerat vilket ger en jämnare temperatur vilket i sin tur ger en jämnare relativ fuktighet. Samtliga lägenheters inneklimat verkar dock vara inom rimliga gränser.

Sofiavägen har trots sin dåliga isolering en normal innetemperatur vilket innebär att energiåtgången för uppvärmning borde vara hög.

Beräkningarna av fukttillskottet visar att det i 3 av 4 lägenheter är så högt att det finns risk för olägenheter, vilket i sin tur tyder på att ventilationsflödet är för lågt i båda husen.

5.6 Flödesmätning

5.6.1 Teori

Luftflödet mäts med hjälp av mätutrustning. Genom att mäta flödet på frånluftsdonen kan slutsatser dras om hur ventilationen fungerar. Enligt det hygieniska kravet i BBR 18 ska ventilationssystem ha ett lägsta uteluftsflöde motsvarande 0,35 l/s, m² golvarea (2011).

5.6.2 Utförande

Mätning genomfördes på frånluftsdon i badrum och toaletter, det sammanlagda värdet av dessa är det totala frånluftsflödet för lägenheten.

Mätningarna gjordes med back-pressure metoden vilken tar hänsyn till tryckfallet orsakat av mätutrustningen.

5.6.3 Resultat

I tabell 17 nedan presenteras resultatet av flödesmätningen.

Tabell 17. Uppmätt flöde i de olika lägenheterna.

Lägenhet	Flöde badrum	Flöde toalett	Totalt flöde	Flöde krav BBR
S1	18,2 l/s	5,2 l/s	23,4 l/s	39,9 l/s
S2	12,2 l/s	10,9 l/s	23,1 l/s	39,2 l/s
S3	20,4 l/s	-	20,4 l/s	25,9 l/s
F1	15 l/s	-	15 l/s	30,1 l/s
F2	23,3 l/s	-	23,3 l/s	29,6 l/s

Mätningen i F1 är dock inte pålitlig eftersom mätdonet inte kunde placeras tätt över donet.

För att kunna beräkna den totala energianvändningen för byggnaderna måste det totala ventilationsflödet beräknas. De uppmätta luftflödena antas vara representativa för övriga lägenheter i byggnaderna. För att få ett värde som kan användas i hela husen delas ventilationsflödet i varje uppmätt lägenhet upp på dess area, vilket sedan viktas och används för hela huset. Eftersom mätningen i F1 anses opålitlig används inte det värdet.

Tabell 18. Beräkning av medelflöde per areaenhet.

Lägenhet	Area [m ²]	Flöde per area [l/s m ²]	Medelvärde [l/s m ²]
S1	114	0,21	0,23
S2	112	0,21	
S3	74	0,28	
F2	85	0,27	0,27

Enligt energideklarationen är BOA totalt för båda byggnaderna 2827 m². BOA för Sofiavägen fås ur ritning till 1104 m². BOA för Filippavägen antas vara skillnaden mellan dessa två. Ventilationsflödet antas ha samma värde per kvadratmeter för hela respektive byggnad för att kunna beräkna de totala ventilationsflödena.

De totala ventilationsflödena blir då för Sofiavägen:

$$Q = BOA \cdot q_m = 1104 \cdot 0,23 = 253,9 \text{ l/s}$$

Respektive för Filippavägen:

$$Q = BOA \cdot q_m = 1723 \cdot 0,27 = 465,2 \text{ l/s}$$

5.6.4 Slutsats

I samtliga kontrollerade lägenheter uppmättes för låga flöden jämfört med BBRs nuvarande krav. Detta kan vara en anledning till de klagomål på luftkvaliteten som de boende har framfört i enkätundersökningen. För att förbättra luftkvaliteten och minska fuktillskottet borde frånluftsflödena ökas generellt.

5.7 Sammanfattande slutsats för mätningarna

Mätningarna visar att luftläckaget är relativt stort för båda byggnaderna, betydligt högre än BBRs krav för nybyggda hus. Främst läcker det luft vid fönster och balkongdörrar. Vad gäller relativ fuktighet och temperaturvariationer över dygnet har inga konstigheter upptäckts, dock tyder beräkningen av fuktillskottet på att ventilationsflödet är för lågt. Detta visas även vid flödesmätning över donen, samtliga lägenheter har lägre ventilationsflöde än det hygieniska kravet i nu gällande BBR 18.

6 Beräkningar/Simuleringar

I detta kapitel behandlas de modelleringar som har gjorts i datorprogram för att simulera fukt-förhållanden, köldbryggor och energianvändning. Beräkningar har även gjorts för att undersöka möjligheten till solenergi.

6.1 Simuleringsprogram

6.1.1 VIP-Energy

I VIP-Energy skapas en modell över hela byggnaden med samtliga byggnadsdelar och dess uppbyggnad samt ventilation och klimatdata för området. Programmet simulerar sedan energianvändningen för byggnaden. Utifrån detta kan olika energieffektiviserande åtgärder simuleras för att se vilken effekt de får på energianvändningen.

6.1.2 WUFI

WUFI är ett simuleringsprogram där enskilda byggnadsdelar i klimatskalet byggs upp och programmet tar sedan fram fuktförhållanden vid bestämda punkter i byggnadsdelen. Dessa punkter sätts utifrån var konstruktionen kan tänkas vara mest fukt känslig. Programmet används sedan för att kontrollera att föreslagna åtgärder är fukttekniskt hållbara.

6.1.3 HEAT2

HEAT2 är ett datorprogram som simulerar värmetransporten genom olika valda byggnadsdelar. Genom denna simulering kan extra värmeflöde genom köldbryggor beräknas. Programmet ger genom detta indata till VIP-Energy.

6.1.4 Solkartan Lund

För att kunna se var i Lund det är mest fördelaktigt att installera solceller har Krafringen tillsammans med Lunds Tekniska Högskola, Lunds kommun och Solar Region Skåne tagit fram en solkarta för Lunds kommun (Krafringen b).

6.1.5 PVGIS

PVGIS är en gratis kalkylator för beräkning av solenergi framtagen av Joint research center - the European Commissions in-house science service. Programmet beräknar energin som produceras årsvis och månadsvis för ett solcellssystem med bestämd position och orientering (Photovoltaic-software).

6.2 Föreslagna åtgärder

Nedan beskrivs de åtgärder som kommer att testas i beskrivna program. Samtliga åtgärder kommer att jämföras med nuvarande konstruktion.

6.2.1 Tilläggsisolering

Tilläggsisolering beräknas för olika alternativa lösningar. Såväl invändigt som utvändigt görs försök med tilläggsisolering på 75 mm och 100 mm mineralull. Tjockare isolering blir naturligtvis bättre men orsakar problem med utförande och ger större inverkan på utseendet. Två olika utförande har även simulerats, skalmur av tegel för att behålla det nuvarande utseendet alternativt en putsad fasad med bakomliggande luftspalt för att förenkla utförandet.

6.2.2 Fönster

Fönster med olika U-värde undersöks för att se hur detta påverkar energianvändningen. I dagsläget antas fönstren på Filippavägen ha ett U-värde på $1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ och Sofiavägen antas vara något sämre därför har ett värde på $2 \text{ W/m}^2\text{K}$ använts. Två fall på fönsterbyte undersöks, ett där de nya fönstren antas ha ett U-värde på $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ vilket motsvarar ett nytt standard fönster på marknaden idag och ett mer energisparande fönster med U-värde $0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$. Värden för soltransmittans påverkar också energianvändningen och läggs därför in i VIP Energy. Använda värden är tagna från produktblad från RM fönster vilket antas vara standardvärden (RM fönster).

6.2.3 Tätning

Vid byte av fönster och tilläggsisolering påverkar detta klimatskalets täthet. Att veta exakt hur stort läckaget är efter utförd åtgärd är svårt att förutsäga exakt. Enligt undersökning utförd av Sandberg mfl på SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut blir utförandet av täta klimatskal bättre om yrkesarbetare förstår vikten av ett tätt klimatskal och är noggranna vid utförandet (2007). I denna rapport antas att utförandet vid fönsterbyte och tilläggsisolering görs av noggranna medvetna hantverkare och därför torde läckage nivåerna för byggnaderna kunna minskas rejält. Eftersom fönstren i byggnaderna är relativt gamla och de boende upplever drag vid fönstren borde det främst vara här som luft läcker ut. Därför antas det att fönsterbyte får störst effekt på luftläckaget. Fönsterbyte simuleras därför med läckage nivå på $0,6 \text{ l/s m}^2$ vilket är BBRs alternativa krav på högsta tillåtna läcknivå för byggnader upp till 100 m^2 , och $0,3 \text{ l/s m}^2$ vilket är FEBY 12:s krav för passivhus. Att enbart tilläggsisolera antas få ner läckaget till $0,6 \text{ l/s m}^2$. Till sist undersöks vad som händer om åtgärderna kombineras, även här görs simulering för läckage på $0,6 \text{ l/s m}^2$ och $0,3 \text{ l/s m}^2$. Ett alternativt sätt att öka byggnadens täthet är att täta runt fönstren med tätninglistor. Detta undersöks inte eftersom det är svårt och osäkert att uppskatta hur detta påverkar tätheten.

6.2.4 Ventilation

Enligt mätningar är dagens ventilation lägre än krav i nu gällande BBR. För att få ett fullgott inneklimat borde denna regleras så att kravet möts. Simuleringar görs för att undersöka hur energianvändningen påverkas av en justerad ventilation.

6.2.5 FTX

Byte av ventilationssystemet till ett FTX-system testas. FTX-system är ett mer energieffektivt system än ett traditionellt F-system eftersom det har högre återvinning på energin i frånluften.

6.3 Simulering

6.3.1 Fuktteknisk bedömning av tilläggsisolering

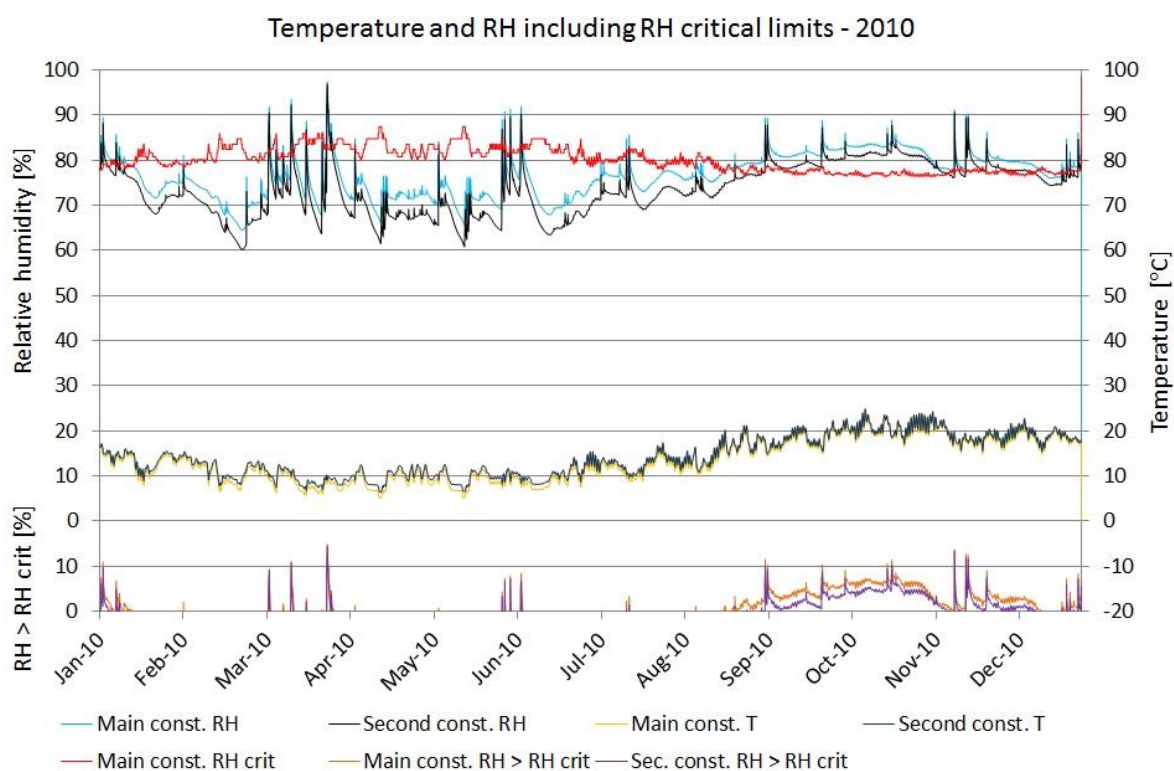
I programmet WUFI har ytterväggarna modellerats för att undersöka hur tilläggsisolering påverkar fukttillståndet i väggarna. För Sofiavägen gjordes simuleringen i väderstreck söder eftersom detta innebär det värsta fallet ut fuktsynpunkt. Filippavägens ytterväggar på långsidor och kortsidor har olika konstruktion. Båda dessa har simulerats även här i det väderstreck som innebar sämst fuktförhållanden för väggen. Simuleringen gjordes på nuvarande konstruktion men även fall med invändig och utvändig tilläggsisolering på 75 mm och 100 mm. Detta för att se vad tilläggsisolering får för konsekvenser ur fuktsynpunkt. Simuleringen är endast gjord i 1-dimension men fukttillståndet antas vara detsamma längs hela väggen. Alla simuleringar är gjorda för en punkt på utsidan av isoleringen, denna punkt antas alltså ha samma fukttillstånd som utsidan av träreglarna. Denna

punkt är den mest ogynnsamma punkten för träreglarna vad gäller fukt. Vid simuleringen antogs att 1 % av nederbörden tränger igenom fasadmaterialet och luftspalten antogs vara välventilerad.

Den enda konstruktionen som innehåller fuktkänsliga material är utfackningsväggarna på långsidorna på Filippavägen 6, vilka är av träregelkonstruktion. Fukttillståndet i träregelväggen redovisas i figur nedan. Övriga ytterväggar är konstruerade av betong alternativt tegel vilket inte är fuktkänsliga material så länge det inte finns oönskade organiska material såsom smuts kvar på fasaden. Därför kommer här inte att uppstå fuktproblem oavsett mängd isolering eller placering. Invändig isolering leder till höga fukthalter i tegelfasaden under vinterhalvåret vilket skulle kunna leda till problem med frostsprängning. För att se resultatet av dessa simuleringar hänvisas läsaren till bilaga 3. I denna bilaga presenteras även samtliga indata till programmet.

För att bedöma utdata från WUFI för de olika lösningarna används ett verktyg som kallas FOLOS-diagrammet, framtaget av Olof Mundt-Petersen vid LTH. Diagrammet visar, för en bestämd punkt i konstruktionen, temperatur, relativa fuktigheten (RH) och den kritiska relativa fuktigheten, det vill säga den relativa fuktighet som om den överskrids ger risk för mögeltillväxt. De viktiga linjerna i diagrammet är de orange och lila ("Main const. RH > RH crit" och "sec const. RH > RH crit") som visar när och hur länge den kritiska relativa fuktigheten överskrids. Förutsättningar för mögeltillväxt finns om den kritiska relativa fuktigheten överskrids en längre sammanhängande period.

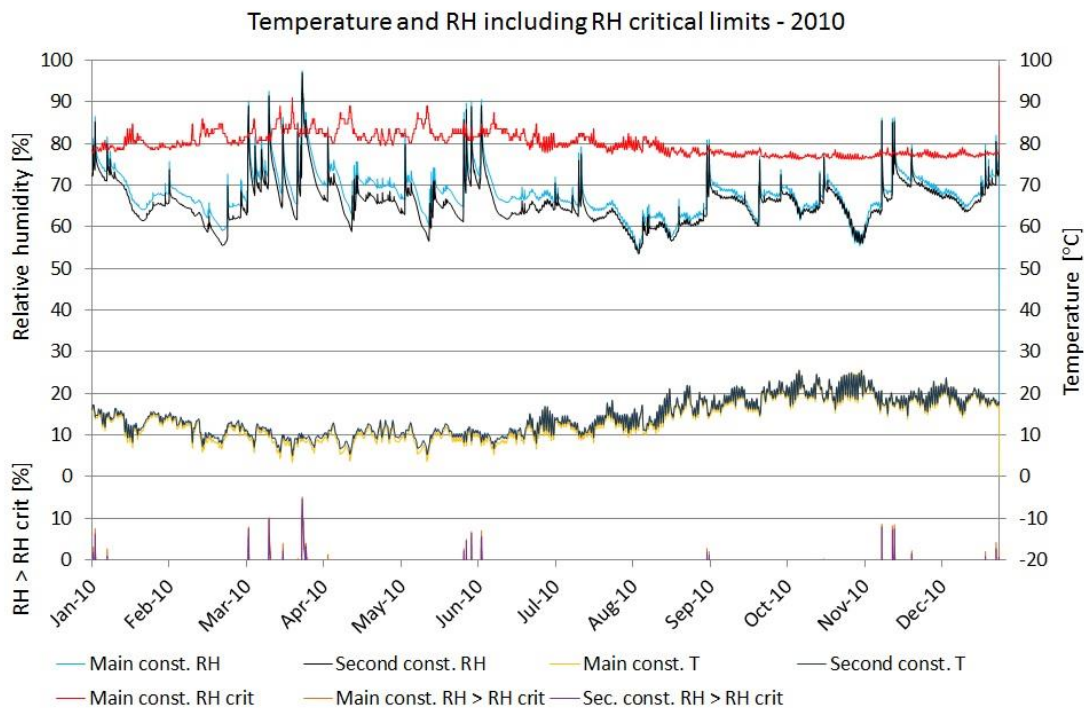
6.3.1.1 Resultat



Figur 21. Utfackningsvägg Filippavägen. Utvändig isolering med tegelfasad.

Figur 21 visar fallet med utvändig isolering 75 mm (orange/Main) och 100 mm (lila/second) bakom en skalmur av tegel och luftspalt för utfackningsväggen på Filippavägen. Luftspalten antas vara välventilerad med en luftomsättning på 20 l/s. Grafen visar att under vår och sommar kommer den kritiska relativa fuktigheten bara överskridas i korta perioder, vilket inte borde ge mögelproblem.

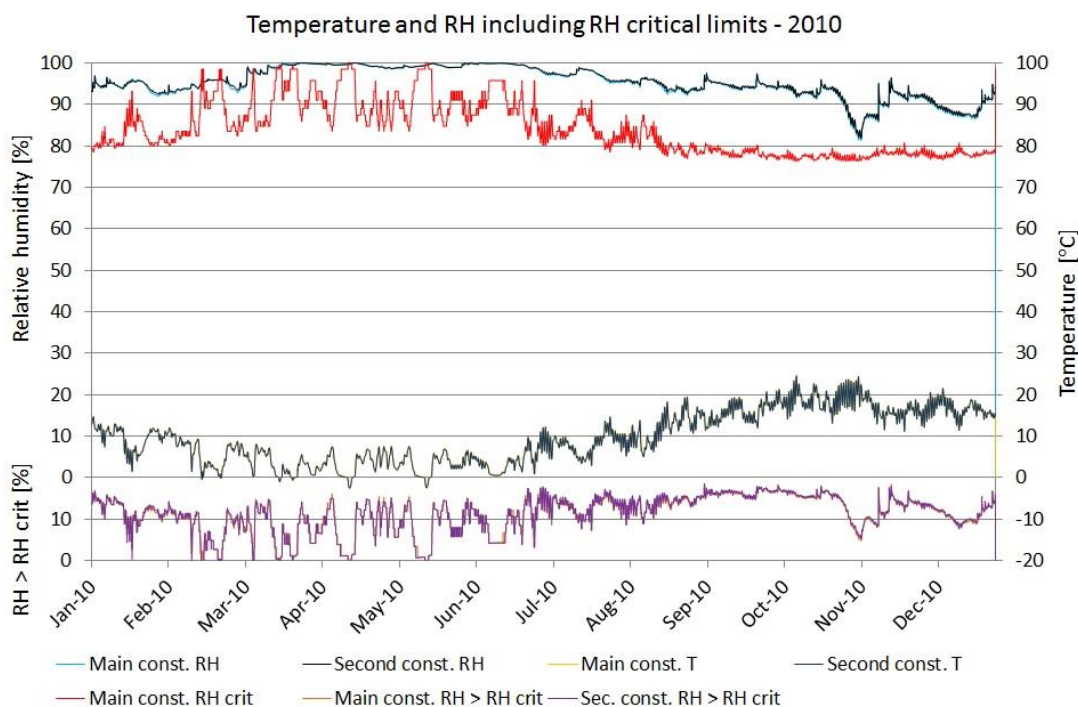
Under hösten kommer dock den kritiska relativa fuktigheten att överskridas under flera månader vilket med väldigt stor sannolikhet skulle ge mögeltillväxt. Detta är därför inte en fungerande lösning och kommer därför inte att undersökas vidare.



Figur 22. Filippavägen, utvändig isolering med putsad fasad.

Figur 22 visar fallet med utvändig isolering 100 mm (orange/Main) och 75 mm (lila/second) bakom en putsad fasad och ventilerad luftspalt även här med en luftomsättning på 20 l/s. Den kritiska relativa fuktigheten överskrids bara under korta perioder med slagregn och torkar sedan snabbt ut till jämvikt kring 60-70 %. Risken för mögeltillväxt är mycket liten och därför är detta en godkänd lösning ur fuktteknisk synpunkt.

Figur 23 på nästa sida visar invändig isolering 75 mm (orange/Main) och 100 mm (lila/second), i detta fall behålls resten av originalkonstruktionen vilket betyder att fasaden är klädd med tegel. Grafen visar tydligt att invändig isolering inte är en möjlig lösning ur fuktsynpunkt eftersom det kritiska fuktillståndet konstant kommer att överskridas och därmed är risken mycket stor för mögeltillväxt.



Figur 23. Filippavägen, invändig isolering med tegelfasad.

6.3.1.2 Slutsats

Simuleringarna visar tydligt att för Filippavägen är det ur fuktteknisk synpunkt omöjligt att isolera invändigt då det snabbt skulle bli mögelpåväxt på reglarna i utfackningsväggen. Simuleringarna visar även att utvändig isolering med skalmur, för att försöka bevara utseendet, inte är en bra lösning eftersom det då finns risk för mögelpåväxt. Den bästa lösningen är utvändig tilläggsisolering med putsad ventilerad fasad.

För Sofiavägen som har en solid tegelfasad skulle invändig isolering teoretiskt vara möjligt, det kan dock bli problem om det till exempel finns organiska material kvar mellan väggen och isoleringen eftersom tegelväggen kommer att ha en väldigt hög relativ fuktighet. Invändig isolering skulle även ge minskad boyta i lägenheterna. Vad gäller utvändig isolering på Sofiavägen gäller samma resonemang, eftersom tegel inte är fuktkänsligt torde utvändig isolering inte medföra några problem, även i detta fall är det dock viktigt att se till så att inga organiska material byggs in i konstruktionen.

Simuleringarna i WUFI visar som sagt tydligt att invändig isolering inte är en fungerande lösning och därför kommer bara utvändig isolering att undersökas vidare.

Simuleringarna är endast utförda för 1D, detta medför att programmet inte tar med reglarna i beaktande. Ett viktat U-värde för reglar+mineralull har använts för att få simuleringarna mer verklighetstrogna. Trots detta kommer det i verkligheten bli varmare vid reglarnas utsida än vad simuleringarna visar, detta leder till att det kommer bli torrare vid reglarna. Detta innebär att resultaten i beräkningen visar större risk för fuktproblem än det verkliga fallet. Troligen kommer detta dock inte att göra träreglarna så mycket varmare att det är säkert att utföra utvändig isolering med tegelfasad.

6.3.2 Simulering av värmetransport i ytterväggar

I HEAT2 har ytterväggarna och anslutningar mellan mellanbjälklag-vägg, balkong-vägg och hörn på yttervägg simulerats för att se vad tilläggsisolering får för effekt på värmetransporten i de olika byggnadsdelarna. U-värde på nuvarande isolering har antagits till 0,04 W/m²K, tilläggsisolering å andra sidan antas ha ett något bättre λ -värde eftersom den är nyare och därför har värde 0,037 W/m²K används. För att få fram U-värdet för träregelväggen har ett viktat U-värde använts baserat på andelen träreglar i väggen (beräknat till 5 %). Detta är en något låg träandel, normalt sett används 10 %, dock visar våra beräkningar att denna skillnad inte påverkar U-värdet nämnvärt. Simuleringar i WUFI visar att invändig isolering på Filippavägen inte är möjlig ur fuktsynpunkt och därför har endast utvändigt isolering modellerats i HEAT2. För att få fram värde på köldbryggor med hjälp av HEAT2 simuleras först endast väggkonstruktionen, det U-värde som denna simulering ger jämförs sedan med värmetransporten genom en vägg med mellanbjälklag, balkong eller hörn. Skillnaden i värmetransport är det värde som anger köldbryggan. Beräkningarna har fokuserat på att få fram värden på köldbryggorna per grad och därför har de tagits fram med en temperaturskillnad inne och ute på en grad Celsius. För utförlig information om beräkningarna se bilaga 4.

6.3.2.1 Resultat

I tabell 19 och 20 nedan presenteras resultatet från beräkningarna i HEAT2. Det extra värmeflödet vid anslutningen karm fönster var mindre än 0,01 W/m K, detta är så pass lågt att det försummas som köldbrygga.

Tabell 19. Köldbryggor Sofiavägen.

Sofiavägen	Värmeledning	Värde för köldbrygga
Yttervägg	[W/m K]	
Original	0,909	
+75 mm isolering utvändigt	0,3198	
+100 mm isolering utvändigt	0,263	
Yttervägg - 150mm bjälklag	[W/m K]	Ψ [W/m K]
Original	1,01	0,1
+75 mm isolering utvändigt	0,331	0,01
+100 mm isolering utvändigt	0,2708	0,008
Yttervägg - balkong	[W/m K]	Ψ [W/m K]
Original	1,1306	0,22
+75 mm isolering utvändigt	0,6672	0,34
+100 mm isolering utvändigt	0,6172	0,35
Yttervägg hörn	[W/m K]	Ψ [W/m K]
Original	2,02	0,202
+75 mm isolering utvändigt	0,8292	0,189
+100 mm isolering utvändigt	0,698	0,172
Yttervägg - källarvägg	[W/m K]	Ψ [W/m K]
Original	2,74	0,171
+75 mm isolering utvändigt	1,9722	0
+100 mm isolering utvändigt	1,903	0
Yttervägg- tak	[W/m K]	Ψ [W/m K]
Original	1,4877	0,37
+75 mm isolering utvändigt	0,5706	0,1667
+100 mm isolering utvändigt	0,5036	0,1565

Tabell 20. Köldbryggor Filippavägen.

Filippavägen	Värmeledning	Värde för köldbryggan
Yttervägg - långsida	[W/m K]	
Original	0,3807	
+75 mm isolering utvändigt	0,2149	
+100 mm isolering utvändigt	0,1876	
Yttervägg långsida - balkong	[W/m K]	Ψ [W/m K]
Original	1,0775	0,6968
+75 mm isolering utvändigt	0,7758	0,5609
+100 mm isolering utvändigt	0,7206	0,533
Yttervägg långsida - bjälklag	[W/m K]	Ψ [W/m K]
Original	0,6034	0,2227
+75 mm isolering utvändigt	0,2614	0,0465
+100 mm isolering utvändigt	0,2218	0,0342
Yttervägg kortsida	[W/m K]	
Original	0,2657	
+75 mm isolering utvändigt	0,1727	
+100 mm isolering utvändigt	0,1546	
Yttervägg kortsida - balkong	[W/m K]	Ψ [W/m K]
Original	0,9586	0,6929
+75 mm isolering utvändigt	0,7412	0,5685
+100 mm isolering utvändigt	0,6918	0,5372
Yttervägg kortsida - bjälklag	[W/m K]	Ψ [W/m K]
Original	0,3316	0,0659
+75 mm isolering utvändigt	0,1983	0,0256
+100 mm isolering utvändigt	0,1749	0,0203
Hörn Kortsida överlappar	[W/m K]	Ψ [W/m K]
Original	1,1611	0,4923
+75 mm isolering utvändigt	0,5	0,1188
+100 mm isolering utvändigt	0,438	0,1014
Långsida-källare söder	[W/m K]	Ψ [W/m K]
Original	1,48	0,57
+75 mm isolering utvändigt	0,926	0,295
+100 mm isolering utvändigt	0,91	0,202
Långsida-källare norr	[W/m K]	Ψ [W/m K]
Original	1,614	0,58
+75 mm isolering utvändigt	1,03	0,27
+100 mm isolering utvändigt	1	0,1656
Långsida-källare gavel	[W/m K]	Ψ [W/m K]
Original	1,1463	0,3234
+75 mm isolering utvändigt	0,77	0,1164
+100 mm isolering utvändigt	0,6689	0,0343
Tak - yttervägg kortsida	[W/m K]	Ψ [W/m K]
Original	0,48	0,113
+75 mm isolering utvändigt	0,33	0,08
+100 mm isolering utvändigt	0,31	0,07

6.3.2.2 *Slutsats*

Generellt minskar köldbryggorna alternativt försvinner nästintill helt när isolering införs. I simuleringarna för köldbryggan vid balkongen på Sofiavägen är konstruktionen antagen till att vara betongbjälklag som fortsätter ut genom fasaden. Detta var ett felaktigt antagande eftersom balkongplattorna är upplagda på L-profiler av stål som är fastsatta i bjälklaget. Detta medför att köldbryggan endast kommer att vara vid två punkter som är relativt små men eftersom stål leder värme betydligt bättre än betong kan inte köldbryggan försummas helt. Därför har det felaktiga antagandet fått vara kvar för att ta med någon form av köldbrygga vid balkongen. Tester i VIP-energy visar dock att energianvändningen påverkas relativt lite, storleksordning 1-2 MWh/år, om köldbryggan försummas helt.

6.3.3 Energibehov

För att få fram hur olika åtgärder påverkar energianvändningen har dessa simulerats i VIP-energy och åtgärderna har även kombinerats på olika sätt.

Första steget för beräkningar i VIP är att skapa en modell över byggnaderna. I modellen ingår samtliga byggnadsdelar såväl fönster och balkonger som ventilationssystem och köldbryggor. För att kunna göra detta har ritningarna på byggnaderna använts för att få fram konstruktion och mått. Ritningarna för Sofiavägen är knapphändigt måttsatta och därför har uppskattningar behövts göras för mått på byggnadsdelar. I BBR är energikrav angivna per $m^2 A_{temp}$. I båda byggnaderna är samtliga utrymmen uppvärmda till mer än $10^{\circ}C$ och därför är A_{temp} i detta fall samma sak som den totala arean. Köldbryggor läggs även in i programmet, denna indata är hämtad från resultatet i HEAT2. Samtliga entrédörrar är till störst del gjorda av glas, därför har de i VIP antagits vara fönster. Indata för ventilation har tagits ifrån mätningarna gjorda på byggnaderna, se avsnitt Flödesmätning.

Läckfaktorn för byggnaderna i dagsläget är 1,35 l/s för Filippavägen och 2,33 l/s för Sofiavägen. Dessa siffror är framtagna med hjälp av tryckprovning, se föregående avsnitt. Vid simulering med tilläggsisolering och byte till bättre fönster kommer detta att påverka läckfaktorn positivt och därför har lägre värden då antagits. Simulering har gjorts med antagen läckfaktor 0,6 l/s, m^2 som är BBR 18:s krav vid nybyggnad och läckfaktor 0,3 l/s, m^2 vilket är FEBY 12:s krav för passivhus. När åtgärderna testas var och en för sig ändras endast läckfaktorn för byggnadsdelar som åtgärden innefattar, övriga antas oförändrade.

I programmet ska även information om internt värmetillskott införas, för att få fram värden på detta har schablonvärden i brukarindata från Sveby använts (Sveby, 2012).

VIP-energy ger information om hur mycket el som används för uppvärmning av huset. För att få fram den totala energianvändningen för byggnaderna måste även energi för tappvarmvatten samt fastighetsel läggas till. Värden för fastighetsel har fått från bostadsrättsföreningens energideklaration gjord 2008 och indata för tappvarmvattnet är taget från föreningens drifrapport från 2010.

De två husen delar frånluftsvärmepump vilket leder till att det är långa kanaldragningar inom och mellan husen, vilket i sin tur leder till stora förluster. Detta i kombination med att aggregatet har en relativt låg angiven modulverkningsgrad, 43 %, leder till att beräkningarna är utförda med systemverkningsgraden 27%. I simuleringarna av byte till FTX-system har det räknats med två olika fall, med verkningsgrad 65 % respektive 85 %. Då det idag finns en värmepump som värmer tappvarmvatten har solfångarna endast simulerats i kombination med ett FTX-system som bidrar till uppvärmningen istället för dagens värmepump, detta eftersom om värmepumpen finns kvar blir det två system som värmer tappvarmvatten.

Eftersom båda husen i nuläget har ett för lågt ventilationsflöde har det i de kombinerade fallen räknats med ett flöde som uppfyller BBRs krav.

6.3.3.1 Resultat

I tabeller nedan visas de resultat som simuleringar i VIP-energy har gett. Skillnaden är beräknad mot dagens energianvändning. I tabellerna presenteras endast de resultat som ansågs mest relevanta, för resultat för samtliga simuleringar se bilaga.

Tabell 21. Resultat vid energisimuleringar för Filippavägen.

Filippavägen	Specifik energianvändning [kWh]	Specifik energi-användning [kWh/m ²]	Skillnad [kWh]	Skillnad [kWh/m ²]
1 Original	207550,0	89,5	-	-
2 Ventilation enligt BBR	228868,2	98,7	21318,2	9,2
3 Tilläggsisolering 75 mm Läckfaktor 0,6 l/s,m ²	187449,5	80,8	-20100,5	-8,7
4 Tilläggsisolering 100 mm Läckfaktor 0,6 l/s,m ²	180671,3	77,9	-26878,7	-11,6
5 Fönster U-värde 1,2 W/m ² K Läckfaktor 0,6 l/s,m ²	197580,6	85,2	-9969,5	-4,3
6 Fönster U-värde 0,9 W/m ² K läckfaktor 0,6 l/s,m ²	191306,9	82,5	-16243,1	-7,0
7 + 100 mm vindsisolering Läckfaktor 0,6 l/s,m ²	204618,1	88,2	-2931,9	-1,3
8 + 200 mm vindsisolering Läckfaktor 0,6 l/s,m ²	203946,6	87,9	-3603,4	-1,6
9 Tilläggsisolering 100 mm Fönster U-värde 1,2 W/m ² K Läckfaktor 0,6 l/s,m ² Ventilation BBR	180284,6	77,7	-27265,5	-11,8
10 Tilläggsisolering 100 mm Fönster U-värde 1,2 W/m ² K Läckfaktor 0,3 l/s,m ² Ventilation BBR	173948,3	75,0	-33601,7	-14,5
11 Tilläggsisolering 100 mm Fönster U-värde 0,9 W/m ² K Läckfaktor 0,6 l/s,m ² Ventilation BBR	172758,4	74,5	-34791,6	-15,0
12 Tilläggsisolering 100 mm Fönster U-värde 0,9 W/m ² K Läckfaktor 0,3 l/s,m ² Ventilation BBR	166488,7	71,8	-41061,3	-17,7
13 Tilläggsisolering 100 mm Fönster U-värde 1,2 W/m ² K Läckfaktor 0,6 l/s,m ² FTX-system, verkningsgrad 0,65	151265,4	65,2	-56284,6	-24,3
14 Tilläggsisolering 100 mm Fönster U-värde 0,9 W/m ² K Läckfaktor 0,6 l/s,m ² FTX-system, verkningsgrad 0,65	143626,1	61,9	-63923,9	-27,6
15 Tilläggsisolering 100 mm Fönster U-värde 1,2 W/m ² K Läckfaktor 0,6 l/s,m ² FTX-system, verkningsgrad 0,65 Solfångare	117032,5	50,5	-90517,6	-39,0

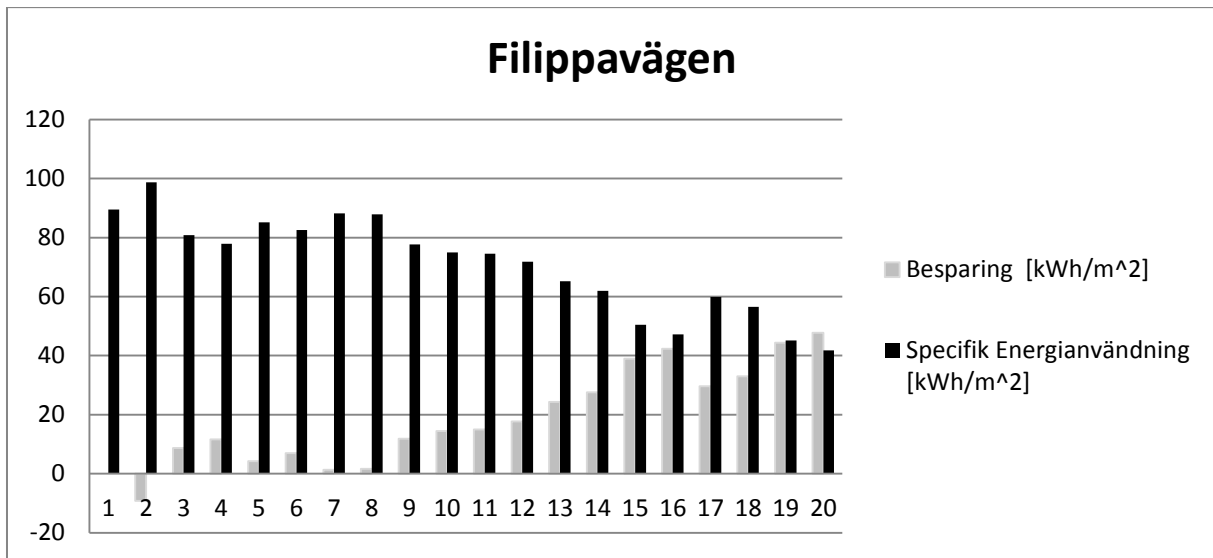
16	Tilläggsisolering 100 mm Fönster U-värde 0,9 W/m ² K Läckfaktor 0,6 l/s,m ² FTX-system, verkningsgrad 0,65 Solfångare	109393,2	47,2	-98156,9	-42,3
17	Tilläggsisolering 100 mm Fönster U-värde 1,2 W/m ² K Läckfaktor 0,6 l/s,m ² FTX-system, verkningsgrad 0,85	138865,0	59,9	-68685,0	-29,6
18	Tilläggsisolering 100 mm Fönster U-värde 0,9 W/m ² K Läckfaktor 0,6 l/s,m ² FTX-system, verkningsgrad 0,85	131133,3	56,5	-76416,7	-33,0
19	Tilläggsisolering 100 mm Fönster U-värde 1,2 W/m ² K Läckfaktor 0,6 l/s,m ² FTX-system, verkningsgrad 0,85 Solfångare	104632,1	45,1	-102918,0	-44,4
20	Tilläggsisolering 100 mm Fönster U-värde 0,9 W/m ² K Läckfaktor 0,6 l/s,m ² FTX-system, verkningsgrad 0,85 Solfångare	96900,4	41,8	-110649,7	-47,7

Tabell 22. Resultat för energisimuleringar på Sofiavägen.

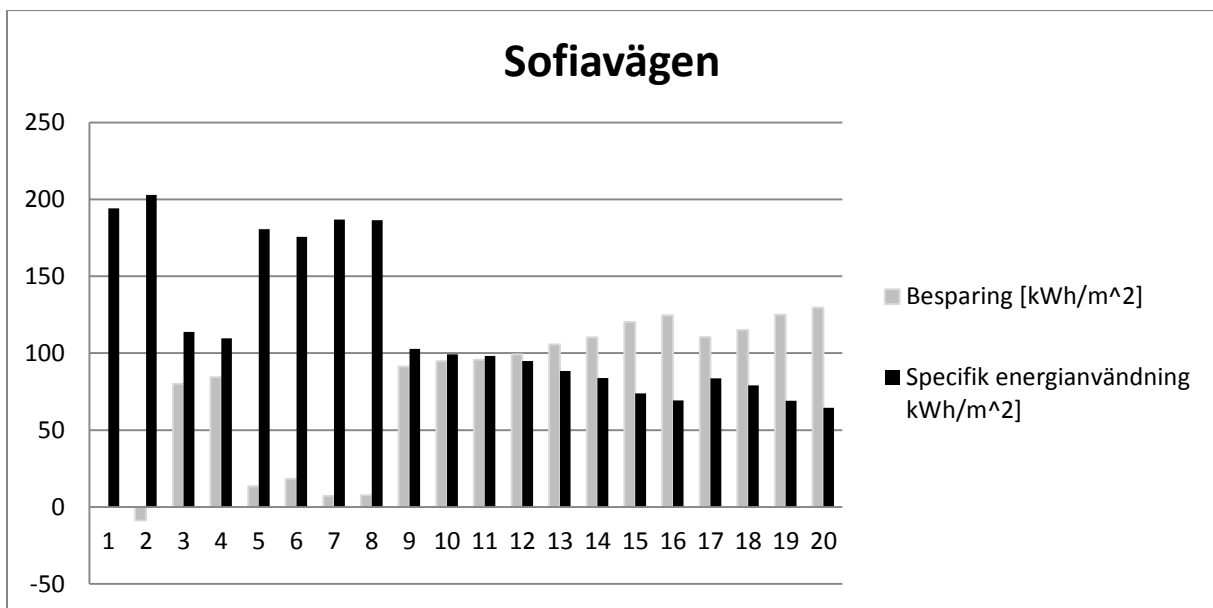
	Sofiavägen Åtgärd	Energianvändning [kWh]	Energianvändning [kWh/m ²]	Skillnad [kWh]	Skillnad [kWh/m ²]
1	Original	298491,9	194,1	-	-
2	Ventilation enligt BBR	312041,6	202,9	13549,7	8,81
3	Tilläggsisolering 75 mm Läckfaktor 0,6 l/s,m ²	175217,9	113,9	-123274,0	-80,15
4	Tilläggsisolering 100 mm Läckfaktor 0,6 l/s,m ²	168495,4	109,6	-129996,5	-84,52
5	Fönster U-värde 1,2 W/m ² K Läckfaktor 0,6 l/s,m ²	277713,2	180,6	-20778,7	-13,51
6	Fönster U-värde 0,9 W/m ² K läckfaktor 0,6 l/s,m ²	270256,1	175,7	-28235,8	-18,36
7	+ 100 mm vindsisolering Läckfaktor 0,6 l/s,m ²	287492,9	186,9	-10998,9	-7,15
8	+ 200 mm vindsisolering Läckfaktor 0,6 l/s,m ²	286689,2	186,4	-11802,7	-7,67
9	Tilläggsisolering 100 mm Fönster U-värde 1,2 W/m ² K Läckfaktor 0,6 l/s,m ² Ventilation BBR	158099,0	102,8	-140392,9	-91,28
10	Tilläggsisolering 100 mm Fönster U-värde 1,2 W/m ² K Läckfaktor 0,3 l/s,m ² Ventilation BBR	152613,6	99,2	-145878,3	-94,85
11	Tilläggsisolering 100 mm Fönster U-värde 0,9 W/m ² K Läckfaktor 0,6 l/s,m ² Ventilation BBR	151236,5	98,3	-147255,4	-95,74

12	Tilläggsisolering 100 mm Fönster U-värde 0,9 W/m ² K Läckfaktor 0,3 l/s,m ² Ventilation BBR	145774,2	94,8	-152717,7	-99,30
13	Tilläggsisolering 100 mm Fönster U-värde 1,2 W/m ² K Läckfaktor 0,6 l/s,m ² FTX-system, verkningsgrad 0,65	135982	88,4148	162509,9	-105,7
14	Tilläggsisolering 100 mm Fönster U-värde 0,9 W/m ² K Läckfaktor 0,6 l/s,m ² FTX-system, verkningsgrad 0,65	129054,5	83,9106	169437,4	-110,2
15	Tilläggsisolering 100 mm Fönster U-värde 1,2 W/m ² K Läckfaktor 0,6 l/s,m ² FTX-system, verkningsgrad 0,65 Solfångare	113584,9	73,85232	184907,0	-120,2
16	Tilläggsisolering 100 mm Fönster U-värde 0,9 W/m ² K Läckfaktor 0,6 l/s,m ² FTX-system, verkningsgrad 0,65 Solfångare	106657,4	69,34811	191834,5	-124,7
17	Tilläggsisolering 100 mm Fönster U-värde 1,2 W/m ² K Läckfaktor 0,6 l/s,m ² FTX-system, verkningsgrad 0,85	128467,4	83,52889	170024,5	-110,5
18	Tilläggsisolering 100 mm Fönster U-värde 0,9 W/m ² K Läckfaktor 0,6 l/s,m ² FTX-system, verkningsgrad 0,85	121486,9	78,99018	177005,0	-115,1
19	Tilläggsisolering 100 mm Fönster U-värde 1,2 W/m ² K Läckfaktor 0,6 l/s,m ² FTX-system, verkningsgrad 0,85 Solfångare	106070,3	68,96641	192421,6	-125,1
20	Tilläggsisolering 100 mm Fönster U-värde 0,9 W/m ² K Läckfaktor 0,6 l/s,m ² FTX-system, verkningsgrad 0,85 Solfångare	99089,8	64,4277	199402,1	-129,7

För att göra resultaten mer lätt överskådligt visas de i figur 24 och 25 nedan.



Figur 24. Energianvändning och energibesparing för de olika simuleringarna för Filippavägen.



Figur 25. Energianvändning och energibesparing för de olika fallen för Sofiavägen.

6.3.3.2 Slutsats

Filippavägen har enligt simuleringen i dagsläget en energianvändning på $89,5 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$, år. Detta är en fullt acceptabel nivå på energianvändningen, BBRs nybyggnadskrav ligger på $90 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$, år. Att justera ventilationen för att möta kravet i BBR ger en ökad energianvändning men detta ska trots allt prioriteras för att få ett bättre inneklimat vilket då ger en specifik energianvändning på $98,7 \text{ kWh/m}^2$. Införs energisparande åtgärder minskar energianvändningen självklart, störst effekt fås om huset både tilläggsisolerats, fönster byts och ventilationen justeras. Energianvändningen kommer då ner till en nivå på $65-70 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$, år. Som bäst kan energianvändningen för Filippavägen sänkas till $42 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$, år om ytterväggarna tilläggsisolerats, fönstren byts samt FTX-system och solfångare installeras.

Sofiavägen å andra sidan har i dagsläget en hög nivå på energianvändningen, $200 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$, år. Detta är en hög energianvändning som påverkar såväl de boendes kostnader som miljön negativt. Att genomföra energieffektiviserande åtgärder för denna byggnad är därför att rekommendera. Att endast tilläggsisolera halverar nästan energianvändningen men för att möta BBRs krav krävs att flera åtgärder görs. Som bäst kan energianvändningen minskas till $64 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$, år om ytterväggarna tilläggsisolerats, fönstren byts samt FTX-system och solfångare installeras. Även på Sofiavägen kommer energianvändningen öka när ventilationen justeras för att möta kraven i BBR men som sagt är det en välmotiverad åtgärd eftersom det förbättrar inneklimatet. Om åtgärder görs som tätar klimatskalet är det ännu viktigare att förbättra ventilationen eftersom den ofrivilliga ventilationen då minskar.

Samtliga simulerade åtgärder minskar energianvändningen samtidigt som inneklimatet och det upplevda inneklimatet förbättras för de boende. Det är därför att rekommendera att införa energisparande åtgärder.

Som sagt har läckfaktorn endast ändrats på åtgärdad byggnadsdel vid simuleringen. Detta torde vara att underskatta effekten av åtgärden eftersom läckfaktorn är ett medelvärde för samtliga läckage i byggnaden. Troligtvis är fönster den byggnadsdel som läcker mest och därför borde fönsterbyte även påverka läckagenivån för ytterväggarna.

6.4 Potential för solenergi

6.4.1 Solkartan Lund

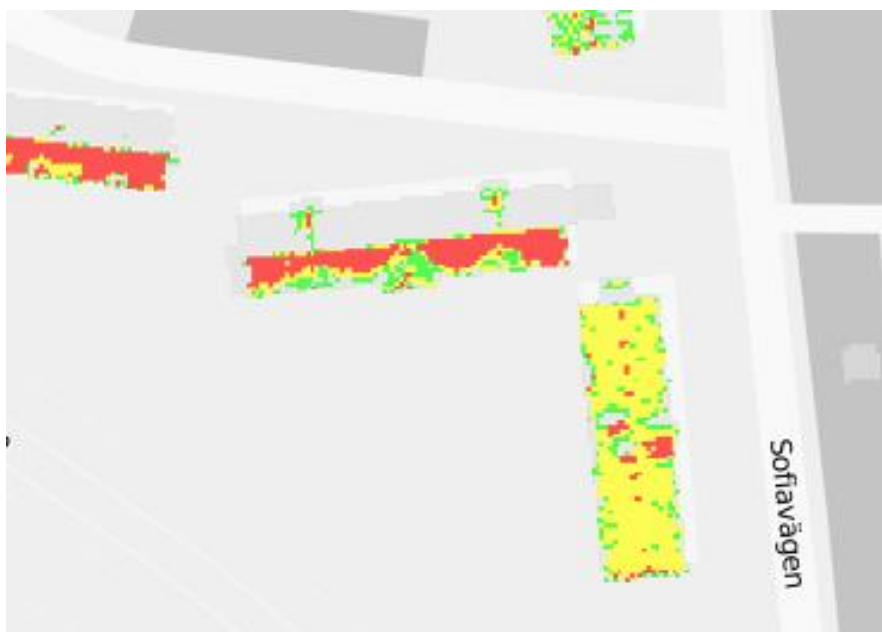
Solkartan visar hur mycket solinstrålning som faller på byggnadernas tak med hänsyn tagen till lutning, riktning samt skuggning från vegetation och närliggande byggnader. Olika delar av taken får olika mycket solinstrålning beroende på taklutning och väderstreck. För att få fram vilka ytor som är bäst lämpade för att utvinna solenergi är kartan färgkodad utifrån mängd solinstrålning, färgskalan är följande:

Grått = Ej lämplig	0-800 kWh/m ² /år
Grönt = Mindre god	800-900 kWh/m ² /år
Gult = God	900-1020 kWh/m ² /år
Rött = Mycket god	1020 <kWh/m ² /år

(Kraftringen c)

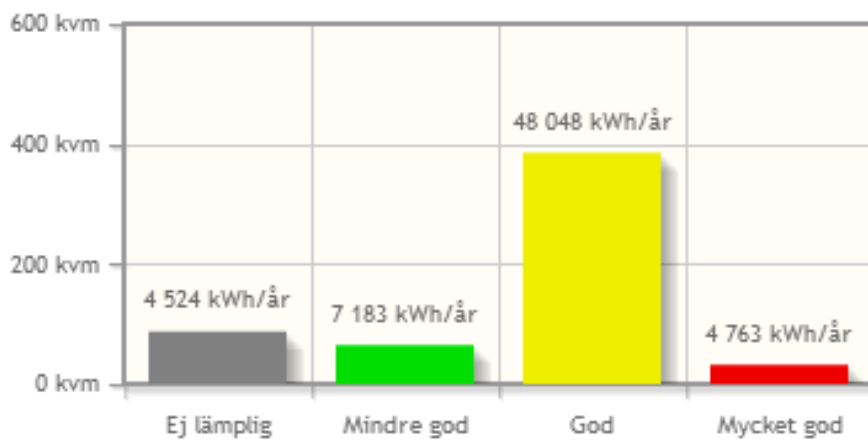
6.4.1.1 Resultat

Figur 26 nedan visar bostadsrättsföreningens två byggnader ovanifrån. Utifrån denna karta kan utläsas vilka ytor som är bäst lämpade för montering av solfångare.



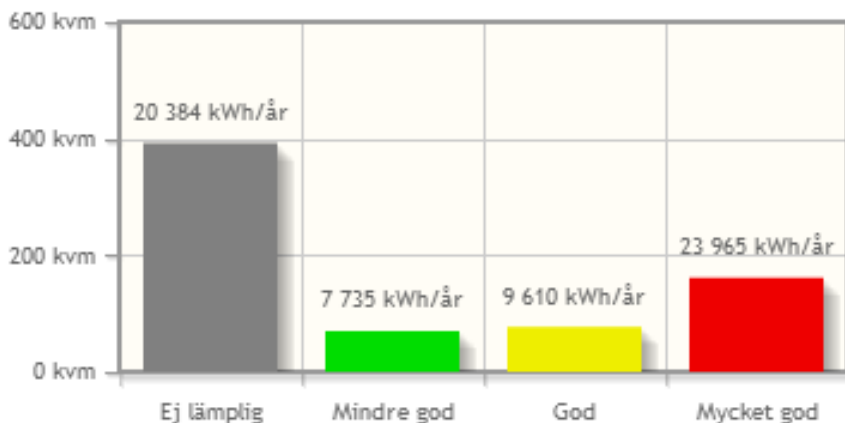
Figur 26. Solkarta över Sofiavägen och Filippavägen (Krafringen b).

I figur 27 och 28 nedan presenteras samma data men i diagramform för att lättare se hur mycket solinstrålning som faller in på taket och hur stor area denna solinstrålning faller in på.



Total årlig solinstrålning: 496 MWh

Figur 27. Solinstrålning på taket på Sofiavägen (Krafringen b).



Total årlig solinstrålning: 475 MWh

Figur 28. Solinstrålning på taket på Filippavägen 6 (Kraftringen b).

6.4.1.2 Slutsats

Ur figurerna kan utläsas att taket på båda byggnaderna har förutsättningar för att solfångare ska kunna vara lönsamt att installera. Rödmarkerad area är mest effektiv att installera solfångare på eftersom den får mest solinstrålning. Gulmarkerad area har goda förutsättningar för att solfångare ska vara lönsamt men monteras solfångare här krävs det större area solfångare för att få ut samma effekt som den röda arean. Det är därför mer kostnadseffektivt att i första hand installera solfångare på rödmarkerad yta.

6.4.2 Beräkning solfångare

6.4.2.1 Metod

För att beräkna potentialen att utvinna solenergi för solfångare används programmet PVGIS. En simulering av solinstrålningen görs för den södra halvan av taket på Filippavägen då den enligt Solkartan Lund har bäst förutsättningar för att solfångare ska vara lönsamt.

Den totala årsförbrukningen av varmvatten 2008 och 2009 är känd och ett medelvärde av dessa används som referensvärde för beräkningen. Det finns ingen anledning att tro att varmvattenförbrukningen skulle vara väsentligt annorlunda nu än då. Varmvattenanvändningen antas variera över året och viktas därför med fördelningsfaktorerna enligt Febys Passivhusstandard (FEBY 12, 2012). Energiåtgången för att värma 1 m³ kallvatten till varmvatten antas vara 55 kWh. Detta kan dock variera beroende på årstid och hur välisolerade varmvattenberedare och rör är (Energimyndigheten, 2011b). Beräkningen görs för att solfångarna ska täcka halva årsbehovet av varmvatten. Medelverkningsgraden för solfångarna uppskattas vara 35 %.

6.4.2.2 Resultat

Tabell 23. Viktad varmvattenanvändning.

År	Varmvattenanvändning [m ³]
2008	1630
2009	1674
Medel	1652

Tabell 24. Effektbehov för uppvärmning av tappvarmvatten och producerad effekt per kvadratmeter solfångare.

Månad	Bas-förbrukning [m ³]	Fördelningsfaktor enligt FEBY	Viktad varmvatten-förbrukning [m ³]	Effektbehov uppvärmning tappvarmvatten [kWh]	Total solinstrålning [kWh/m ²]	Producerad effekt (n=0,35) [kWh/m ²]
Januari	137,7	1,13	155,6	8556,0	27,2	9,5
Februari	137,7	1,16	159,7	8783,1	43,4	15,2
Mars	137,7	1,13	155,6	8556,0	115,0	40,3
April	137,7	1,09	150,1	8253,1	160,0	56,0
Maj	137,7	0,89	122,5	6738,8	172,0	60,2
Juni	137,7	0,84	115,6	6360,2	171,0	59,9
Juli	137,7	0,71	97,7	5375,9	167,0	58,5
Augusti	137,7	0,74	101,9	5603,0	148,0	51,8
September	137,7	0,94	129,4	7117,4	122,0	42,7
Oktober	137,7	1,109	152,7	8397,0	75,5	26,4
November	137,7	1,13	155,6	8556,0	32,9	11,5
December	137,7	1,15	158,3	8707,4	16,7	5,8
Summa	1652,00	-	1654,62	91003,86	1250,70	437,75

Med en medelproduktion på 437,75 kWh/m² och ett mål att täcka halva det totala effektbehovet för båda byggnaderna, 40951,7 kWh/år, behövs 93,6 m² solfångare placerade på Filippavägen. Den månadsvisa täckningen av effektbehovet visas i tabell 25 nedan.

Tabell 25. Månadsvis täckning av effektbehovet.

Månad	Total producerad effekt [kWh]	Täckningsgrad [%]
Januari	891,11	0,10
Februari	1421,84	0,16
Mars	3767,56	0,44
April	5241,82	0,64
Maj	5634,96	0,84
Juni	5602,20	0,88
Juli	5471,15	1,02
Augusti	4848,69	0,87
September	3996,89	0,56
Oktober	2473,48	0,29
November	1077,85	0,13
December	547,12	0,06
Totalt/Medel	40974,67	0,50

Medeltäckningsgraden varierar över året och i juli fås en mindre överproduktion, vilket inte är ett problem.

6.4.2.3 Slutsats

Enligt beräkningar ovan behövs det cirka 94 m² för att värma hälften av varmvattenbehovet och enligt Solkartan Lund finns det cirka 180 m² takyta med mycket god potential för solfångare. Detta tyder på att solfångare hade kunnat vara lönsamt att investera i. Det är främst taket på Filippavägen som har mycket god potential för solfångare, dock har detta tak takkupor vilket medför att det kan vara svårt att hitta tillräckligt med sammanhängande area för solfångare. Detta beror dock på hur utförandet ser ut. Ytterligare lite plats kan frigöras om trädet som skuggar bitar av taket tas bort. Energi som krävs för att driva solfångarsystemet är inte medräknat i beräkningarna. Det kommer även behövas en ackumulatortank till systemet vilket kommer att kräva plats.

6.5 Sammanfattande slutsats för simuleringarna

Enligt simuleringarna är det inte möjligt att tilläggsisolera invändigt på Filippavägen eftersom det då finns stor risk för mögelpåväxt i ytterväggen. Tilläggsisolering utvändigt medför däremot inga problem vad gäller fukt vare sig för Filippavägen eller för Sofiavägen.

I båda byggnaderna finns köldbryggor vid anslutningar. Köldbryggorna är störst på Filippavägen, detta torde stämma bra eftersom Sofiavägen är uppbyggt av material med likartad värmeledningsförmåga. Om ytterväggarna tilläggsisoleras utvändigt minskar dessa köldbryggor avsevärt, från 0,58 till 0,17 W/m,K i ett av de bästa fallen.

Beräkningar av energianvändningen visar att dagens energianvändning ligger på 89,5 kWh/m² A_{temp}, år på Filippavägen och 200 kWh/m² A_{temp}, år på Sofiavägen. Samtliga testade effektiviseringsåtgärder får självklart ner energianvändningen och lägst nivå nås om flera åtgärder införs samtidigt. Som bäst kan energianvändningen för Filippavägen sänkas till 42 kWh/m² A_{temp}, år om ytterväggarna tilläggsisoleras, fönstren byts samt FTX-system och solfångare installeras. På Sofiavägen å andra sidan kan energinivån som bäst sänkas till 64 kWh/m² A_{temp}, år om ytterväggarna tilläggsisoleras, fönstren byts samt FTX-system och solfångare installeras.

För att ytterligare göra bostadsrättsföreningen hållbar utifrån ett miljöperspektiv finns goda förutsättningar för att utvinna solenergi.

7 Investeringskalkyl

Detta avsnitt undersöker kostnader för de energieffektiviserande åtgärderna och en livscykelkostnadsanalys görs för att få fram om åtgärderna är ekonomiskt försvarbara.

7.1 Kostnader

Kostnader för tilläggsisolering är hämtade från Wiksells sektionfakta. Detta inkluderar så väl materialkostnad som arbetskostnader. Priser för fönster är hämtade från Elitfönsters produktkatalog och antas vara representativa för liknande fönster hos andra företag. För samtliga indata och prisuppgifter hänvisas läsaren till bilaga 6, i tabell 26 nedan presenteras endast de totala kostnaderna för de energieffektiviserande åtgärderna samt olika kombinationer av åtgärder.

Kostnad för införande av lägenhetsvis FTX-system antas vara 67 000 kr/lägenhet inklusive allt så som håltagning i fasad, rördragningsarbete med mera. Detta är ett värde taget från en rapport från ett liknande fall där ventilationssystemet byttes från ett självdragssystem till ett FTX-system i ett flerbostadshus på 3 våningar (Wahlström, Blomsterberg & Olsson, 2009). Kostnaden för solfångare antas vara 5000 kr/m² inklusive tank (Vattenfall, 2014).

Tabell 26. Kostnader för de olika energibesparande åtgärderna.

Åtgärd	Pris [kr/m ²]
Riva fasadtegel	433
Tilläggsisolering 75 mm Putsad fasad	969
Tilläggsisolering 100 mm Putsad fasad	1013
Tilläggsisolering 75 mm Tegelfasad	1285
Tilläggsisolering 100 mm Tegelfasad	1330
Vindsisolering 140 mm	115
Vindsisolering 195 mm	156
Fönster U-värde 1,2 W/m ² K	5317
Fönster U-värde 0,9 W/m ² K	8147

7.2 Livscykelkostnadsanalys

För att undersöka om de energieffektiviserande åtgärderna är långsiktigt lönsamma och ekonomiskt försvarbara har en livscykelkostnadsanalys (LCC) utförts. LCC har valts eftersom denna metod tar hänsyn till alla kostnader under byggnadsdelens livslängd. Använd formel:

$$LCC = \text{sparad energi} \cdot \text{energipris} \cdot \text{nusummerfaktor} - \text{investeringskostnad}$$

I beräkningar i tabell nedan har siffror för energianvändning fåtts genom simuleringar i VIP. Mängd sparad energi för de olika åtgärderna fås fram genom att jämföra med grundfallet. Energipriset är antaget till 0,8 kr/kWh. Nusummefaktorn fås ur tabell där värdet är utläst för 50 års livslängd och 4 % kalkylränta (Warfinge, 2013). Samtliga värden är beräknade utifrån energin sparad då läckaget är antaget till 0,6 l/s,m².

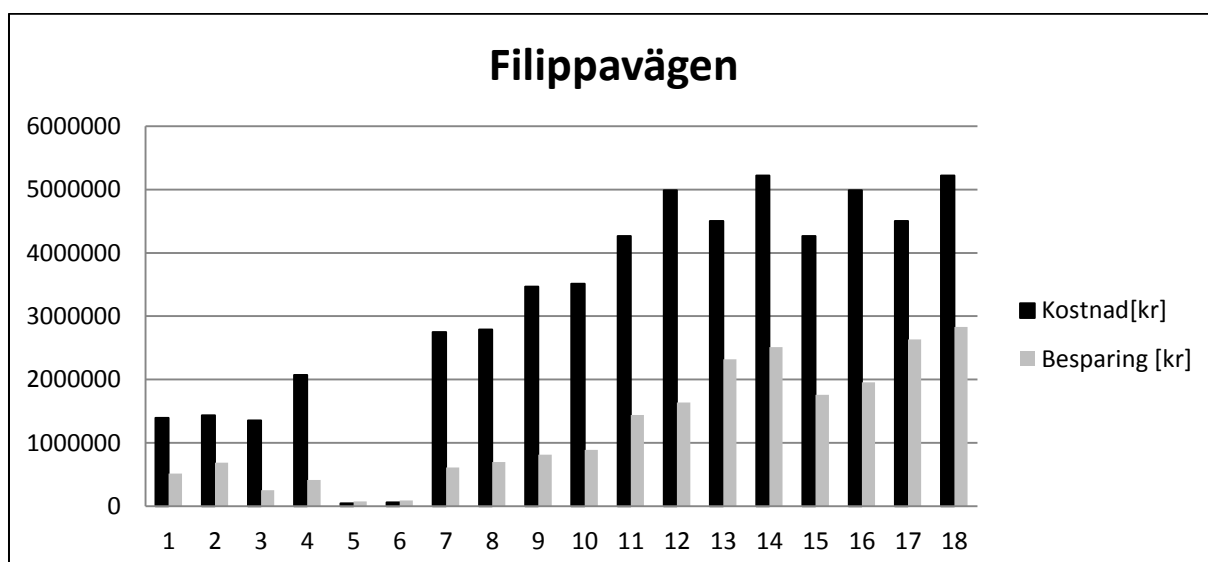
I tabell 27 och 28 nedan presenteras resultatet av LCC-analysen, kolumnen besparing är den totala besparingen som fås från minskad energianvändning diskonterat för 50 år.

Tabell 27. Kostnader för energibesparande åtgärder för Filippavägen.

	Filippavägen	Kostnad [kr]	Energibesparing [kWh/år]	Besparing[kr]	Livscykelkostnad [kr]
1	Tilläggsisolering 75 mm	1394000	20100	515000	-879000
2	Tilläggsisolering 100 mm	1438000	26878	688000	-750000
3	Fönsterbyte, U-värde 1,2 W/m ² K	1354000	9969	255000	-1099000
4	Fönsterbyte, U-värde 0,9 W/m ² K	2075000	16243	416000	-1659000
5	100 mm extra vindsisolering	46000	2931	75000	29000
6	200 mm extra vindsisolering	62000	3603	92000	30000
7	Tilläggsisolering 75 mm Fönsterbyte, U-värde 1,2 W/m ² K	2748000	24001	614000	-2134000
8	Tilläggsisolering 100 mm Fönsterbyte, U-värde 1,2 W/m ² K	2792000	27265	698000	-2094000
9	Tilläggsisolering 75 mm Fönsterbyte, U-värde 0,9 W/m ² K	3469000	31747	813000	-2656000
10	Tilläggsisolering 100 mm Fönsterbyte, U-värde 0,9 W/m ² K	3513000	34791	891000	-2622000
11	Tilläggsisolering 100 mm Fönsterbyte, U-värde 1,2 W/m ² K Byte till FTX-system, verkningsgrad 0,65	4266000	56284	1441000	-2825000
12	Tilläggsisolering 100 mm Fönsterbyte, U-värde 0,9 W/m ² K Byte till FTX-system, verkningsgrad 0,65	4987000	63923	1636000	-3351000
13	Tilläggsisolering 100 mm Fönsterbyte, U-värde 1,2 W/m ² K Byte till FTX-system, verkningsgrad 0,65 Solfångare	4501000	90571	2319000	-2182000
14	Tilläggsisolering 100 mm Fönsterbyte, U-värde 0,9 W/m ² K Byte till FTX-system, verkningsgrad 0,65 Solfångare	5222000	98156	2513000	-2709000
15	Tilläggsisolering 100 mm Fönsterbyte, U-värde 1,2 W/m ² K Byte till FTX-system, verkningsgrad 0,85	4266000	68685	1758000	-2508000

16	Tilläggsisolering 100 mm Fönsterbyte, U-värde 0,9 W/m ² K Byte till FTX-system, verkningsgrad 0,85	4987000	76416	1956000	-3031000
17	Tilläggsisolering 100 mm Fönsterbyte, U-värde 1,2 W/m ² K Byte till FTX-system, verkningsgrad 0,85 Solfångare	4501000	102918	2635000	-1866000
18	Tilläggsisolering 100 mm Fönsterbyte, U-värde 0,9 W/m ² K Byte till FTX-system, verkningsgrad 0,85 Solfångare	5222000	110649	2833000	-2389000

Resultaten i tabell 27 visas i stapeldiagram nedan för lättare överskådlighet. Numreringen i tabellerna hör samman med numreringen på staplarna.



Figur 29. Tabell 27 i diagramform. Kostnader och besparing för Filippavägen.

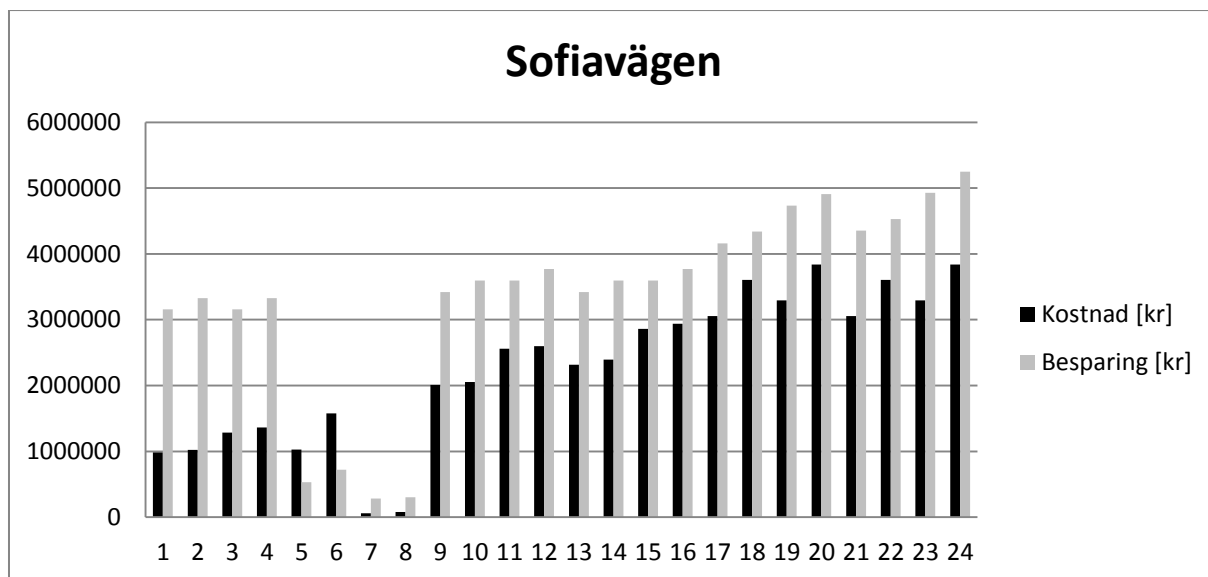
Resultatet visar tydligt att det inte finns några ekonomiska vinningar på att göra energieffektiviserande åtgärder på Filippavägen. Denna byggnad är inte optimal vad gäller energianvändningen men nivån är trots allt redan under BBRs krav på 90 kWh/år och eftersom kostnaderna är höga i förhållande till sparad energi är det svårt att motivera renoveringar av Filippavägen. Endast tilläggsisolering på vinden är ekonomiskt försvarbart, detta beror främst på den låga kostnaden för denna åtgärd, mängden sparad energi är dock relativt låg.

Tabell 28. Kostnader för olika energibesparande åtgärder för Sofriavägen.

	Sofriavägen	Kostnad [kr]	Energibesparing [kWh/år]	Besparing[kr]	Livscykelkostnad [kr]
1	Tilläggsisolering 75 mm putsad fasad	982000	123274	3156000	2174000
2	Tilläggsisolering 100 mm putsad fasad	1024000	129996	3328000	2304000
3	Tilläggsisolering 75 mm tegelfasad	1286000	123274	3156000	1870000
4	Tilläggsisolering 100 mm tegelfasad	1364000	129996	3328000	1964000
5	Fönsterbyte, U-värde 1,2 W/m ² K	1028000	20778	532000	-496000
6	Fönsterbyte, U-värde 0,9 W/m ² K	1576000	28235	723000	-853000
7	100 mm extra vindsisolering	57000	10998	282000	225000
8	200 mm extra vindsisolering	77000	11802	302000	225000
9	Tilläggsisolering 75 mm Fönsterbyte, U-värde 1,2 W/m ² K Putsad fasad	2010000	133598	3420000	1410000
10	Tilläggsisolering 100 mm Fönsterbyte, U-värde 1,2 W/m ² K Putsad fasad	2052000	140392	3594000	1542000
11	Tilläggsisolering 75 mm Fönsterbyte, U-värde 0,9 W/m ² K Putsad fasad	2557000	140518	3597000	1040000
12	Tilläggsisolering 100 mm Fönsterbyte, U-värde 0,9 W/m ² K Putsad fasad	2600000	147255	3770000	1170000
13	Tilläggsisolering 75 mm Fönsterbyte, U-värde 1,2 W/m ² K Tegelfasad	2315000	133598	3420000	1105000
14	Tilläggsisolering 100 mm Fönsterbyte, U-värde 1,2 W/m ² K Tegelfasad	2393000	140392	3594000	1201000
15	Tilläggsisolering 75 mm Fönsterbyte, U-värde 0,9 W/m ² K Tegelfasad	2862000	140518	3597000	735000
16	Tilläggsisolering 100 mm Fönsterbyte, U-värde 0,9 W/m ² K Tegelfasad	2940000	147255	3770000	830000

17	Tilläggsisolering 100 mm Fönsterbyte, U-värde 1,2 W/m ² K Byte till FTX-system, verkningsgrad 0,65 Putsad fasad	3057000	162509	4160000	1103000
18	Tilläggsisolering 100 mm Fönsterbyte, U-värde 0,9 W/m ² K Byte till FTX-system, verkningsgrad 0,65 Putsad fasad	3605000	169437	4338000	733000
19	Tilläggsisolering 100 mm Fönsterbyte, U-värde 1,2 W/m ² K Byte till FTX-system, verkningsgrad 0,65 Solfångare Putsad fasad	3292000	184907	4734000	1442000
20	Tilläggsisolering 100 mm Fönsterbyte, U-värde 0,9 W/m ² K Byte till FTX-system, verkningsgrad 0,65 Solfångare Putsad fasad	3840000	191834	4911000	1071000
21	Tilläggsisolering 100 mm Fönsterbyte, U-värde 1,2 W/m ² K Byte till FTX-system, verkningsgrad 0,85 Putsad fasad	3057000	170024	4353000	1296000
22	Tilläggsisolering 100 mm Fönsterbyte, U-värde 0,9 W/m ² K Byte till FTX-system, verkningsgrad 0,85 Putsad fasad	3605000	177005	4531000	926000
23	Tilläggsisolering 100 mm Fönsterbyte, U-värde 1,2 W/m ² K Byte till FTX-system, verkningsgrad 0,85 Solfångare Putsad fasad	3292000	192421	4926000	1634000
24	Tilläggsisolering 100 mm Fönsterbyte, U-värde 0,9 W/m ² K Byte till FTX-system, verkningsgrad 0,85 Solfångare Putsad fasad	3840000	204954	5247000	1407000

Resultaten i tabell 28 visas i stapeldiagram nedan för lättare överskådlighet. Numreringen i tabellerna hör även här samman med numreringen på staplarna.



Figur 30. Tabell 28 i diagramform. Kostnader och besparing för Sofiavägen.

Tillskillnad från Filippavägen är nästan samtliga energibesparande åtgärder ekonomiskt lönsamma för Sofiavägen. Endast fönsterbyte är den åtgärd som inte går ihop ekonomiskt sett ur ett livscykelperspektiv. Detta beror främst på den höga kostnaden för fönsterköp. Eventuellt går det att hitta billigare fönster alternativt få rabatt eftersom det handlar om ett stort fönsterköp. Ett annat sätt att spara energi kan vara att endast byta fönsterglas, till exempel byta det invändiga glaset till ett mer energieffektivt. Möjlighet finns dock att detta inte kommer att påverka läckfaktorn i samma utsträckning och i så fall sparas inte lika mycket energi. För att påverka läckfaktorn är det dock möjligt att endast täta fönstren med tätningslister, detta har inte analyserats eftersom det är svårt att uppskatta hur stor effekt detta får på läckaget. Tilläggsisolering av ytterväggarna är den åtgärd som ger störst ekonomisk vinning för Sofiavägen, mer än 2 miljoner kronor kan sparas under livstiden på 50 år.

8 Slutsats

Här presenteras och diskuteras de slutliga svaren till frågeställningarna som rapporten behandlar.

8.1 Vad anser de boende om inneklimatet?

De boende i bostadsrättsföreningen är generellt nöjda med sitt boende. Dock anser de sig vara något besvärade av innetemperaturen, många tycker att det är antingen för varmt eller för kallt vissa delar av året. Det är även många som störs av drag från fönster.

Vad gäller luftkvaliteten tycker de boende att den är bra men att de har problem med matos som sprids i lägenheten vilket troligen beror på att köken endast är utrustade med ett kolfilter. Många säger även att de besväras av svårigheter att bli av med fuktig luft i bad- och duschrum samt svårt att själva påverka ventilationen. Detta kan bero på att frånluftsflödet visat sig vara lägre än kravet i BBR 18 vid de genomförda mätningarna.

Vad gäller ljudförhållanden är de boende generellt nöjda men en del uppger att de störs av ljud från grannar och passerande biltrafik.

8.2 Hur ser bostadsrättsföreningens energianvändning ut idag?

8.2.1 Filippavägen

Byggnaden är i dagsläget relativt bra ur energisynpunkt. Simulerad energianvändning är 89,5 kWh/år vilket kan jämföras med BBRs krav på $90 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$, år. Mätningar visar att luftläckaget är 1,3 l/s, m^2 vilket är nästan dubbel så stort som BBRs nybyggnadskrav i dagsläget som ligger på 0,6 l/s, m^2 . Detta medför ökad energianvändning och kan vara negativt för de boendes inneklimat. Detta visar sig även i enkätundersökningen där cirka 45 % anger att de ofta eller ibland störs av drag från fönster och cirka 40 % svarar att de ofta eller ibland besväras av drag i bostaden. Tätningsslistor runt fönster kan vara en lösning för att minska draget och förbättra inomhusmiljön. Detta påverkar självklart även energianvändningen positivt. För att göra byggnaden ännu tätare kan fönstren bytas ut och/eller ytterväggarna tilläggsisoleras. Dessa åtgärder sänker även energianvändningen eftersom konstruktionen inte bara blir tätare utan även får ett större värmegenomgångsmotstånd vilket ger ett lägre energibehov. Simuleringar visar att det endast är möjligt att tilläggsisolera utvändigt eftersom det vid invändig tilläggsisolering finns risk för att mögel börjar växa i ytterväggsstrukturen.

Vad gäller enkätundersökningen visar den att de boende även anser sig ha problem med att reglera temperaturen och ventilationen i lägenheten. Detta hade kunnat åtgärdas med hjälp av injustering av värmesystemet alternativt byte till FTX-system eftersom det då är möjligt att göra så att de boende lättare själva kan styra ventilationsflödet i lägenheten. Ventilationsflödet idag är 23 l/s vilket är något lägre än kravet i BBR på 30 l/s och ventilationssystemet borde därför ses över och justeras för att förbättra inneluften. Detta värde är dock endast för en lägenhet och fler mätningar borde göras i byggnaden för att få ett mer tillförlitligt värde.

Dataloggrar visar att den relativa fuktigheten och temperaturen invändigt håller sig på normala nivåer. Dataloggrarna visar även att fukttillskottet är högt jämfört med myndigheters rekommendationer vilket troligtvis är en följd av det låga ventilationsflödet.

8.2.2 Sofiavägen

Sofiavägen har byggts nästan 50 år tidigare än byggnaden på Filippavägen vilket märks vad gäller konstruktionsval och energiprestanda. Simuleringar visar att energianvändningen i dagsläget ligger på $200 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$, år vilket kan jämföras med BBRs krav på $90 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$, år för nybyggda hus. Detta beror antagligen främst på att byggnaden inte har någon form av isolering i ytterväggarna och läckaget är relativt högt. Tryckprovning visar att luftläckaget är $2,3 \text{ l/s, m}^2$ vilket även detta är betydligt högre än dagens nybyggnadskrav i BBR på $0,6 \text{ l/s, m}^2$. Undersökning av klimatskalet med värmekamera visar att det främst är vid fönstren det läcker luft och därför borde det vara lönsamt att investera i fönsterbyte eller nya tätningslistor för att minska luftläckaget och på så sätt även minska energianvändningen. Luftläckaget stör även de boende, cirka 60 % uppger att de ofta eller ibland störs av drag. Enkätundersökningen visar även att de boende störs av att det är för varmt på sommaren och för kallt på vintern, även detta hade delvis kunna avhjälpas med bättre täthet. Många boende, hela 83 % uppger att de ofta eller ibland upplever svårigheter i att själv påverka rumstemperaturen i lägenheten, därför borde värmesystemet ses över.

Ventilationsflödet i en lägenhet idag är nästan 10 l/s mindre än kravet i BBR och ventilationssystemet borde därför ses över och justeras för att förbättra inneluften. Eventuellt kan det vara en god idé att byta till FTX-system eftersom nästan 70 % av de boende upplever att det ofta eller ibland besvärar av svårigheter att själva påverka ventilationen.

Dataloggrar visar att den relativa fuktigheten och temperaturen invändigt håller sig på normala nivåer men de visar även här ett högt fuktillskott. Det höga fuktillskottet kan, precis som på Filippavägen, beror på det låga ventilationsflödet. En justering av ventilationen är därför att rekommendera.

8.3 Hur kan bostadsrättsföreningen bli mer energieffektiv?

Beräkningar i VIP-Energy visar att energianvändningen sjunker olika mycket i de olika byggnaderna när energieffektiviserande åtgärder införs. Detta är fullt förståeligt eftersom det finns stora skillnader i byggnadernas konstruktion. Nedan presenteras därför resultaten separat för vardera byggnad. Generellt kan sägas att fönsterbyte antagligen hade kunnat ge en större effekt vad gäller energianvändningen om fönsterbyte även hade antagits sänka läckaget genom ytterväggen. Båda byggnaderna borde justera ventilationen för att möta BBRs hygieniska krav, denna åtgärd höjer energianvändningen men kan trots detta motiveras eftersom det ger ett förbättrat inneklimat för de boende.

8.3.1 Filippavägen

Samtliga testade energieffektiviserande åtgärder reducerar energianvändningen på Filippavägen, det finns alltså många sätt att renovera denna byggnad för att bli mer energieffektiv. Som bäst visar simuleringarna att energianvändningen kan sjunka så lågt som till $42 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$, år om ytterväggarna tilläggsisoleras, fönstren byts samt FTX-system och solfångare installeras. I dagsläget är byggnaden på Filippavägen dock ett relativt energivänligt hus, årligen används $89,5 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$ vilket är lägre än BBRs krav på $90 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$, år.

Livscykelkostnadsanalysen visar att det inte finns någon ekonomisk vinning med att göra Filippavägen mer energieffektiv. Eftersom dagens energianvändning även ligger under BBRs krav är det mycket svårt att motivera renovering för energieffektivisering av denna byggnad. Dock kommer antagligen huset förr eller senare att behöva renovera fasaderna, att då kombinera denna åtgärd med tilläggs-

isolering av fasaden kan vara lönsamt eftersom extra kostnaden för extra isolering kan vara lönsamt sett till sparad energi.

8.3.2 Sofiavägen

Energianvändningen för Sofiavägen är betydligt högre än för Filippavägen, simuleringar visar på 200 kWh/m² A_{temp}, år. Detta tyder på att det finns stora möjligheter att förbättra byggnaden sett ur ett energiperspektiv. Enbart tilläggsisolering får ner energianvändningen till 115 kWh/m² A_{temp}, år och som bäst kan energianvändningen minska till 64 kWh/m² A_{temp}, år om ytterväggarna tilläggsisoleras, fönstren byts samt FTX-system och solfångare installeras. Det finns många olika åtgärder och kombinationer av åtgärder som bostadsrättsföreningen kan införa för att göra byggnaden på Sofiavägen mer energieffektiv.

Kostnadsanalysen visar att samtliga åtgärder och åtgärds kombinationer förutom fönsterbyte är lönsamt sett ut ett livscykelperspektiv. Tilläggsisolering av ytterväggarna är den åtgärd som ger störst ekonomisk vinning för Sofiavägen, mer än 2 miljoner kronor kan sparas under livstiden på 50 år. Dock kommer detta att påverka byggnadens utseende vilket måste beaktas vid beslut.

8.4 Kommentarer

Vid samtliga beräkningar och simuleringar har "värsta fallet" tagits fram, detta innebär att antaganden har gjorts för att så långt som möjligt underskatta hellre än överskatta nyttan av de energisparande åtgärderna. Vad gäller LCC-analysen har denna gjorts för energianvändning med läckagenivå på 0,6 l/s, m², om utförandet av de energisparande åtgärderna utförs på ett korrekt sätt torde läckagenivån kunna bli lägre än 0,6 l/s, m² vilket då gör att mer energi sparas.

En åtgärd som inte räknats på i rapporten är att sätta nya tätningslister vid fönstren för att minska drag och luftläckage. Detta kan vara en billig åtgärd för att minska problemen med drag i lägenheterna. Det är dock svårt att säga hur stor effekt detta hade kunnat få på det totala luftläckaget och därför har denna åtgärd inte behandlats i rapporten.

Att införa energieffektiviserande åtgärder på Filippavägen är svårt att motivera men på Sofiavägen å andra sidan rekommenderas bostadsrättsföreningen att göra något för att sänka energianvändningen.

Energikostnaderna för bostadsrättsföreningen hade även kunnat sänkas genom att se över posterna i fastighetselen. Nya torkskåp drar betydligt mindre el än nya och lågenergilampor i trapphus och gemensamma utrymmen kan dra ner elanvändningen ytterligare.

Även åtgärder för minskad vattenanvändning såsom snålspolande armaturer eller att införa lägenhetsvisa mätningar av värme och vatten är åtgärder som inte har undersökts men som har potential att minska energianvändningen.

Detta arbete har endast undersökt två byggnader för att se hur dessa kan bli mer energieffektiva. Dessa två byggnader är relativt tidstypiska och därför borde byggnader uppförda på liknande sätt ha samma potential att minska energianvändningen och på så sätt spara så väl pengar som miljö.

9 Förslag till fortsatta studier

För att få ett mer komplett underlag hade det varit bra att göra mätningar i fler lägenheter. Det hade även varit bra att undersöka fler lägenheter med värmekameran för att kunna detektera läckage, speciellt på Filippavägen där denna mätning inte kunde göras.

Simuleringarna hade kunnat göras för flera olika sorters material, i detta fall har tilläggsisolering endast modellerats som mineralull. Till exempel hade vakuumisoleringsplattor vara ett bra alternativ om materialet blir mer beprövat och priset sjunker.

Det hade även varit intressant att undersöka hur bygglovsansökan måste gå till, eftersom Sofiavägen är ett relativt gammalt hus kan det eventuellt finnas önskemål om att bevara utseendet.

En mer utförlig undersökning av alternativa ventilationslösningar hade även kunnat vara intressant att titta på.

10 Referenser

10.1 Tryckt

- Abel, Enno & Elmroth, Arne. 2012. *Byggnaden som system*. Lund: Studentlitteratur AB
- Andrén, Lars. 2011. *Solenergi – Praktiska tillämpningar i bebyggelse*. Stockholm: Svensk Byggtjänst
- Bankvall, Claes. 2013. *Luftboken – Luftrörelser och täthet i byggnader*. Lund: Studentlitteratur AB
- BBR 18.2011. *Boverkets byggregler BBR – BBR 18, BFS 2011:6*. Karlskrona: Boverket
- BBR 19. 2011. *Boverkets föreskrifter om ändring i verkets byggregler (2011:6), BFS 2011:26, BBR 19*.
- BBR 20. 2013. *Boverkets föreskrifter om ändring i verkets byggregler (2011:6), BFS 2013:14, BBR 20*.
- Björk, Cecilia, Kallstenius, Per & Reppen, Laila. 2002. *Så byggdes husen 1880-2000*. Stockholm: Forskningsrådet Formas
- Bokalders, Varis & Block, Maria. 2009. *Byggekologi Kunskaper för ett hållbart byggande*. Stockholm: AB Svensk Byggtjänst
- Burström, Per Gunnar. 2007. *Byggnadsmaterial*. Studentlitteratur.
- Nevander, Lars Erik & Elmarsson, Bengt. 2011. *Fukthandbok*. Mölnlycke: AB Svensk Byggtjänst
- Ekberg, Lars. 2006. *R1 – Riktlinjer för specifikation av inneklimatkrav*. VVS Tekniska föreningen. Stockholm.
- Elmroth, Arne. 2007. *Energihushållning och värmeisolering*. Stockholm: AB Svensk Byggtjänst
- Folkhälsomyndigheten, 2014. *Folkhälsomyndighetens allmänna råd om ventilation*. Stockholm
- The Energy Conservatory. 2007. *Minneapolis Blower Door™ – Operation Manual for Model 3 and Model 4 Systems*. Minneapolis: The Energy Conservatory
- Forslund, Jan. 2010. *Bästa inneklimat till lägsta energikostnad*. Stockholm: AB Svensk Byggtjänst
- Gohardani, Navid. 2012. Vakuumsisoleringspaneler- tillämpning på bostadsobjekt i miljonprogrammet. *Bygg & teknik* 104 (5): sid 22-25
- Johansson, Pär. 2012. Tilläggsisolering av gamla byggnader med vakuumsisolering. *Bygg & teknik*. 104 (5): sid 26-31
- Lindholm, Ingar. 2013. Renoveringar måste öka om energimålen ska nås. *Energi & miljö* (11): sid 6
- SOU Sveriges offentliga utredningar. 2008. *SOU 2008:25 Ett energieffektivare Sverige*. Stockholm
- SS-EN 13829. 2003. *Byggnaders termiska egenskaper – Bestämning av byggnaders lufttäthet – Tryckprovningmetoden*. Stockholm: SIS Förlag AB
- SS-EN 13187. 2003. *Byggnaders termiska egenskaper – Kvalitativ metod för lokalisering av termiska ofullkomligheter i klimatskärmen – Infraröd metod (värmekamera)*. Stockholm: SIS Förlag AB

Warfinge, Catarina & Dahlblom, Mats. 2010. *Projektering av VVS-installationer*. Lund: Studentlitteratur AB

Wiksell's sektionsfakta ROT 11/12. 2011. Wiksell's Byggberäkningar AB

Wiksell's sektionsfakta NYB 12/13. 2012. Wiksell's Byggberäkningar AB

10.2 Internet

Arndt, Sanna. 2002. Lösull – Enkel och effektiv isolering. *Råd och Rön* (8). Hämtad 2014-05-22 från <http://www.sitac.se/download/Press%20om%20Sitac/R%C3%A5d%20&%20R%C3%B6n%20p%C3%A5%20n%C3%A4tet%20-%20L%C3%B6sull,%20isolering.htm>

BeBo. 2009. *Värmeåtervinningsystem för befintliga flerbostadshus*. Energimyndighetens beställargrupp för energieffektiva flerbostadshus. Hämtad 2014-02-24 från http://www.bebostad.se/documents/Projekt/Teknikupphandling_v%C3%A4rme%C3%A5tervinning/Forsstudie_teknikupphanling_VAV_090324.pdf

Berndtsson, Lennart. 2005. *Individuell mätning av värme och varmvatten i lägenheter*. Stockholm. Boverket. Hämtad 2014-01-30 från: http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2005/individuell_matning_av_varme_och_h_varmvatten_i_lagenheter.pdf

Boverket, 2007, *God bebyggd miljö fördjupad utvärdering av miljömålsarbetet 2007*. Karlskrona Hämtad 2014-01-29 från: http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2008/God_bebyggd_miljo_fordjupad_2007.pdf

Boverket. 2009a. *Enkätundersökning om boendes upplevda inomhusmiljö och ohälsa – resultat från projektet BETSI*. Boverket: Karlskrona. Hämtad 2014-03-28 från [file:///fs-n.net.lth.se/home/ee08jg8/Downloads/BETSI%20%E2%80%93%20Enk%C3%A4tunders%C3%B6kning%20om%20boendes%20upplevda%20inomhusmilj%C3%B6och%20oh%C3%A4lsa%20\(1\).pdf](file:///fs-n.net.lth.se/home/ee08jg8/Downloads/BETSI%20%E2%80%93%20Enk%C3%A4tunders%C3%B6kning%20om%20boendes%20upplevda%20inomhusmilj%C3%B6och%20oh%C3%A4lsa%20(1).pdf)

Boverket. 2009b. *Så mår våra hus- redovisning av regeringsuppdrag beträffande byggnaders tekniska utformning m.m.* Hämtad 2014-05-21 från http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2009/sa_mar_vara_hus.pdf

Ekelin, Saga, Landfors, Kristina & Andersson, Christina. 2006. *BRF Energieffektiv – Handbok för bostadsrättsföreningar*. Energikontoret region Stockholm: Stockholm. Hämtad 2014-01-30 från: <http://www.energimyndigheten.se/Global/F%C3%B6retag/brf.pdf>

Energiakademien 1. *Invändig Isolering*. Hämtad: 2014-02-02 från http://energiakademien.fastighetsagarna.se/atgardsbeskrivningar/byggteknik/invandig_isolering

Energiakademien 2. *Utvändig Isolering*. Hämtad: 2014-01-30 från http://energiakademien.fastighetsagarna.se/atgardsbeskrivningar/byggteknik/utvandig_isolering

Energiakademien 3. *Fönsterbyte*. Hämtad: 2014-01-30 från <http://energiakademien.fastighetsagarna.se/atgardsbeskrivningar/byggteknik/fonsterbyte>

Energiakademien 4. *Effektivisera frånluftssystemet*. Fastighetsägarna Sverige. Hämtad: 2014-02-11
<http://energiakademien.fastighetsagarna.se/atgardsbeskrivningar/installationer/effektivisera-franluftssystem>

Energiakademien 5. *Effektivare mekanisk ventilation*. Fastighetsägarna Sverige. Hämtad: 2014-02-18 från:
http://energiakademien.fastighetsagarna.se/atgardsbeskrivningar/installationer/effektivare_mekaniska_ventilationssystem

Energimyndigheten. 2008. *Fönsterrenovering med energiglas*. Hämtad 2014-01-30 från
<http://webbshop.cm.se/System/TemplateView.aspx?p=Energimyndigheten&view=default&id=1438929b0b234ac39112d35484cb9189>

Energimyndigheten. 2011a. *Från-och tilluftsventilation med återvinning (FTX-system)*. Hämtad 2014-02-11 från
<https://www.energimyndigheten.se/Hushall/Varmvatten-och-ventilation/Ventilation/FTX-system/>

Energimyndigheten. 2011b. *Kallt och varmt vatten*. Hämtad 2014-04-24 från
<http://www.energimyndigheten.se/Hushall/Varmvatten-och-ventilation/Vatten-och-varmvattenberedare/>

Energimyndigheten. 2011c. *Förbättring av klimatskalet*. Hämtad 2014-05-22 från
<https://www.energimyndigheten.se/Foretag/Energieffektivt-byggande/Lokaler-och-flerbostadshus/Forvalta/Klimatskal/Klimatskalet-i-flerbostadshus-och-lokaler/>

Energimyndigheten. 2012. *Injustering av vattenburen värme*. Hämtad 2014-01-30 från
<https://www.energimyndigheten.se/Hushall/Din-uppvarmning/Varmedistribution-och-reglersystem/Injustering-av-vattenburen-varme/>

Energimyndigheten. 2013a, *Lokaler och flerbostadshus*. Hämtad 2014-01-30 från
<http://www.energimyndigheten.se/Foretag/Energieffektivt-byggande/Lokaler-och-flerbostadshus/>

Energimyndigheten. 2013b. *Solvärme*. Hämtad 2014-02-10 från
<https://www.energimyndigheten.se/Hushall/Din-uppvarmning/Solvärme/>

Energimyndigheten. 2014. *Stöd till solceller*. Hämtad 2014-02-06 från
<http://www.energimyndigheten.se/Hushall/Aktuella-bidrag-och-stod-du-kan-soka/Stod-till-solceller/>

FEBY 12. 2012. *Kravspecifikation för nollenergihus, passivhus och minienergihus*. Hämtad 2014-04-24 från
http://www.passivhuscentrum.se/sites/default/files/kravspecifikation_feby12_-_bostader_sept.pdf

Gohardani, Navid. 2010. *Vakuumisolering vid byggnadsrenovering och tilläggsisolering* - Examensarbete. Stockholm: Kungliga Tekniska Högskolan. Hämtad 2014-02-13 från:
<http://kth.diva-portal.org/smash/get/diva2:423900/FULLTEXT01.pdf>

HOBO U12. *User manual HOBO U12-012*. Hämtad 2014-05-02 från
http://wpc.306e.edgecastcdn.net/80306E/onsetcomp_com/files/manual_pdfs/13128-B-MAN-U12012-web.pdf

Johansson, Pär. 2014. Building Retrofit using Vacuum Insulation Panels. Diss. Chalmers tekniska högskola. Hämtad 2014-05-22 från:

<http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/193780/193780.pdf>

Kraftringen a. *Solceller*. Hämtad 2014-02-10 från

<http://www.kraftringen.se/Privat/Solceller/?inDialog=true>

Kraftringen b. *Skiner solen på dig?* Hämtad 2014-02-25 från

<http://www.kraftringen.se/Privat/Solceller/Solkartan/>

Kraftringen c. *Så tolkar du grafen*. Hämtad 2014-02-25 från

<http://www.kraftringen.se/Privat/Solceller/Solkartan/Sa-tolkar-du-grafen/>

Landfors, Kristina. 2009. *Att tilläggsisolera ett hus – fakta, fördelar och fallgropar*. Energimyndigheten Stockholm. Hämtad 2014-02-03

från <http://webbshop.cm.se/System/TemplateView.aspx?p=Energimyndigheten&view=default&cat=/Broschyrer&id=1dfed97728e34e66926adb71a9504a12>

Naturvårdsverket. 2012. *Steg på vägen – fördjupad utvärdering av miljömålen Rapport 6500*.

Bromma: Naturvårdsverket. Hämtad 2014-01-30 från

http://www.miljomal.se/Global/24_las_mer/rapporter/malansvariga_myndigheter/2012/fordjupad-utvardering-2012/fordjupad-utvardering-2012-webb.pdf

Olsson-Jonsson, Agneta. 2011. *Kondens på fönster*. SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Hämtad 2014-02-19 från <http://www-v2.sp.se/energy/ffi/kondens.asp>

Persson, Agneta. 2002. *Energianvändning i bebyggelsen – en faktarapport inom IVA-projektet*

energiframsyn Sverige i Europa. Eskilstuna: Kungliga ingenjörsvetenskapsakademien, IVA Hämtad 2014-01-30 från

<http://www.iva.se/upload/Verksamhet/Projekt/Energiframsyn/Bebyggelse%20v1.pdf>

Photovoltaic-software. *PVGIS*. Hämtad 2014-02-26 från

<http://photovoltaic-software.com/pvgis.php>

RM fönster. *Ljus/Soltransmittans*. Hämtad 2014-05-07 från

<http://www.rm.se/upload/files/pdf/LJUSV%C3%84RDEN-GLAS-TOTAL%202007.pdf>

SCB. 2012. *Sveriges officiella statistiska meddelanden MI 38 SM 1202 Tätorter 2010*

Bebyggelsestruktur. SCB. Hämtad 2014-02-06 från

http://www.scb.se/Statistik/MI/MI0810/2010A01X/MI0810_2010A01X_SM_MI38SM1202.pdf

Sandberg, Per Ingvar & Sikander, Eva. 2004. *Lufttäthetsfrågor i byggprocessen –*

Kunskapsinventering, laboratoriemätningar och simuleringar för att kartlägga behov av tekniska

lösningar och utbildning. SP Rapport 2004:22. SP Sveriges Provnings- och forskningsinstitut. Hämtad

2014-02-11 från http://www.sp.se/sv/units/energy/eti/Documents/SP%20RAPP%202004_22.pdf

Sandberg, Per Ingvar, Sikander, Eva, Wahlgren, Paula & Larsson, Bengt. 2007. *Lufttäthetsfrågorna i*

byggprocessen – Etapp B. Tekniska konsekvenser och lönsamhetskalkyler. SP Rapport 2007:23.

Hämtad 2014-05-08 från

<http://www.sp.se/sv/units/energy/eti/Documents/Slutversion%20Word%20rev%20juni%20laguppl.pdf>

SGBC, 2011. *Bedömningskriterier för befintliga byggnader*. Hämtad 2014-07-04 från:
<https://www.sgbc.se/dokument-och-manualer>

Ståhl, Klas & Sundqvist, Robert. 2009. *Solen- Framtidens basenergi*. S-Solar. Hämtad 2014-02-06 från <http://www.ssolar.com/Solenergi2010/EnergifaktaDEL1brSolenFramtidensbasenergi/tabid/599/Default.aspx>

Sveby. 2012. *Brukarindata bostäder*. Stockholm: Sveby. Hämtad 2014-05-07 från http://www.sveby.org/wp-content/uploads/2012/10/Sveby_Brukarindata_bostader_version_1.0.pdf

Svensk solenergi 1. *Solcellensfunktion*. Hämtad 2014-02-10 från <http://www.svensksolenergi.se/fakta-om-solenergi/Solel/solcellens-funktion>

Svensk solenergi 2. *Fakta om solenergi*. Hämtad 2014-02-10 från <http://www.svensksolenergi.se/fakta-om-solenergi>

Vattenfall, Spara energi med hjälp av solen. Hämtad 2014-06-12.
<http://www.vattenfall.se/sv/solvarmesystem-sa-har-har-vi-raknat.htm>

Whalström, Åsa, Blomsterberg, Åke, Olsson, Daniel. 2009. *Värmeåtervinningssystem för befintliga flerbostadshus*. Göteborg: BeBo. Hämtad 2014-05-14 http://www.bebostad.se/wp-content/uploads/2013/08/Forstudie_teknikupphanling_VAV_090324.pdf

10.3 Muntliga källor

Warfinge, Catharina. 2013. Föreläsning om energieffektivisering i kurs Energi, luft och fukt vid ombyggnad och förvaltning på Lunds tekniska högskola.

Bilaga 1

Enkät till de boende om inomhusklimat



LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA

Lunds universitet

*Institutionen för Bygg- och Miljöteknologi
Avdelningen för Byggnadsfysik*

2014-03-03

Vad tycker du om ditt inomhusklimat?

Vi är två studenter som läser till civilingenjör inom Väg och vattenbyggnad på LTH och nu skriver examensarbete med Lars-Erik Harderup som handledare. Arbetet som går ut på att undersöka de två byggnaderna i er bostadsrättsförening, undersökningen fokuserar på byggnadernas energieffektivitet och innemiljö. Målet med undersökningen är att ge förslag på hur er bostadsrättsförening eventuellt ska kunna spara energi och samtidigt behålla eller förbättra ert inomhusklimat.

Som steg i undersökningen önskar vi få ta del av hur ni uppfattar inneklimatet i era lägenheter, därför vore vi mycket tacksamma om varje vuxen i hushållet vill fylla i medskickad enkät. Enkäten tar ca 10 minuter att fylla i och det är naturligtvis helt frivilligt att medverka men för att få ett pålitligt resultat är det viktigt att så många som möjligt svarar.

Undersökningen är helt anonym och svaren kommer endast att användas i detta examensarbete. Resultaten kommer att redovisas i tabeller och diagram där ingen enskild persons svar kan utläsas.

Var vänlig lägg ifylld enkät i bifogat kuvert. Kuvertet läggs sedan i lådan i trapphuset senast **måndagen den 17 mars**.

Stort tack på förhand för er medverkan!

Vänliga hälsningar

Jens Olsson och Johanna Guth

Har ni frågor eller funderingar är ni välkomna att kontakta oss på mail:

jensolsson90@gmail.com och johannaguth@gmail.com

Allmänt om bostaden

1. Är du nöjd eller missnöjd med din bostad som helhet?	Mycket nöjd	Ganska nöjd	Varken/eller	Ganska missnöjd	Mycket missnöjd
	1	2	3	4	5
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Innemiljön

3. Har du de senaste 3 månaderna känt dig besvärad av någon eller några av följande faktorer i din bostad?			
<i>Besvara varje fråga även om du inte känt dig besvärad.</i>		Ja, ofta (varje vecka)	Ja, ibland
		1	2
			3
a. Drag		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. För hög rumstemperatur		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Varierande rumstemperatur		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. För låg rumstemperatur		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. Instängd ("dålig") luft		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f. Torr luft		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g. Obehaglig lukt		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h. Statisk elektricitet som gör att man lätt får stötar		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i. Andras tobaksrök		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
j. Buller		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
k. Damm och smuts		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
l. Annat, vad:	SKRIV HÄR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Temperatur och värmekomfort

4. Hur tycker du att värmekomforten i stort sett är i din bostad?	Mycket bra	Bra	Acceptabel	Dålig	Mycket dålig
	1	2	3	4	5
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. Besväras du av att du i bostaden har...

	Ja, ofta (varje vecka)	Ja, ibland	Nej, aldrig
	1	2	3
a. ... alltför kallt på vinterhalvåret?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. ... alltför varmt på vinterhalvåret?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. ... alltför kallt på sommarhalvåret?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. ... alltför varmt på sommarhalvåret?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. ... kalla golv?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f. ... drag från fönster?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g. ... drag från ytterdörr?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h. ... varierande rumstemperatur vid temperaturväxlingar utomhus?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i. ... svårigheter att själv påverka rumstemperaturen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Luftkvalitet

6. Hur tycker du att luftkvaliteten i stort sett är i din bostad?

Mycket bra	Bra	Acceptabel	Dålig	Mycket dålig
1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. Besväras du i din bostad av lukt inifrån byggnaden såsom av ...

	Ja, ofta (varje vecka)	Ja, ibland	Nej, aldrig
	1	2	3
a. ... eget matos som sprids i bostaden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. ... grannars matos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. ... tobaksrök eller annan lukt från grannar?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Besväras du i din bostad av lukt utifrån såsom av ...				
		Ja, ofta (varje vecka)	Ja, ibland	Nej, aldrig
		1	2	3
a.	... trafikavgaser?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b.	... grillkök/restaurang/industrier?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c.	... vedeldningsrök?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

9. Känner du av någon av följande lukter i din bostad?				
		Ja, ofta (varje vecka)	Ja, ibland	Nej, aldrig
		1	2	3
a.	Stickande lukt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b.	Mögellukt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c.	Instängd lukt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d.	Unken lukt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10. Besväras du i din bostad av ventilationsproblem som...				
		Ja, ofta (varje vecka)	Ja, ibland	Nej, aldrig
		1	2	3
a.	... svårigheter att bli av med fuktig luft i bad-/duschrum?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b.	... imma på fönstren vid matlagning?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c.	... svårigheter att själv påverka ventilationen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ljud

11. Hur tycker du att ljudförhållandena i stort sett är i din bostad?					
Mycket bra	Bra	Acceptabla	Dåliga	Mycket dåliga	
1	2	3	4	5	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

12. Hur mycket har du de senaste tre månaderna störts av ljud/buller inifrån, från ...

	Störs inte alls	Störs inte särskilt mycket	Störs ganska mycket	Störs mycket	Störs oerhört mycket	Finns inte
	1	2	3	4	5	6
a. ... ledningar och rör	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. ... ventilation/fläktar (inomhus)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. ...röster, radio, TV, musik eller likande från grannar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. ... skrapljud, fotsteg, dunsar eller liknande från grannar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. ... nöjeslokal i fastigheten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f. ... trapphus, hissar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

13. Hur mycket har du de senaste tre månaderna störts av ljud/buller utifrån, från ...

	Störs inte alls	Störs inte särskilt mycket	Störs ganska mycket	Störs mycket	Störs oerhört mycket	Finns inte
	1	2	3	4	5	6
a. ... ventilation/fläktar/värmepumpar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. ... vägtrafik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. ... tågtrafik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. ... flygtrafik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

14. Medför trafikbuller (väg-, tåg- eller flygtrafik) några av följande störningar?

	Ja, ofta (varje vecka)	Ja, ibland	Nej, aldrig
	1	2	3
a. Svårt att höra radio/TV	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Telefonsamtal hindras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Vanligt samtal hindras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Vila/avkoppling störts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. Svårt att somna	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f. Blir väckt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bakgrund

15. Hur länge har du bott i denna bostad?

- | | | | | | |
|--------------------------|---|---------------------|---|--------------------------|--------------|
| <input type="checkbox"/> | 1 | Mindre än 6 månader | 4 | <input type="checkbox"/> | 3–5 år |
| <input type="checkbox"/> | 2 | 6–11 månader | 5 | <input type="checkbox"/> | 6–10 år |
| <input type="checkbox"/> | 3 | 1–2 år | 6 | <input type="checkbox"/> | Mer än 10 år |

16. Ungefär hur många timmar är du under vardagar borta från bostaden?

- | | | |
|--------------------------|---|------------------|
| <input type="checkbox"/> | 1 | 0–4 tim |
| <input type="checkbox"/> | 2 | 5–9 tim |
| <input type="checkbox"/> | 3 | 10 tim eller mer |

17. Är du man eller kvinna?

- | | | |
|--------------------------|---|--------|
| <input type="checkbox"/> | 1 | Man |
| <input type="checkbox"/> | 2 | Kvinna |

18. Vilket år är du född?

År:

19. Vilket datum är det idag?

20. Ytterligare synpunkter:

Bilaga 2

Enkät svar

Nedan visas svaren på enkätundersökningen. Samtliga resultat är angivna i procent.

Filippavägen

1. Är du nöjd eller missnöjd med din bostad som helhet?					
Mycket nöjd	Ganska nöjd	Varken/eller	Ganska missnöjd	Mycket missnöjd	Inget svar
38,5	53,8	7,7	0,0	0,0	0,0

3. Har du de senaste 3 månaderna känt dig besvärad av någon eller några av följande faktorer i din bostad?				
	Ja, ofta	Ja, ibland	Nej, aldrig	Inget svar
a. Drag	11,5	30,8	57,7	0,0
b. För hög rumstemperatur	3,8	19,2	76,9	0,0
c. Varierande rumstemperatur	3,8	46,2	50,0	0,0
d. För låg rumstemperatur	11,5	38,5	50,0	0,0
e. Instängd luft	3,8	30,8	65,4	0,0
f. Torr luft	0,0	7,7	88,5	3,8
g. Obehaglig lukt	3,8	42,3	53,8	0,0
h. Statisk elektricitet som gör att man lätt får stötar	0,0	7,7	92,3	0,0
i. Andras tobaksrök	3,8	23,1	73,1	0,0
j. Buller	3,8	57,7	38,5	0,0
k. Damm och smuts	3,8	30,8	65,4	0,0
l. Annat, vad:	15,4	3,8	3,8	76,9

4. Hur tycker du att värmekomforten i stort sett är i din bostad?					
Mycket bra	Bra	Acceptabel	Dålig	Mycket dålig	Inget svar
19,2	53,8	15,4	7,7	3,8	0,0

5. Besväras du av att du i din bostad har...				
	Ja, ofta	Ja, ibland	Nej, aldrig	Inget svar
a. ... alltför kallt på vinterhalvåret?	11,5	42,3	46,2	0,0
b. ... alltför varmt på vinterhalvåret?	3,8	19,2	76,9	0,0
c. ... alltför kallt på sommarhalvåret?	0,0	34,6	65,4	0,0

d. ... alltför varmt på sommarhalvåret?	11,5	42,3	46,2	0,0
e. ... kalla golv?	7,7	26,9	65,4	0,0
f. ... drag från fönster?	15,4	30,8	53,8	0,0
g. ... drag från ytterdörr?	0,0	7,7	92,3	0,0
h. ... varierande rumstemperatur vid temperaturväxlingar utomhus?	3,8	46,2	50,0	0,0
i. ... svårigheter att själv påverka rumstemperatur?	19,2	46,2	34,6	0,0

6. Hur tycker du att luftkvaliteten i stort sett är i din bostad?					
Mycket bra	Bra	Acceptabel	Dålig	Mycket dålig	Inget svar
23,1	53,8	19,2	0,0	0,0	3,8

7. Besväras du i din bostad av luft inifrån byggnaden såsom av...				
	Ja, ofta	Ja, ibland	Nej, aldrig	Inget svar
a. ... eget matos som sprids i bostaden?	23,1	42,3	34,6	0,0
b. ... grannars matos?	3,8	23,1	73,1	0,0
c. ... tobakslukt eller annan lukt från grannar?	7,7	30,8	61,5	0,0

8. Besväras du i din bostad av luft utifrån såsom av...				
	Ja, ofta	Ja, ibland	Nej, aldrig	Inget svar
a. ... trafikavgaser?	0,0	7,7	88,5	3,8
b. ... grillrök/restaurang/industrier?	0,0	7,7	88,5	3,8
c. ... vedeldningsrök?	0,0	15,4	80,8	3,8

9. Känner du någon av följande lukter i din bostad?				
	Ja, ofta	Ja, ibland	Nej, aldrig	Inget svar
a. Stickande lukt	0,0	0,0	92,3	7,7
b. Mögellukt	3,8	3,8	88,5	3,8
c. Instängd lukt	0,0	30,8	61,5	7,7
d. Unken lukt	3,8	11,5	76,9	7,7

10. Besväras du i din bostad av ventilationsproblem som ...				
	Ja, ofta	Ja, ibland	Nej, aldrig	Inget svar
a. ... svårigheter att bli av med fuktig luft i bad-/duschrum?	11,5	26,9	57,7	3,8
b. ... imma på fönstren vid matlagning?	3,8	26,9	65,4	3,8
c. ... svårigheter att själv påverka ventilationen?	23,1	38,5	34,6	3,8

11. Hur tycker du att ljudförhållandena i stort sett är i din bostad?					
Mycket bra	Bra	Acceptabel	Dålig	Mycket dålig	Inget svar
3,8	38,5	34,6	15,4	3,8	3,8

12. Hur mycket har du de senaste tre månaderna störts av ljud/buller inifrån, från ...							
	Störs inte alls	Störs inte särskilt mycket	Störs ganska mycket	Störs mycket	Störs oerhört mycket	Finns inte	Inget svar
a. ... ledningar och rör	50,0	30,8	15,4	3,8	0,0	0,0	0,0
b. ... ventilation/fläktar (inomhus)	73,1	23,1	0,0	0,0	0,0	3,8	0,0
c. ... röster, radio, TV, musik eller liknande från grannar	38,5	42,3	19,2	0,0	0,0	0,0	0,0
d. ... skrapljud, fotsteg, dunsar eller liknande från grannar	19,2	53,8	19,2	0,0	7,7	0,0	0,0
e. ... nöjeslokal i fastigheten	53,8	3,8	0,0	0,0	0,0	42,3	0,0
f. ... trapphus, hissar	50,0	42,3	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0

13. Hur mycket har du de senaste tre månaderna störts av ljud/buller utifrån, från ...							
	Störs inte alls	Störs inte särskilt mycket	Störs ganska mycket	Störs mycket	Störs oerhört mycket	Finns inte	Inget svar
a. ... ventilation/fläktar/värmepumpar	92,3	3,8	0,0	0,0	0,0	3,8	0,0
b. ... vägtrafik	57,7	38,5	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0
c. ... tågtrafik	84,6	3,8	0,0	0,0	0,0	11,5	0,0
d. ... flygtrafik	84,6	7,7	0,0	0,0	0,0	7,7	0,0

14. Medför trafikbuller (väg-, tåg- eller flygtrafik) några av följande störningar?				
	Ja, ofta	Ja, ibland	Nej, aldrig	Inget svar
a. Svårt att höra radio/TV	0,0	0,0	96,2	3,8
b. Telefonsamtal hindras	0,0	0,0	96,2	3,8
c. Vanligt samtal hindras	0,0	0,0	96,2	3,8
d. Vila/avkoppling störs	0,0	11,5	84,6	3,8
e. Svårt att somna	0,0	7,7	88,5	3,8
f. Blir väckt	0,0	11,5	84,6	3,8

15. Hur länge har du bott i din bostad?						
< 6 månader	6-11 månader	1-2 år	3-5 år	6-10 år	> 10 år	Inget svar
11,5	15,4	11,5	11,5	38,5	11,5	0,0

16. Ungefär hur många timmar är du under vardagar borta från din bostad?				
0-4 tim	5-9 tim	10 tim eller mer	Inget svar	
19,2	65,4	15,4	0,0	

17. Är du man eller kvinna?		
Man	Kvinna	Inget svar
34,6	65,4	0,0

Sofiavägen

1. Är du nöjd eller missnöjd med din bostad som helhet?					
Mycket nöjd	Ganska nöjd	Varken/eller	Ganska missnöjd	Mycket missnöjd	Inget svar
44,4	50,0	0,0	0,0	0,0	5,6

3. Har du de senaste 3 månaderna känt dig besvärad av någon eller några av följande faktorer i din bostad?				
	Ja, ofta	Ja, ibland	Nej, aldrig	Inget svar
a. Drag	16,7	44,4	38,9	0,0
b. För hög rumstemperatur	0,0	22,2	77,8	0,0
c. Varierande rumstemperatur	5,6	66,7	27,8	0,0
d. För låg	27,8	50,0	22,2	0,0

rumstemperatur				
e. Instängd luft	5,6	16,7	77,8	0,0
f. Torr luft	5,6	22,2	72,2	0,0
g. Obehaglig lukt	0,0	11,1	88,9	0,0
h. Statisk elektricitet som gör att man lätt får stötar	0,0	5,6	94,4	0,0
i. Andras tobaksrök	0,0	16,7	83,3	0,0
j. Buller	0,0	33,3	66,7	0,0
k. Damm och smuts	5,6	38,9	55,6	0,0
l. Annat, vad:	0,0	0,0	0,0	100,0

4. Hur tycker du att värmekomforten i stort sett är i din bostad?					
Mycket bra	Bra	Acceptabel	Dålig	Mycket dålig	Inget svar
11,1	44,4	38,9	5,6	0,0	0,0

5. Besväras du av att du i din bostad har...				
	Ja, ofta	Ja, ibland	Nej, aldrig	Inget svar
a. ... alltför kallt på vinterhalvåret?	38,9	38,9	22,2	0,0
b. ... alltför varmt på vinterhalvåret?	0,0	5,6	94,4	0,0
c. ... alltför kallt på sommarhalvåret?	0,0	5,6	94,4	0,0
d. ... alltför varmt på sommarhalvåret?	22,2	55,6	22,2	0,0
e. ... kalla golv?	11,1	38,9	50,0	0,0
f. ... drag från fönster?	27,8	33,3	38,9	0,0
g. ... drag från ytterdörr?	16,7	11,1	72,2	0,0
h. ... varierande rumstemperatur vid temperaturväxlingar utomhus?	11,1	55,6	33,3	0,0
i. ... svårigheter att själv påverka rumstemperatur?	33,3	50,0	16,7	0,0

6. Hur tycker du att luftkvaliteten i stort sett är i din bostad?					
Mycket bra	Bra	Acceptabel	Dålig	Mycket dålig	Inget svar
22,2	55,6	22,2	0,0	0,0	3,8

7. Besväras du i din bostad av luft inifrån byggnaden såsom av...				
	Ja, ofta	Ja, ibland	Nej, aldrig	Inget svar
a. ... eget matos som sprids i bostaden?	50,0	44,4	5,6	0,0
b. ... grannars matos?	5,6	27,8	66,7	0,0
c. ... tobakslukt eller annan lukt från grannar?	0,0	22,2	77,8	0,0

8. Besväras du i din bostad av luft utifrån såsom av...				
	Ja, ofta	Ja, ibland	Nej, aldrig	Inget svar
a. ... trafikavgaser?	0,0	16,7	83,3	0,0
b. ... grillrök/restaurang/industrier?	0,0	11,1	88,9	0,0
c. ... vedeldningsrök?	0,0	5,6	94,4	0,0

9. Känner du någon av följande lukter i din bostad?				
	Ja, ofta	Ja, ibland	Nej, aldrig	Inget svar
a. Stickande lukt	0,0	5,6	94,4	0,0
b. Mögellukt	0,0	0,0	100,0	0,0
c. Instängd lukt	5,6	16,7	77,8	0,0
d. Unken lukt	5,6	5,6	88,9	0,0

10. Besväras du i din bostad av ventilationsproblem som ...				
	Ja, ofta	Ja, ibland	Nej, aldrig	Inget svar
a. ... svårigheter att bli av med fuktig luft i bad-/duschrum?	27,8	33,3	38,9	0,0
b. ... imma på fönstren vid matlagning?	16,7	22,2	61,1	0,0
c. ... svårigheter att själv påverka ventilationen?	27,8	38,9	33,3	0,0

11. Hur tycker du att ljudförhållandena i stort sett är i din bostad?					
Mycket bra	Bra	Acceptabel	Dålig	Mycket dålig	Inget svar
16,7	50,0	33,3	0,0	0,0	0,0

12. Hur mycket har du de senaste tre månaderna störts av ljud/buller inifrån, från ...							
	Störs inte alls	Störs inte särskilt mycket	Störs ganska mycket	Störs mycket	Störs oerhört mycket	Finns inte	Inget svar
a. ... ledningar och rör	38,9	50,0	0,0	5,6	0,0	5,6	0,0
b. ... ventilation/fläktar (inomhus)	55,6	44,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
c. ... röster, radio, TV, musik eller liknande från grannar	50,0	38,9	5,6	5,6	0,0	0,0	0,0
d. ... skrapljud, fotsteg, dunsar eller liknande från grannar	38,9	50,0	5,6	5,6	0,0	0,0	0,0
e. ... nöjeslokal i fastigheten	77,8	0,0	0,0	0,0	0,0	22,2	0,0
f. ... trapphus, hissar	61,1	27,8	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0

13. Hur mycket har du de senaste tre månaderna störts av ljud/buller utifrån, från ...							
	Störs inte alls	Störs inte särskilt mycket	Störs ganska mycket	Störs mycket	Störs oerhört mycket	Finns inte	Inget svar
a. ... ventilation/fläktar/värmepumpar	72,2	22,2	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0
b. ... vägtrafik	38,9	44,4	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0
c. ... tågtrafik	94,4	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6	0,0
d. ... flygtrafik	83,3	11,1	0,0	0,0	0,0	5,6	0,0

14. Medför trafikbuller (väg-, tåg- eller flygtrafik) några av följande störningar?				
	Ja, ofta	Ja, ibland	Nej, aldrig	Inget svar
a. Svårt att höra radio/TV	0,0	5,6	94,4	0,0
b. Telefonsamtal hindras	0,0	0,0	100,0	0,0
c. Vanligt samtal hindras	0,0	0,0	100,0	0,0
d. Vila/avkoppling störs	0,0	27,8	72,2	0,0
e. Svårt att somna	0,0	27,8	72,2	0,0
f. Blir väckt	0,0	27,8	72,2	0,0

15. Hur länge har du bott i din bostad?						
< 6 månader	6-11 månader	1-2 år	3-5 år	6-10 år	> 10 år	Inget svar
0,0	5,6	5,6	50,0	27,8	11,1	0,0

16. Ungefär hur många timmar är du under vardagar borta från din bostad?			
0-4 tim	5-9 tim	10 tim eller mer	Inget svar
22,2	55,6	22,2	0,0

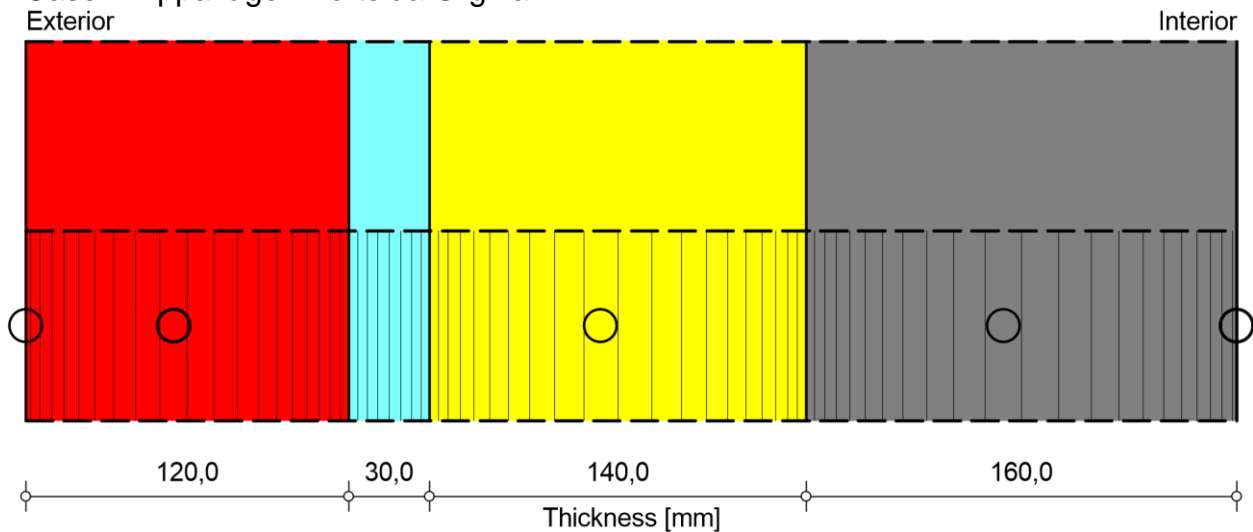
17. Är du man eller kvinna?		
Man	Kvinna	Inget svar
44,4	55,6	0,0

Bilaga 3 - WUFI

Nedan presenteras rapporter från WUFI beräkningar. För att minska antalet sidor i bilagan presenteras endast rapporter av originalfilerna samt samtliga simuleringar av 100 mm tilläggsisolering på kortsidan av Filippavägen. Övriga modelleringar har skett på samma sätt men med olika originalkonstruktion.


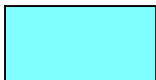


Component Assembly

Case: Filippavägen Kortsida Original



○ - Monitor positions

Materials :

	-	Solid Brick, extruded
	-	Air Layer 30 mm
	-	Mineral Wool (heat cond.: 0,04 W/mK)
	-	Concrete, w/c=0.5

Total Thickness: 0,45 m

R-Value: 3,93 m²K/W

U-Value: 0,243 W/m²K

Boundary Conditions

Exterior (Left Side)

Location: Lund; LTH Data

Orientation / Inclination: East / 90 °

Interior (Right Side) Indoor Climate:
Moisture Load

EN 15026 Normal

Surface Transfer Coefficients

Exterior (Left Side)

Name	Unit	Value	Description
Heat Resistance	[m ² K/W]	0,0588	External Wall
Sd-Value	[m]	----	No coating
Short-Wave Radiation Absorptivity	[-]	----	No absorption/emission
Long-Wave Radiation Emissivity	[-]	----	No absorption/emission
Adhering Fraction of Rain	[-]	0,7	According to inclination and construc

Interior (Right Side)

Name	Unit	Value	Description
Heat Resistance	[m ² K/W]	0,125	External Wall
Sd-Value	[m]	----	No coating

Explicit Radiation Balance

Exterior (Left Side)

Name	Value
Enabled	no

Sources, Sinks

Results from Last Calculation

Status of Calculation

Calculation: Time and Date	2014-03-26 09:24:03
Computing Time	0 min,49 sec.
No. of Convergence Failures	11
No. of Rain Absorption Failures	0

Check for numerical quality

Integral of fluxes, left side (kl,dl) [kg/m ²]	56,75 -51,96
Integral of fluxes, right side (kr,dr) [kg/m ²]	0,04 1,78
Balance 1 [kg/m ²]	2,97
Balance 2 [kg/m ²]	2,97

Water Content [kg/m³]

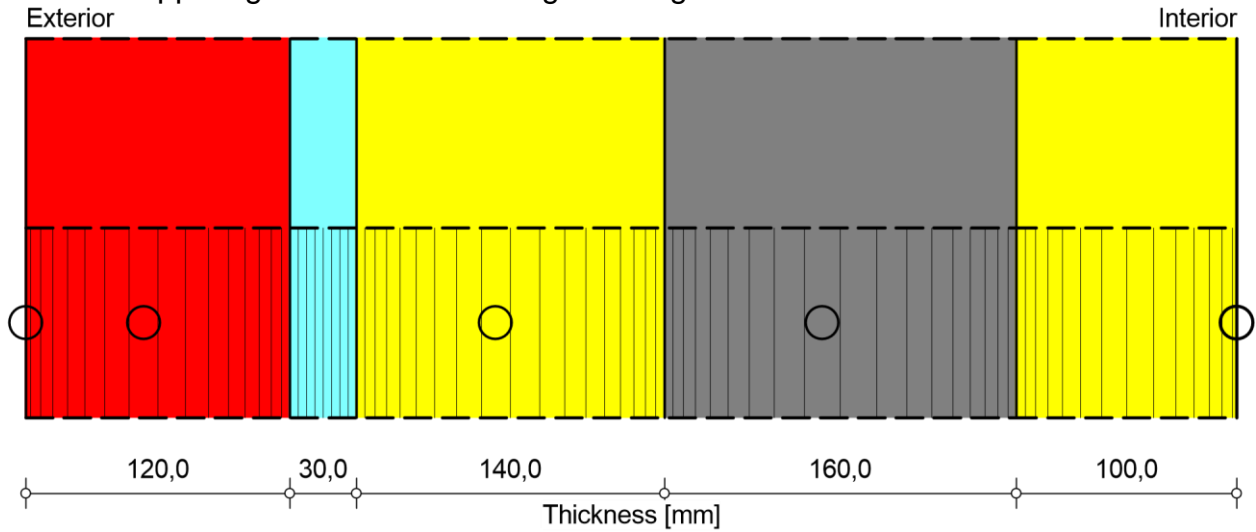
Layer/Material	Start of Calc.	End of Calc.	Min.	Max.
Solid Brick, extruded	9,20	58,00	9,15	142,03
Air Layer 30 mm	1,88	16,72	1,88	18,88
Mineral Wool (heat cond.: 0,04 W/mK)	1,79	2,61	0,73	3,46
Concrete, w/c=0.5	85,00	63,19	61,02	85,00
Total Water Content [kg/m ²]	15,01	17,94	14,53	28,09

Time Integral of fluxes

Heat Flux, left side [MJ/m ²]	-291,75
Heat Flux, right side [MJ/m ²]	-292,82
Heat Sources [MJ/m ²]	0,0
Moisture Fluxes, left side [kg/m ²]	4,8
Moisture Fluxes, right side [kg/m ²]	1,87
Moisture Sources [kg/m ²]	0,0
Clipped Moisture Sources [kg/m ²]	0,0

Component Assembly

Case: Filippavägen Kortsida Utvärdig isolering 100 mm



○ - Monitor positions

Materials :



- Solid Brick, extruded



- Air Layer 30 mm



- Mineral Wool (heat cond.: 0,04 W/mK)



- Concrete, w/c=0.5



- Mineral Wool (heat cond.: 0,04 W/mK)

Total Thickness: 0,55 m

R-Value: 6,43 m²K/W

U-Value: 0,151 W/m²K

Boundary Conditions

Exterior (Left Side)

Location: Lund; LTH Data

Orientation / Inclination: East / 90 °

Interior (Right Side) Indoor Climate:
Moisture Load

EN 15026 Normal

Surface Transfer Coefficients

Exterior (Left Side)

Name	Unit	Value	Description
Heat Resistance	[m ² K/W]	0,0588	External Wall
Sd-Value	[m]	----	No coating
Short-Wave Radiation Absorptivity	[-]	----	No absorption/emission
Long-Wave Radiation Emissivity	[-]	----	No absorption/emission
Adhering Fraction of Rain	[-]	0,7	According to inclination and construc

Interior (Right Side)

Name	Unit	Value	Description
Heat Resistance	[m ² K/W]	0,125	External Wall
Sd-Value	[m]	----	No coating

Explicit Radiation Balance

Exterior (Left Side)

Name	Value
Enabled	no

Sources, Sinks

Results from Last Calculation

Status of Calculation

Calculation: Time and Date	2014-03-26 09:28:00
Computing Time	0 min,56 sec.
No. of Convergence Failures	4
No. of Rain Absorption Failures	0

Check for numerical quality

Integral of fluxes, left side (kl,dl) [kg/m ²]	53,82 -47,84
Integral of fluxes, right side (kr,dr) [kg/m ²]	0,0 1,02
Balance 1 [kg/m ²]	4,96
Balance 2 [kg/m ²]	4,95

Water Content [kg/m³]

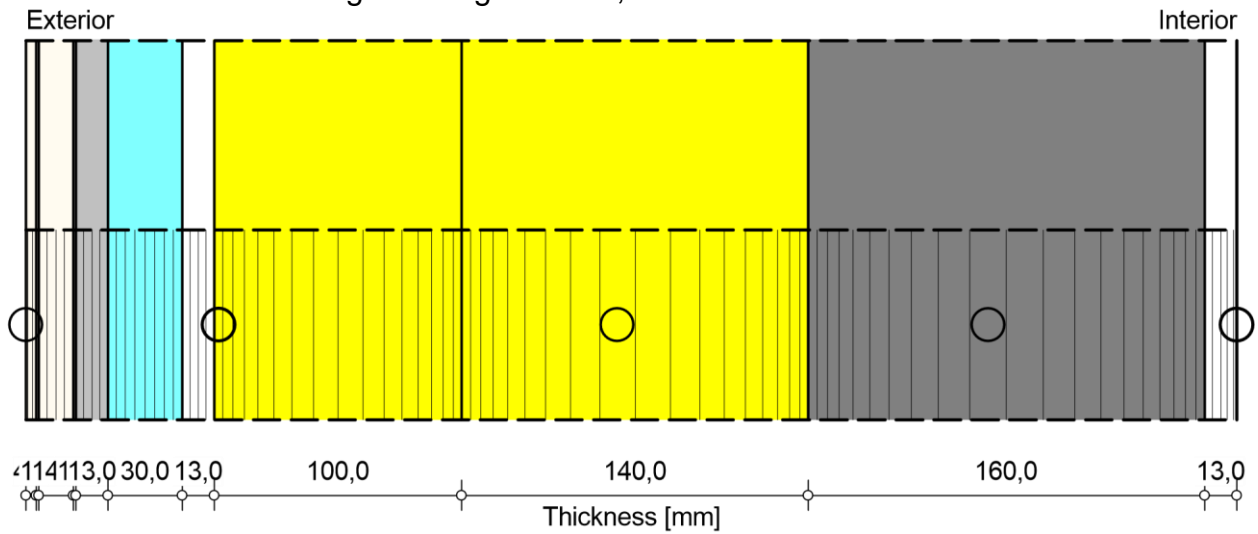
Layer/Material	Start of Calc.	End of Calc.	Min.	Max.
Solid Brick, extruded	9,20	58,13	9,13	142,23
Air Layer 30 mm	1,88	18,68	1,88	20,83
Mineral Wool (heat cond.: 0,04 W/mK)	1,79	3,82	1,03	4,93
Concrete, w/c=0.5	85,00	75,09	73,47	85,00
Mineral Wool (heat cond.: 0,04 W/mK)	1,79	0,69	0,42	1,79
Total Water Content [kg/m ²]	15,19	20,15	14,9	29,89

Time Integral of fluxes

Heat Flux, left side [MJ/m ²]	-178,48
Heat Flux, right side [MJ/m ²]	-178,59
Heat Sources [MJ/m ²]	0,0
Moisture Fluxes, left side [kg/m ²]	5,98
Moisture Fluxes, right side [kg/m ²]	1,02
Moisture Sources [kg/m ²]	0,0
Clipped Moisture Sources [kg/m ²]	0,0

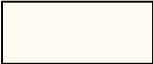

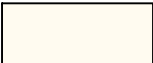


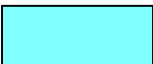
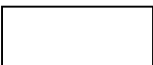


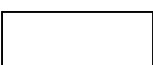
Component Assembly

Case: Kortsida utväändig isolering 100 mm, Putsad fasad



○ - Monitor positions

Materials :

-  - Exterior Plaster A - layer 1 of 4 (exterior)
-  - Exterior Plaster A - layer 2 of 4
-  - Exterior Plaster A - layer 3 of 4
-  - Exterior Plaster A - layer 4 of 4 (interior)
-  - Fibrecementboard
-  - Air Layer 30 mm
-  - Gypsumboard, exterior
-  - Mineral Wool (heat cond.: 0,04 W/mK) - Mineral Wool (heat cond.: 0,04 W/mK)
-  - Concrete, w/c=0.5
- 

- Gypsumboard, interior

Total Thickness: 0,49 m

R-Value: 6,54 m²K/W

U-Value: 0,149 W/m²K

Boundary Conditions

Exterior (Left Side)

Location: Lund; LTH Data

Orientation / Inclination: East / 90 °

Interior (Right Side) Indoor Climate: EN 15026 Normal
Moisture Load

Surface Transfer Coefficients

Exterior (Left Side)

Name	Unit	Value	Description
Heat Resistance	[m ² K/W]	0,0588	External Wall
Sd-Value	[m]	----	No coating
Short-Wave Radiation Absorptivity	[-]	----	No absorption/emission
Long-Wave Radiation Emissivity	[-]	----	No absorption/emission
Adhering Fraction of Rain	[-]	0,7	According to inclination and construc

Interior (Right Side)

Name	Unit	Value	Description
Heat Resistance	[m ² K/W]	0,125	External Wall
Sd-Value	[m]	----	No coating

Explicit Radiation Balance

Exterior (Left Side)

Name	Value
Enabled	no

Sources, Sinks

Air Layer 30 mm

Type	Name
Air Change	Source1

Mineral Wool (heat cond.: 0,04 W/mK)

Type	Name
Moisture	Source1

Results from Last Calculation

Status of Calculation

Calculation: Time and Date	2014-04-09 13:44:54
Computing Time	0 min,50 sec.
No. of Convergence Failures	0
No. of Rain Absorption Failures	18

Check for numerical quality

Integral of fluxes, left side (kl,dl) [kg/m ²]	6,56 -5,33
Integral of fluxes, right side (kr,dr) [kg/m ²]	0,0 1,87
Balance 1 [kg/m ²]	-4,06
Balance 2 [kg/m ²]	-4,06

Water Content [kg/m³]

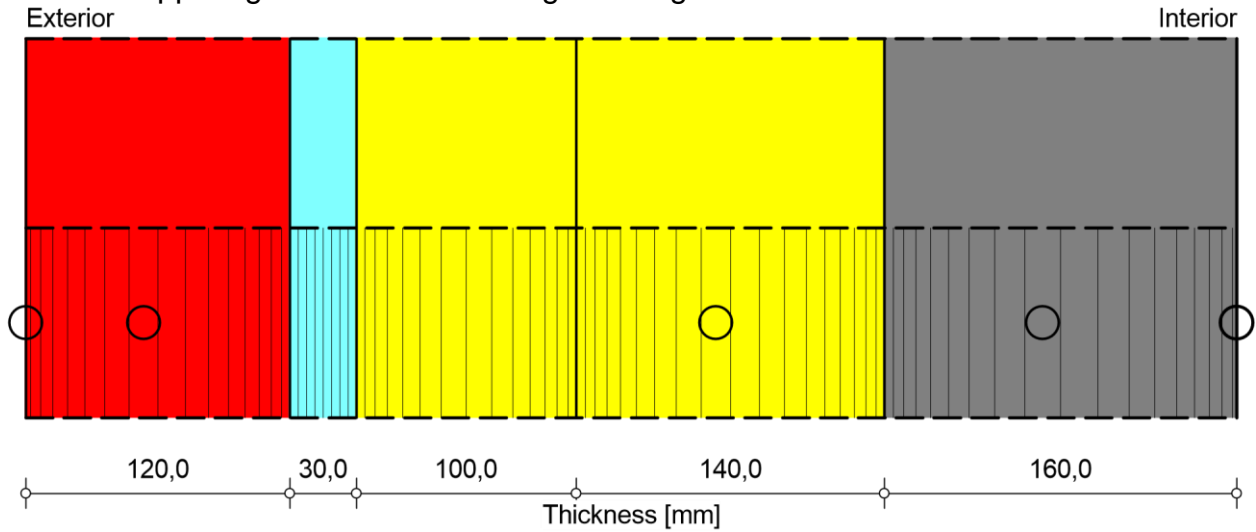
Layer/Material	Start of Calc.	End of Calc.	Min.	Max.
Heat Flux, left side [MJ/m ²]				-172,83
Heat Flux, right side [MJ/m ²]				-180,77
Heat Sources [MJ/m ²]				-7,53
Moisture Fluxes, left side [kg/m ²]				1,36
Moisture Fluxes, right side [kg/m ²]				1,87
Moisture Sources [kg/m ²]				-3,42
Clipped Moisture Sources [kg/m ²]				0,0

Exterior Plaster A - layer 1 of 4 (exterior)	15,00	27,58	2,90	192,00
Exterior Plaster A - layer 2 of 4	15,00	25,09	7,01	133,00
Exterior Plaster A - layer 3 of 4	16,00	24,42	13,35	71,87
Exterior Plaster A - layer 4 of 4 (interior)	16,00	22,55	12,15	57,39
Fibreceementboard	95,00	97,34	85,52	112,41
Air Layer 30 mm	1,88	2,14	0,61	5,49
Gypsumboard, exterior	7,00	7,26	5,36	13,12
Mineral Wool (heat cond.: 0,04 W/mK)	1,79	1,28	0,65	2,87
Mineral Wool (heat cond.: 0,04 W/mK)	1,79	0,69	0,31	1,79
Concrete, w/c=0.5	85,00	59,63	59,18	85,00
Gypsumboard, interior	5,00	4,13	3,14	5,00
Total Water Content [kg/m ²]	15,79	11,74	11,23	15,95

Time Integral of fluxes

Component Assembly

Case: Filippavägen Kortsida Utvärdig isolering 100 mm



○ - Monitor positions

Materials :



- Solid Brick, extruded



- Air Layer 30 mm



- Mineral Wool (heat cond.: 0,04 W/mK) - Mineral



Wool (heat cond.: 0,04 W/mK)



- Concrete, w/c=0.5

Total Thickness: 0,55 m

R-Value: 6,43 m²K/W

U-Value: 0,151 W/m²K

Boundary Conditions

Exterior (Left Side)

Location: Lund; LTH Data
Orientation / Inclination: East / 90 °

Interior (Right Side) Indoor Climate: EN 15026 Normal
Moisture Load

Surface Transfer Coefficients

Exterior (Left Side)

Name	Unit	Value	Description
Heat Resistance	[m ² K/W]	0,0588	External Wall
Sd-Value	[m]	----	No coating
Short-Wave Radiation Absorptivity	[-]	----	No absorption/emission
Long-Wave Radiation Emissivity	[-]	----	No absorption/emission
Adhering Fraction of Rain	[-]	0,7	According to inclination and construc

Interior (Right Side)

Name	Unit	Value	Description
Heat Resistance	[m ² K/W]	0,125	External Wall
Sd-Value	[m]	----	No coating

Explicit Radiation Balance

Exterior (Left Side)

Name	Value
Enabled	no

Sources, Sinks

Results from Last Calculation

Status of Calculation

Calculation: Time and Date	2014-03-26 09:25:54
Computing Time	0 min,58 sec.
No. of Convergence Failures	7
No. of Rain Absorption Failures	0

Check for numerical quality

Integral of fluxes, left side (kl,dl) [kg/m ²]	53,26 -48,37
Integral of fluxes, right side (kr,dr) [kg/m ²]	0,04 1,8
Balance 1 [kg/m ²]	3,05
Balance 2 [kg/m ²]	3,05

Water Content [kg/m³]

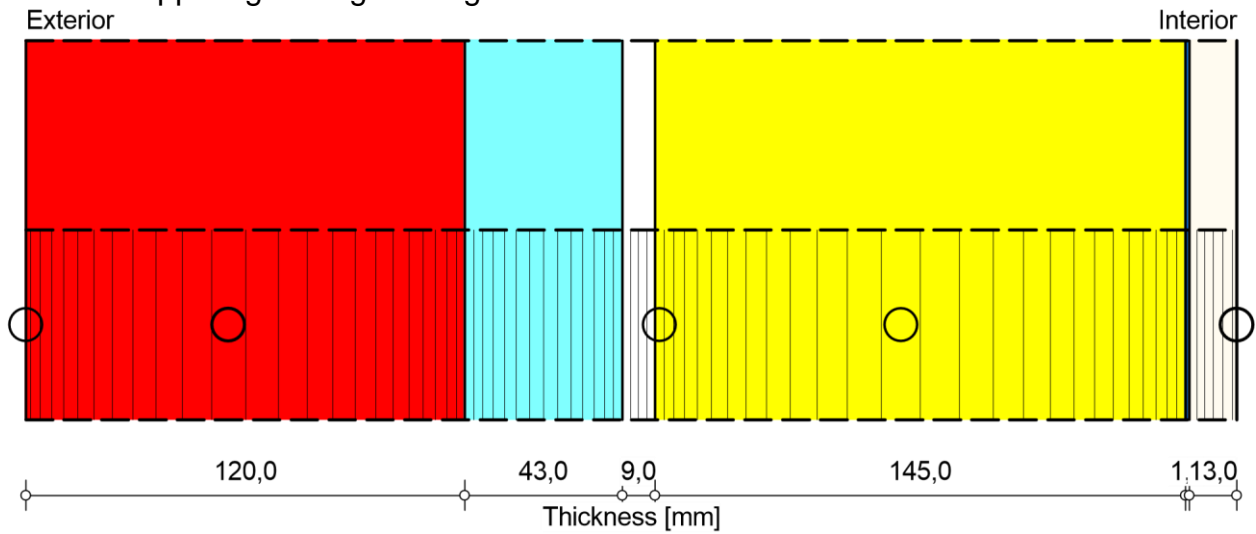
Layer/Material	Start of Calc.	End of Calc.	Min.	Max.
Solid Brick, extruded	9,20	58,02	9,12	143,47
Air Layer 30 mm	1,88	18,67	1,88	20,36
Mineral Wool (heat cond.: 0,04 W/mK)	1,79	4,85	1,71	5,46
Mineral Wool (heat cond.: 0,04 W/mK)	1,79	1,29	0,34	1,79
Concrete, w/c=0.5	85,00	62,49	60,50	85,00
Total Water Content [kg/m ²]	15,19	18,19	14,73	28,45

Time Integral of fluxes

Heat Flux, left side [MJ/m ²]	-181,91
Heat Flux, right side [MJ/m ²]	-183,38
Heat Sources [MJ/m ²]	0,0
Moisture Fluxes, left side [kg/m ²]	4,92
Moisture Fluxes, right side [kg/m ²]	1,91
Moisture Sources [kg/m ²]	0,0
Clipped Moisture Sources [kg/m ²]	0,0







Component Assembly

Case: Filippavägen långsida original



○ - Monitor positions

Materials :

	-	Solid Brick, extruded
	-	Air Layer 40 mm
	-	Gypsumboard, exterior
	-	Mineral Wool (heat cond.: 0,04 W/mK)
	-	vapour retarder (sd=1m)
	-	Gypsum Board

Total Thickness: 0,33 m

R-Value: 4,1 m²K/W

U-Value: 0,233 W/m²K

Boundary Conditions

Exterior (Left Side)

Location: Lund; LTH Data

Orientation / Inclination: South / 90 °

Interior (Right Side) Indoor Climate: EN 15026 Normal
Moisture Load

Surface Transfer Coefficients

Exterior (Left Side)

Name	Unit	Value	Description
Heat Resistance	[m²K/W]	0,0588	External Wall
Sd-Value	[m]	----	No coating
Short-Wave Radiation Absorptivity	[-]	----	No absorption/emission
Long-Wave Radiation Emissivity	[-]	----	No absorption/emission
Adhering Fraction of Rain	[-]	0,7	According to inclination and construc

Interior (Right Side)

Name	Unit	Value	Description
Heat Resistance	[m²K/W]	0,125	External Wall
Sd-Value	[m]	----	No coating

Explicit Radiation Balance

Exterior (Left Side)

Name	Value
Enabled	no

Sources, Sinks

Air Layer 40 mm

Type	Name
Air Change	Source1

Mineral Wool (heat cond.: 0,04 W/mK)

Type	Name
Moisture	Source1

Results from Last Calculation

Status of Calculation

Calculation: Time and Date	2014-03-26 15:59:00
Computing Time	1 min,11 sec.
No. of Convergence Failures	13
No. of Rain Absorption Failures	1

Check for numerical quality

Integral of fluxes, left side (kl,dl) [kg/m ²]	113,75 -74,39
Integral of fluxes, right side (kr,dr) [kg/m ²]	1E-7 -0,54
Balance 1 [kg/m ²]	7,33
Balance 2 [kg/m ²]	7,34

Water Content [kg/m³]

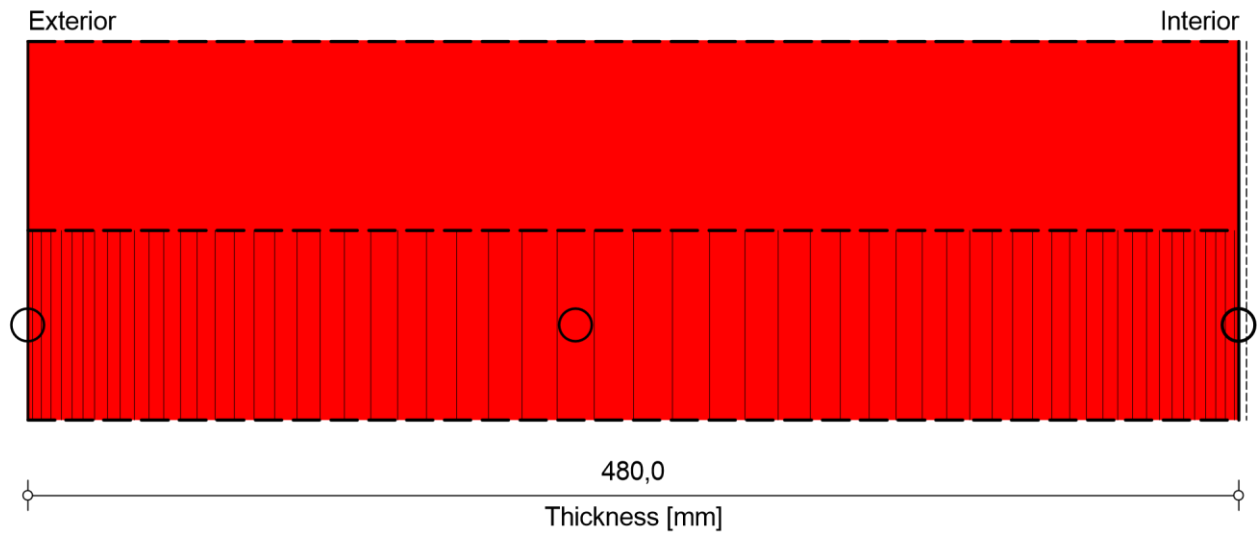
Layer/Material	Start of Calc.	End of Calc.	Min.	Max.
Solid Brick, extruded	9,20	69,38	9,05	280,87
Air Layer 40 mm	1,88	6,60	1,50	15,54
Gypsumboard, exterior	7,00	11,11	6,55	20,57
Mineral Wool (heat cond.: 0,04 W/mK)	1,79	1,66	0,60	2,13
vapour retarder (sd=1m)	0,00	0,00	0,00	0,00
Gypsum Board	6,30	4,22	2,62	6,30
Total Water Content [kg/m ²]	1,59	9,0	1,52	34,85

Time Integral of fluxes

Heat Flux, left side [MJ/m ²]	-270,65
Heat Flux, right side [MJ/m ²]	-284,6
Heat Sources [MJ/m ²]	-11,81
Moisture Fluxes, left side [kg/m ²]	39,45
Moisture Fluxes, right side [kg/m ²]	-0,53
Moisture Sources [kg/m ²]	-32,56
Clipped Moisture Sources [kg/m ²]	0,15

Component Assembly

Case: Sofiavägen Original



○ - Monitor positions

Materials :



- Solid Brick, extruded

Sd-Value Int. [m]: 0,1 Total Thickness: 0,48 m

R-Value: 0,74 m²K/W

U-Value: 1,085 W/m²K

Boundary Conditions

Exterior (Left Side)

Location: Lund; LTH Data

Orientation / Inclination: West / 90 °

Interior (Right Side) Indoor Climate:
Moisture Load

EN 15026 Normal

Surface Transfer Coefficients

Exterior (Left Side)

Name	Unit	Value	Description
Heat Resistance	[m ² K/W]	0,0588	External Wall
Sd-Value	[m]	----	No coating
Short-Wave Radiation Absorptivity	[-]	----	No absorption/emission
Long-Wave Radiation Emissivity	[-]	----	No absorption/emission
Adhering Fraction of Rain	[-]	0,7	According to inclination and construc

Interior (Right Side)

Name	Unit	Value	Description
Heat Resistance	[m ² K/W]	0,125	External Wall
Sd-Value	[m]	0,1	Gypsum plaster

Explicit Radiation Balance

Exterior (Left Side)

Sources, Sinks

Name	Value
Enabled	no

Results from Last Calculation

Status of Calculation

Calculation: Time and Date	2014-04-09 11:44:52
Computing Time	0 min,53 sec.
No. of Convergence Failures	7
No. of Rain Absorption Failures	0

Check for numerical quality

Integral of fluxes, left side (kl,dl) [kg/m ²]	101,89 -77,19
Integral of fluxes, right side (kr,dr) [kg/m ²]	7.1E-7 4,56
Balance 1 [kg/m ²]	20,14
Balance 2 [kg/m ²]	20,13

Water Content [kg/m³]

Layer/Material	Start of Calc.	End of Calc.	Min.	Max.
Solid Brick, extruded	9,20	51,41	9,09	71,09
Total Water Content [kg/m ²]	4,42	24,68	4,36	34,12

Time Integral of fluxes

Heat Flux, left side [MJ/m ²]	-1474,16
Heat Flux, right side [MJ/m ²]	-1473,73
Heat Sources [MJ/m ²]	0,0
Moisture Fluxes, left side [kg/m ²]	24,81
Moisture Fluxes, right side [kg/m ²]	4,57
Moisture Sources [kg/m ²]	0,0
Clipped Moisture Sources [kg/m ²]	0,0

Bilaga 4 - HEAT2

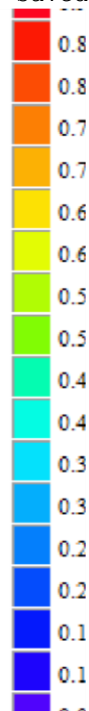
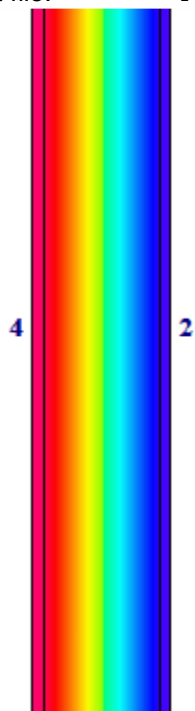
I denna bilaga presenteras rapporter från beräkningar i HEAT2. Först presenteras rapporter med och utan tilläggsisolering på 100 mm för konstruktionen av balkong och yttervägg långsida för Filippavägen. Efter detta presenteras endast originalfilerna av de undersökta byggnadsdelarna. Samtliga byggnadsdelar har sedan modellerats med 100 mm och 75 mm tilläggsisolering utvändigt på motsvarande sätt som för balkongen på Filippavägen.

HEAT2 report: FILIPPAVÄGENYTTERVÄGGGLÅNGSIDA

Boundary flows: Sum pos flows: 0.3807 W/m

Project info: Filippavägen. Yttervägg långsida. Luftspalten antas ha ytterklima tas inte tegelfasaden med i beräkningarna.

Input file: FILIPPAVÄGENYTTERVÄGGGLÅNGSIDA.DAT (*.H2P), last saved on 2014-04-11 15:03:44



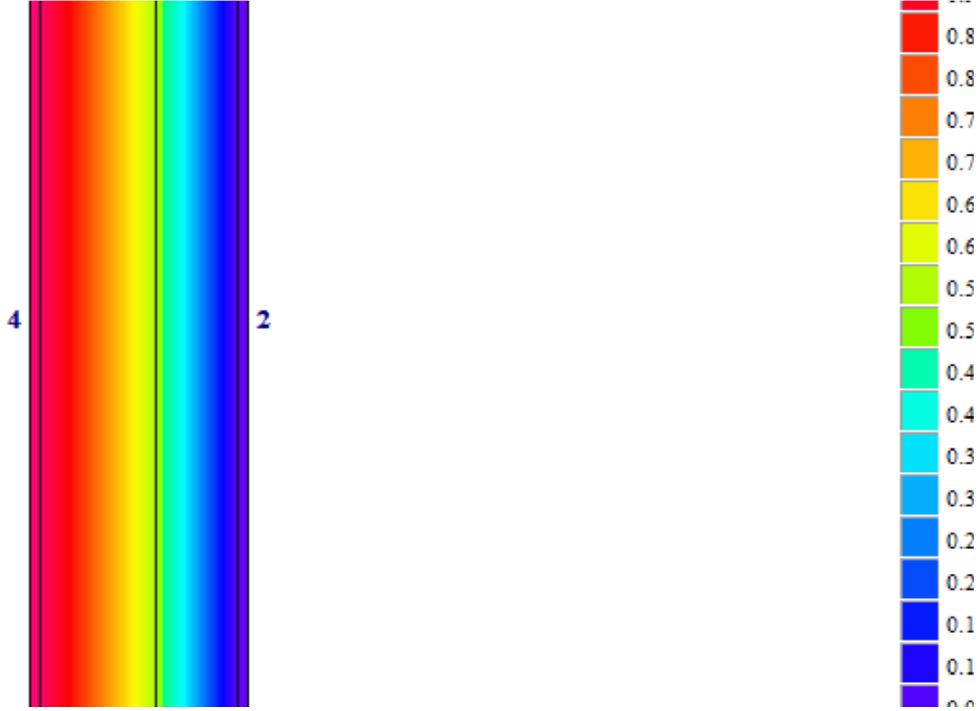
Materials:	Lx	Ly	C
	[W/ (m ·K)]	[W/ (m ·K)]	[MJ/ (m³ ·K)]
gipsskica	0.22	0.22	1
Reglar/cellplast	0.062	0.062	0.035

HEAT2 report: FILIPPAVäGENYTTERVäGGLåNGSIDA100

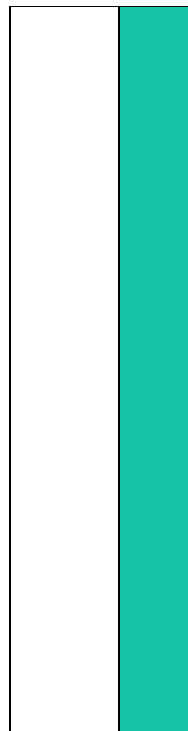
Boundary flows: Sum pos flows: 0.1876 W/m

Project info: Filippavägen. Långsida med 100 mm tilläggsisolering.

Input file: FILIPPAVäGENYTTERVäGGLåNGSIDA100.DAT (*.H2P), last saved on 2014-04-11 15:05:



Materials:	Lx	Ly	C
	[W/(m·K)]	[W/(m·K)]	[MJ/(m ³ ·K)]
gipsskica	0.22	0.22	1
Reglar/cellplast	0.062	0.062	0.035
Cellplast 1	0.037	0.037	0.035

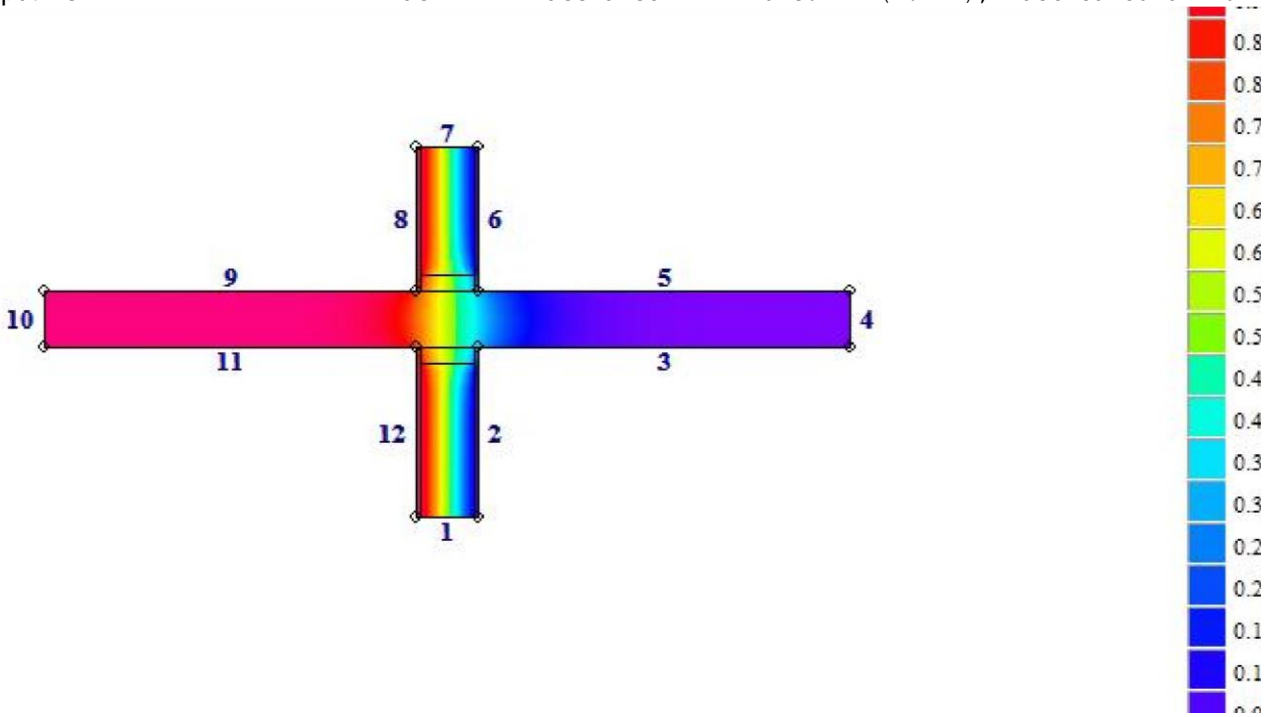


HEAT2 report: FILIPPAVäGENYTTERVÄGGLÅNGSIDABALKONG

Boundary flows: Sum pos flows: 1.0775 W/m

Project info: Filippavägen. Yttervägg långsida med balkong.

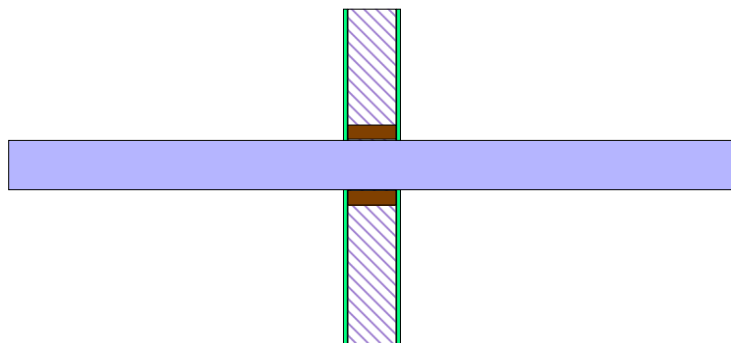
Input file: FILIPPAVäGENYTTERVÄGGLÅNGSIDABALKONG.DAT (*.H2P), last saved on 2014-04-1



Materials:

	Lx	Ly	C
	[W/(m·K)]	[W/(m·K)]	[MJ/(m³·K)]
gipsskica	0.22	0.22	1
Reglar/cellplast	0.062	0.062	0.035
concrete, IEA	1.7	1.7	2
wood, pine (with grain)	0.3431	0.3431	1.2656

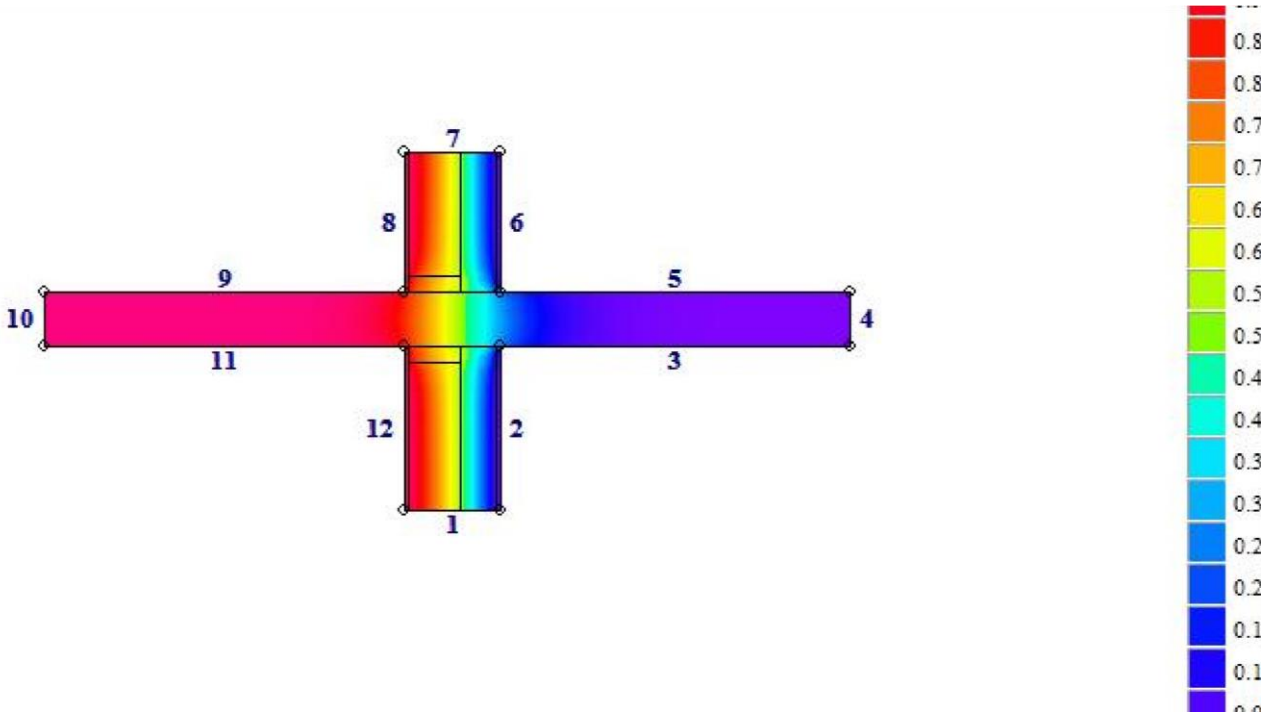
Geometry:



HEAT2 report: FILIPPAVäGENYTTERVäGGLÅNGSIDABALKONG100

Boundary flows: Sum pos flows: 0.7206 W/m

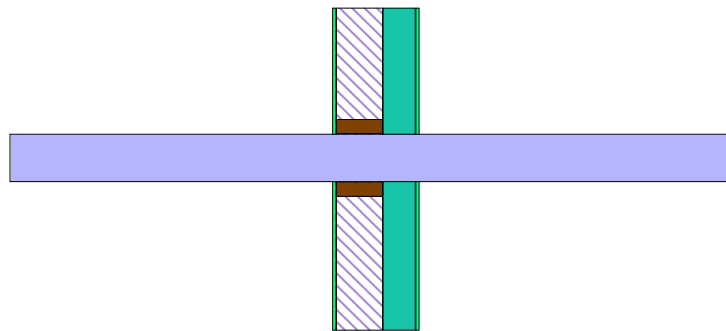
Project info: Filippavägen. Yttervägg långsida med balkong, 100 mm tilläggisole utvändigt.
 Input file: FILIPPAVäGENYTTERVäGGLÅNGSIDABALKONG100.DAT (*.H2P), last saved on 2014-04-11



Materials:

	Lx	Ly	C
	[W/(m·K)]	[W/(m·K)]	[MJ/(m³·K)]
gipsskica	0.22	0.22	1
Reglar/cellplast	0.062	0.062	0.035
Cellplast 1	0.037	0.037	0.035
concrete, IEA	1.7	1.7	2
wood, pine (with grain)	0.3431	0.3431	1.2656

Geometry:

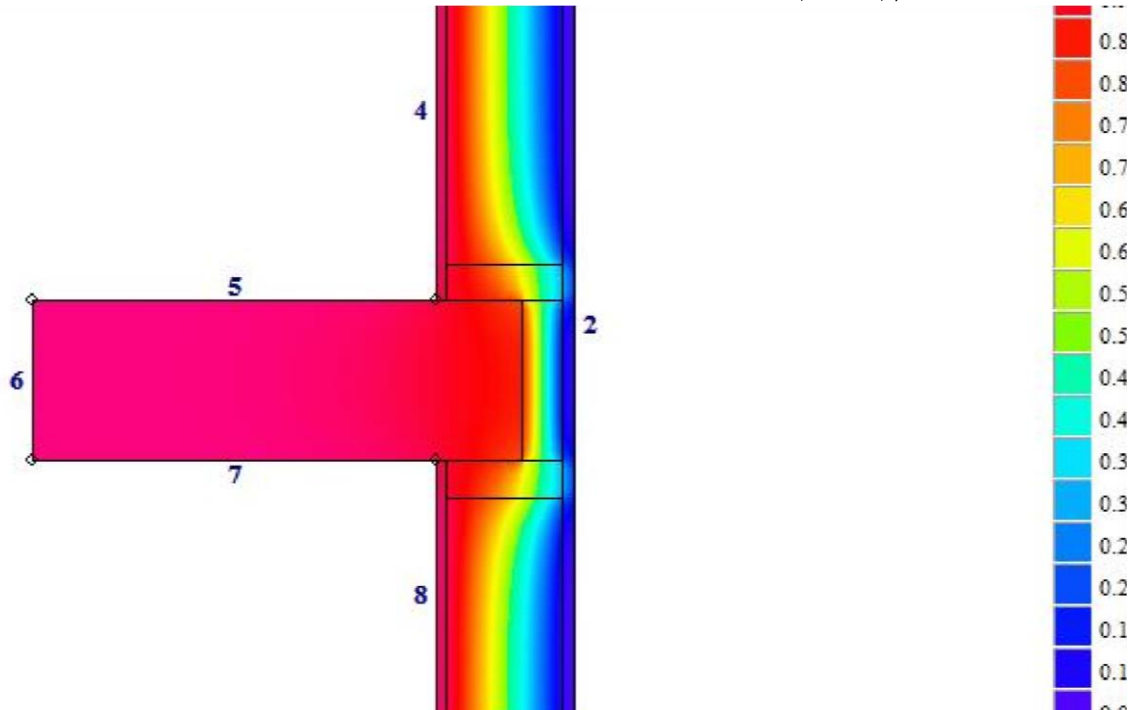


HEAT2 report: FILIPPAVäGENYTTERVäGGLÅNGSIDABJÄLKLÄG

Boundary flows: Sum pos flows: 0.6034 W/m

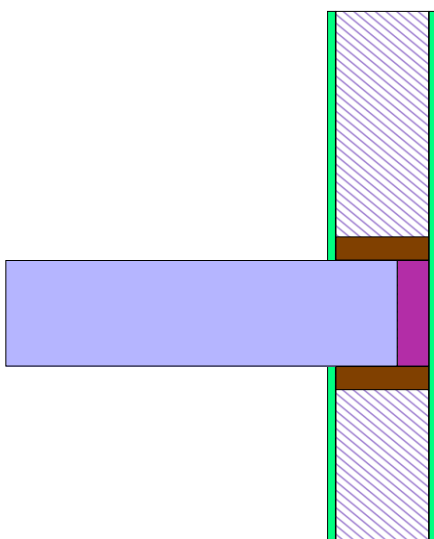
Project info: Filippavägen. Anslutning mellanbjälklag och yttervägg långsida.

Input file: FILIPPAVäGENYTTERVäGGLÅNGSIDABJÄLKLÄG.DAT (*.H2P), last saved on 2014-04-11 1



Materials:

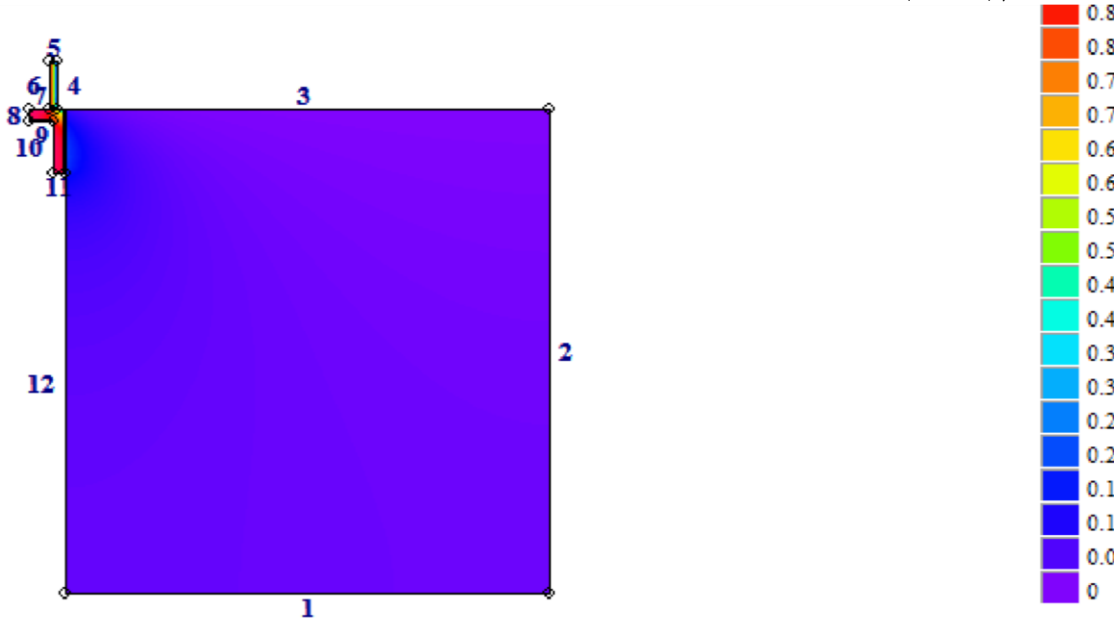
	Lx	Ly	C
	[W/(m·K)]	[W/(m·K)]	[MJ/(m³·K)]
gipsskica	0.22	0.22	1
Reglar/cellplast	0.062	0.062	0.035
cellplast	0.04	0.04	1
concrete, IEA	1.7	1.7	2
wood, pine (with grain)	0.3431	0.3431	1.2656



HEAT2 report: FILIPPAVÄGENYTTERVÄGGLÅNGSIDAKÄLLARVÄGG

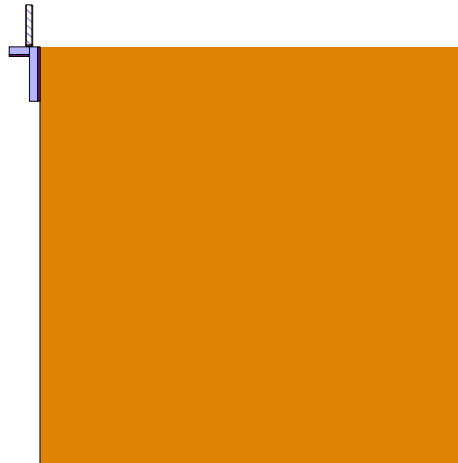
Boundary flows: Sum pos flows: 1.4836 W/m

Project info: Filippavägen. Söder yttervägg långsida mot källarvägg.
 Input file: FILIPPAVÄGENYTTERVÄGGLÅNGSIDAKÄLLARVÄGG.SÖDER.DAT (*.H2P), last saved on 2014



Materials:

	Lx	Ly	C
	[W/(m·K)]	[W/(m·K)]	[MJ/(m³·K)]
gipsskica	0.22	0.22	1
Reglar/cellplast	0.062	0.062	0.035
concrete, IEA	1.7	1.7	2
cellplast	0.04	0.04	1
Example 2, soil	2.3	2.3	1
wood, pine (with grain)	0.3431	0.3431	1.2656

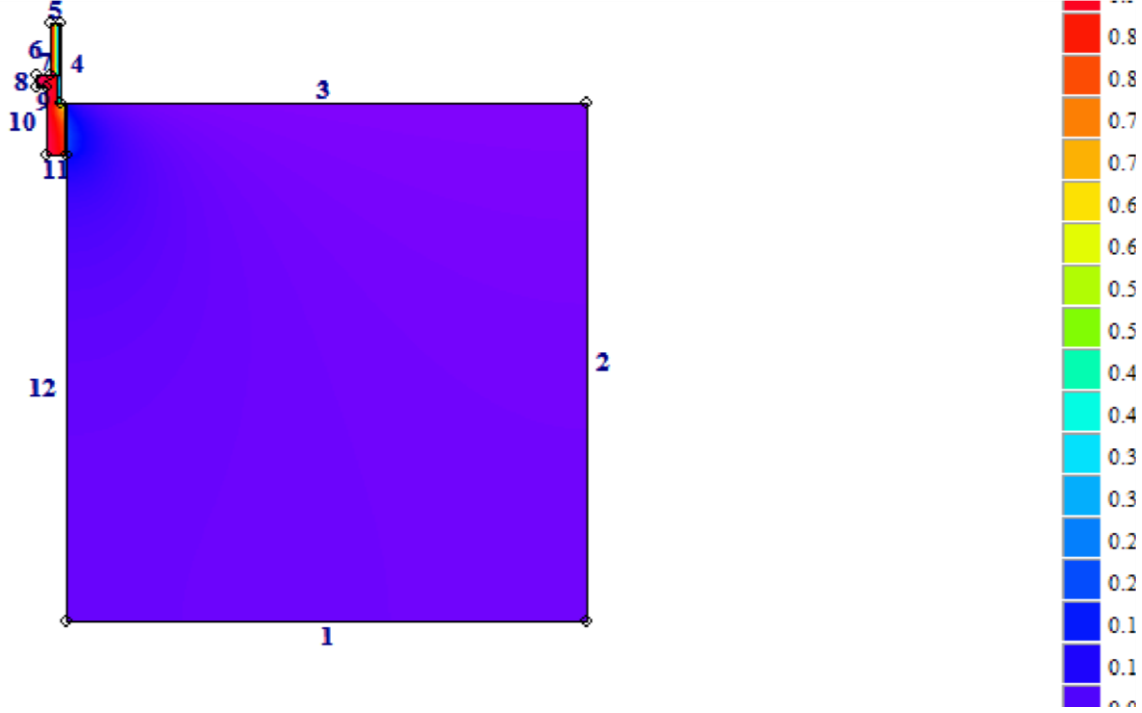


HEAT2 report: FILIPPAVäGENYTTERVäGGLåNGSIDAKäLLARVäGG

Boundary flows: Sum pos flows: 1.6416 W/m

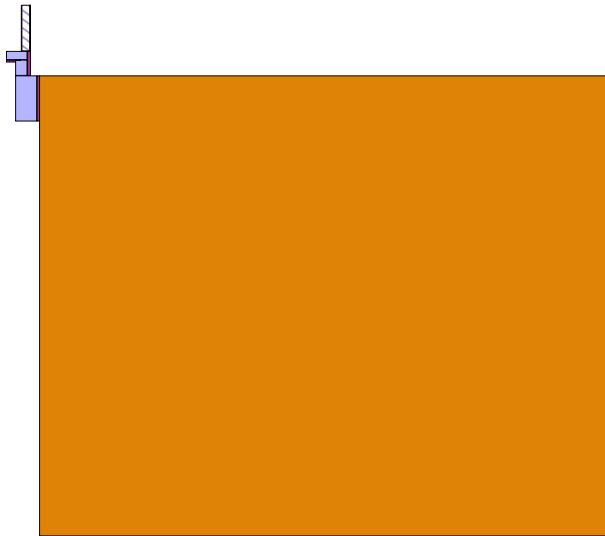
Project info: Filippavägen. Norrsida.

Input file: FILIPPAVäGENYTTERVäGGLåNGSIDAKäLLARVäGG.NORR.DAT (*.H2P), last saved on 2014-



Materials:

	Lx	Ly	C
	[W/(m·K)]	[W/(m·K)]	[MJ/(m ³ ·K)]
gipsskica	0.22	0.22	1
Reglar/cellplast	0.062	0.062	0.035
concrete, IEA	1.7	1.7	2
cellplast	0.04	0.04	1
Example 2, soil	2.3	2.3	1

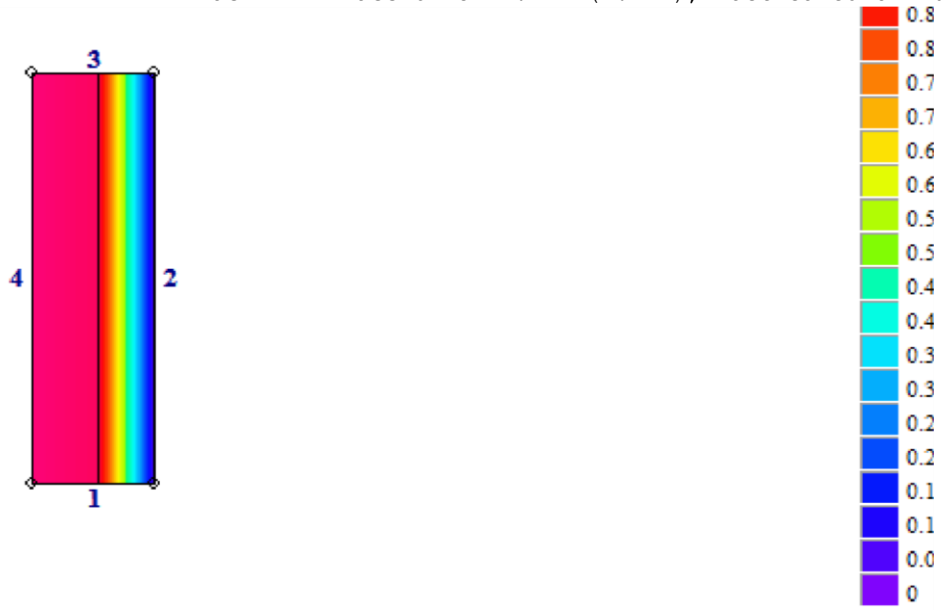


HEAT2 report: FILIPPAVäGENYTTERVäGGKORTSIDA

Boundary flows: Sum pos flows: 0.2657 W/m

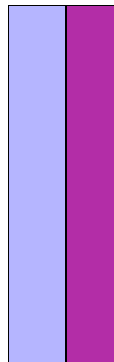
Project info: Filippavägen. Yttervägg kortsida.

Input file: FILIPPAVäGENYTTERVäGGKORTSIDA.DAT (*.H2P), last saved on 2014-05-05 14:51:58



Materials:

	Lx	Ly	C
	[W/(m·K)]	[W/(m·K)]	[MJ/(m ³ ·K)]
concrete, IEA	1.7	1.7	2
cellplast	0.04	0.04	

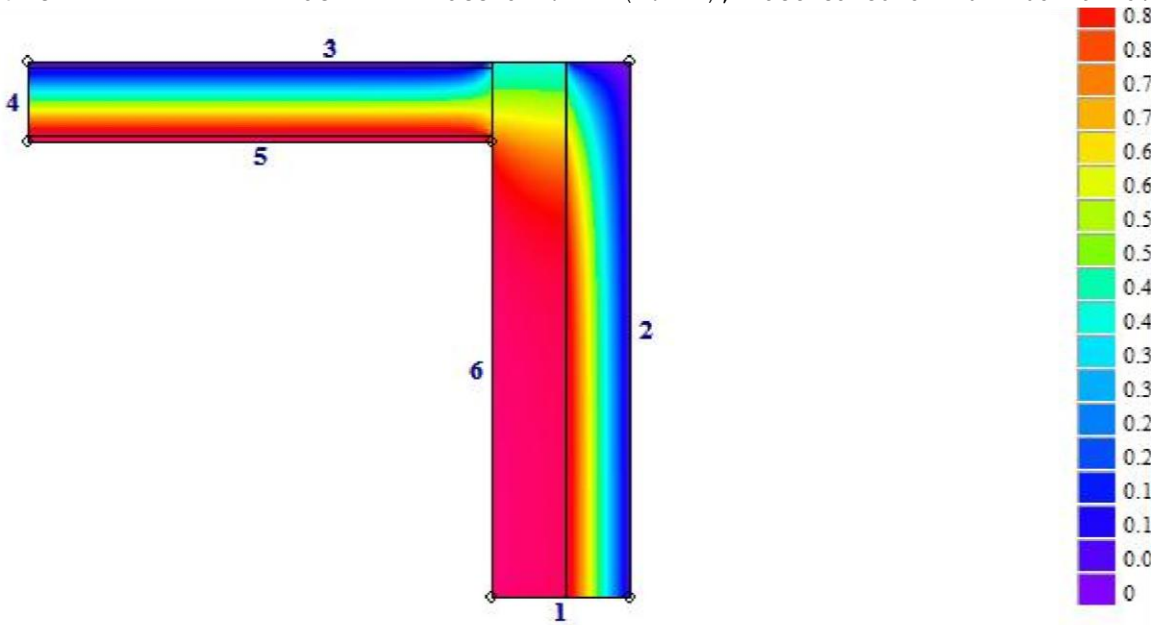


HEAT2 report: FILIPPAVäGENYTTERVäGGHÖRN

Boundary flows: Sum pos flows: 1.0329 W/m

Project info: Filippavägen. Hörn.

Input file: FILIPPAVäGENYTTERVäGGHÖRN.DAT (*.H2P), last saved on 2014-03-19 15:11:56



Materials:

	Lx	Ly	C
	[W/(m·K)]	[W/(m·K)]	[MJ/(m³·K)]
gypsum board, IEA	0.1	0.1	0.88
concrete, IEA	1.7	1.7	2
Cellplast 1	0.037	0.037	0.035
Reglar/cellplast	0.062	0.062	0.035

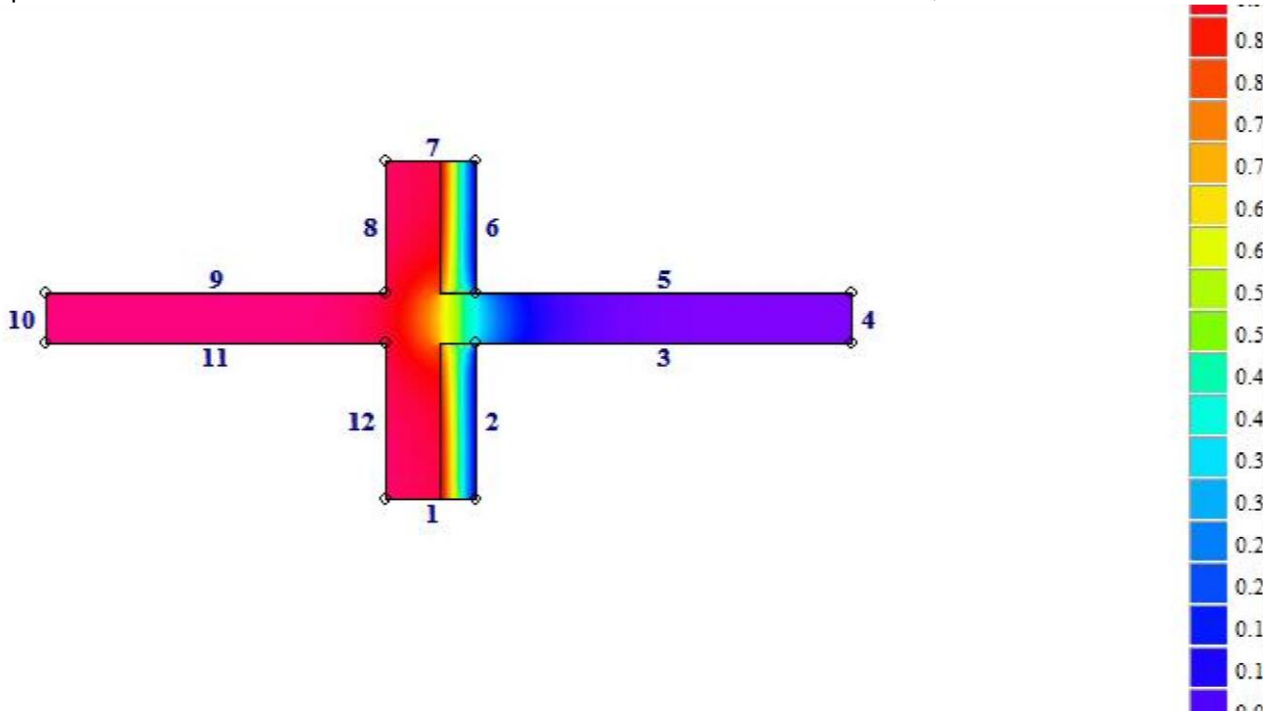


HEAT2 report: FILIPPAVäGENYTTERVäGGKORTSIDABALKONG

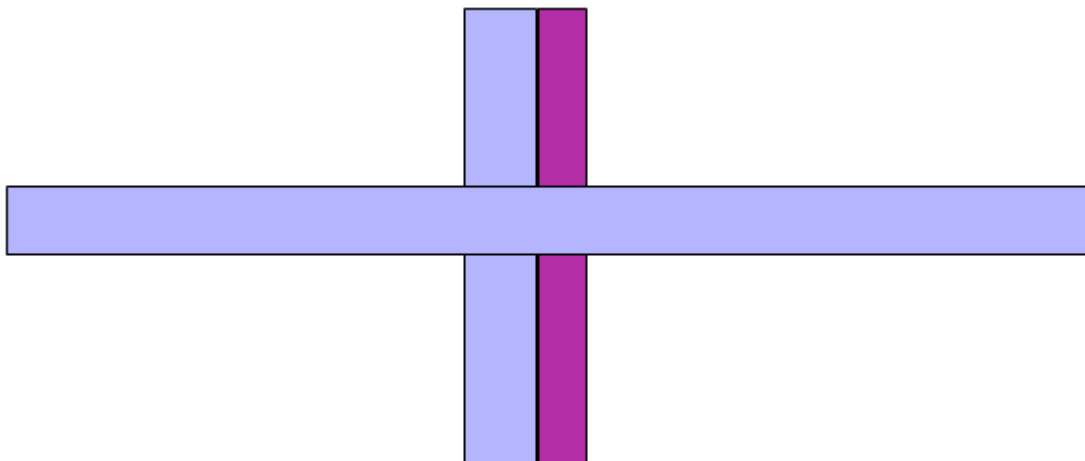
Boundary flows: Sum pos flows: 0.9586 W/m

Project info: Filippavägen. Yttervägg kortsida med balkong.

Input file: FILIPPAVäGENYTTERVäGGKORTSIDABALKONG.DAT (*.H2P), last saved on 2014-04-11 15



Materials:	Lx	Ly	C
	[W/ (m·K)]	[W/ (m·K)]	[MJ/ (m³·K)]
concrete, IEA	1.7	1.7	2
cellplast	0.04	0.04	1

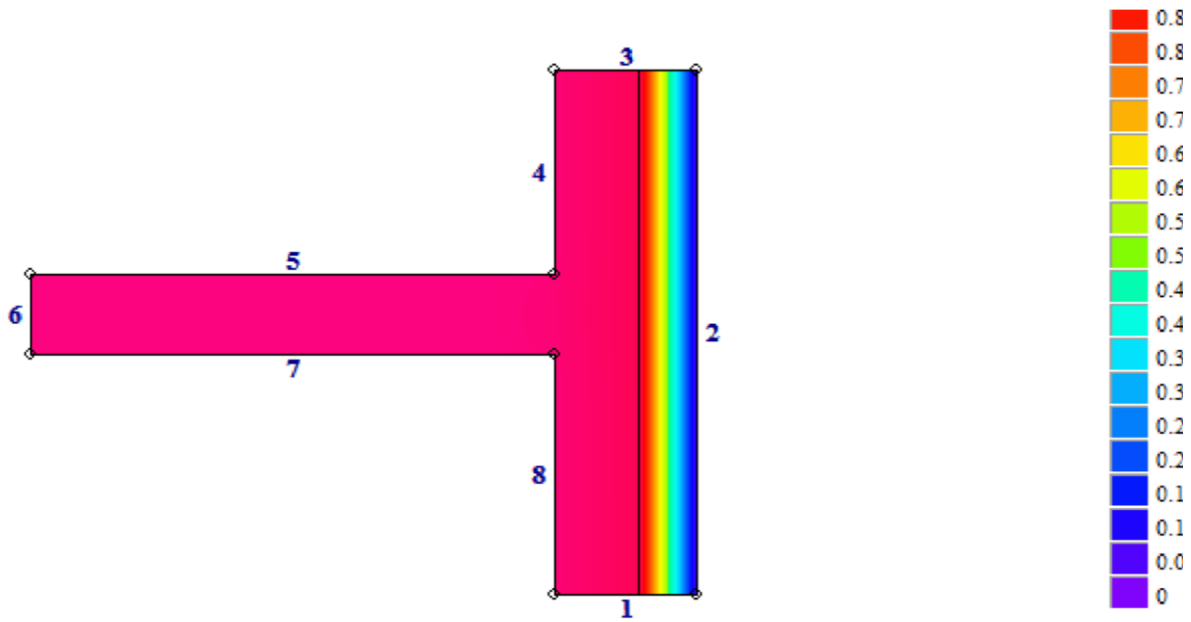


HEAT2 report: FILIPPAVäGENYTTERVäGGKORTSIDABJÄLKLÄG

Boundary flows: Sum pos flows: 0.3316 W/m

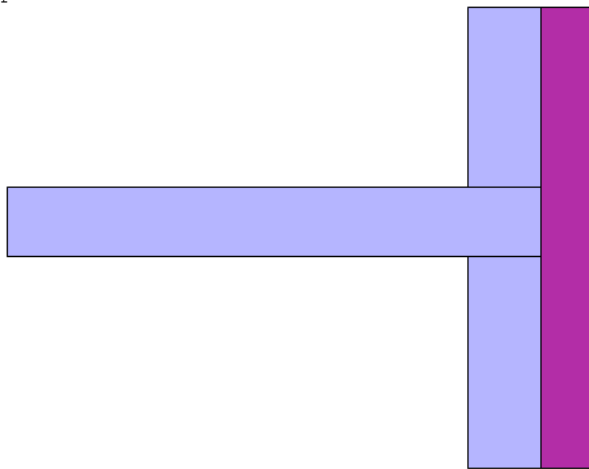
Project info: Filippavägen. Anslutning mellanbjälklag och yttervägg kortsida.

Input file: FILIPPAVäGENYTTERVäGGKORTSIDABJÄLKLÄG.DAT (*.H2P), last saved on 2014-04-11 1



Materials:

	Lx	Ly	C
	[W/(m·K)]	[W/(m·K)]	[MJ/(m ³ ·K)]
concrete, IEA	1.7	1.7	2
cellplast	0.04	0.04	1

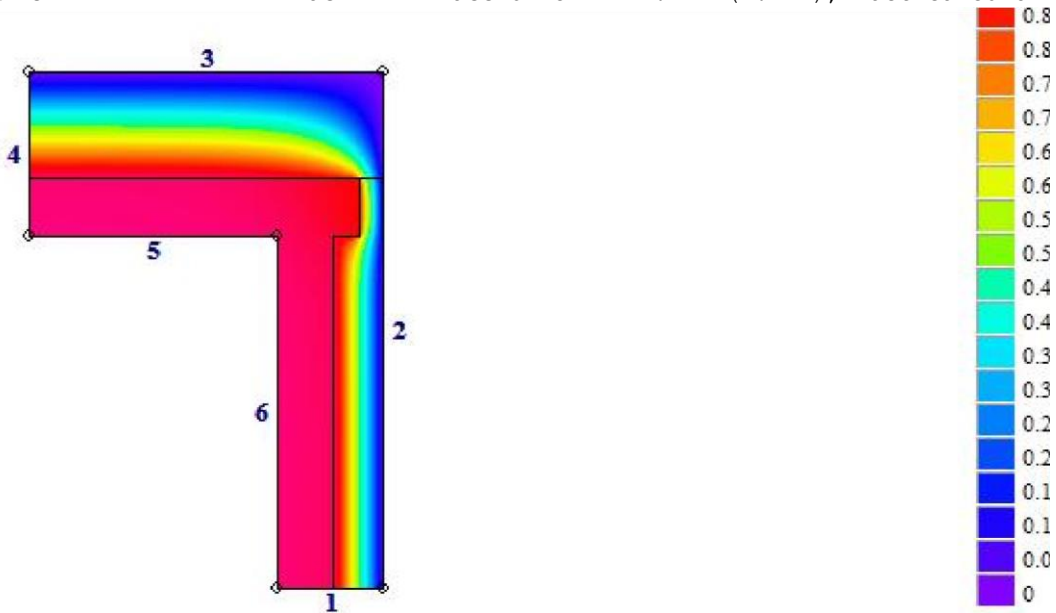


HEAT2 report: FILIPPAVäGENYTTERVäGGKORTSIDATAK

Boundary flows: Sum pos flows: 0.4759 W/m

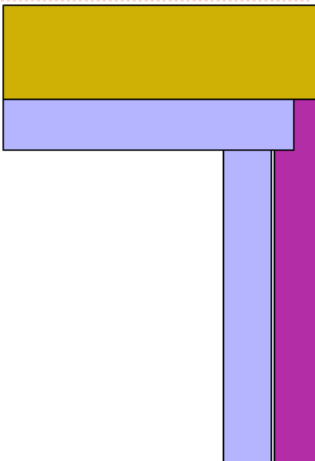
Project info: Filippavägen. Anslutning yttervägg kortsida mot takbjälklag.

Input file: FILIPPAVäGENYTTERVäGGKORTSIDATAK.DAT (*.H2P), last saved on 2014-04-15 14:50:



Materials:

	Lx	Ly	C
	[W/(m·K)]	[W/(m·K)]	[MJ/(m ³ ·K)]
Example 2, mineral wool	0.036	0.036	1
concrete, IEA	1.7	1.7	2
cellplast	0.04	0.04	1

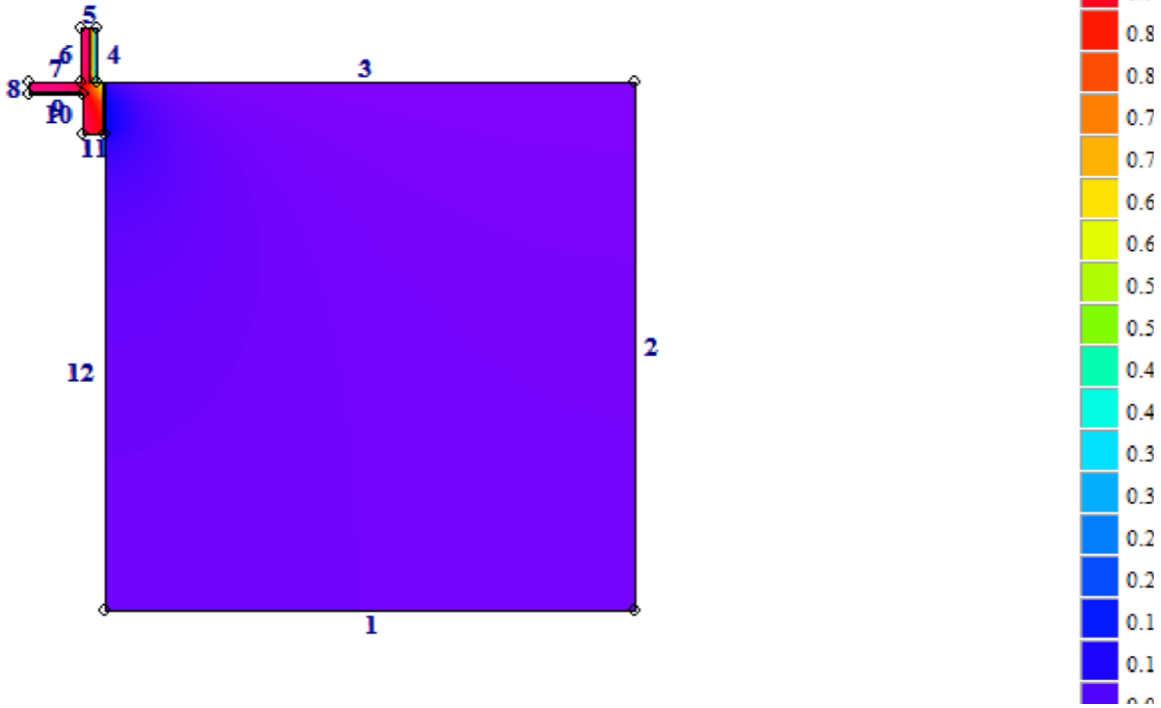


HEAT2 report: FILIPPAVÄGENYTTERVÄGGKORTSIDA-KÄLLARE

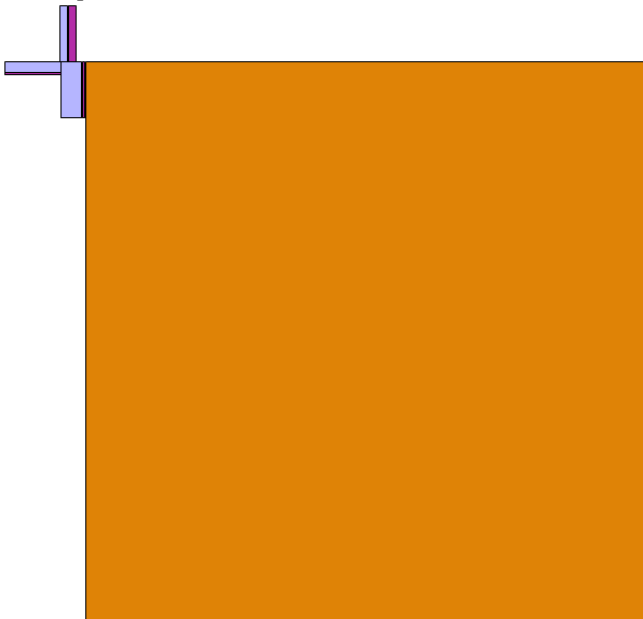
Boundary flows: Sum pos flows: 1.0744 W/m

Project info: Filippavägen. Anslutning yttervägg mot källarvägg.

Input file: FILIPPAVÄGENYTTERVÄGGKORTSIDA-KÄLLARE.DAT (*.H2P), last saved on 2014-05-05 1



Materials:	Lx	Ly	C
	[W/(m·K)]	[W/(m·K)]	[MJ/(m³·K)]
concrete, IEA	1.7	1.7	2
cellplast	0.04	0.04	1
Example 2, soil	2.3	2.3	1

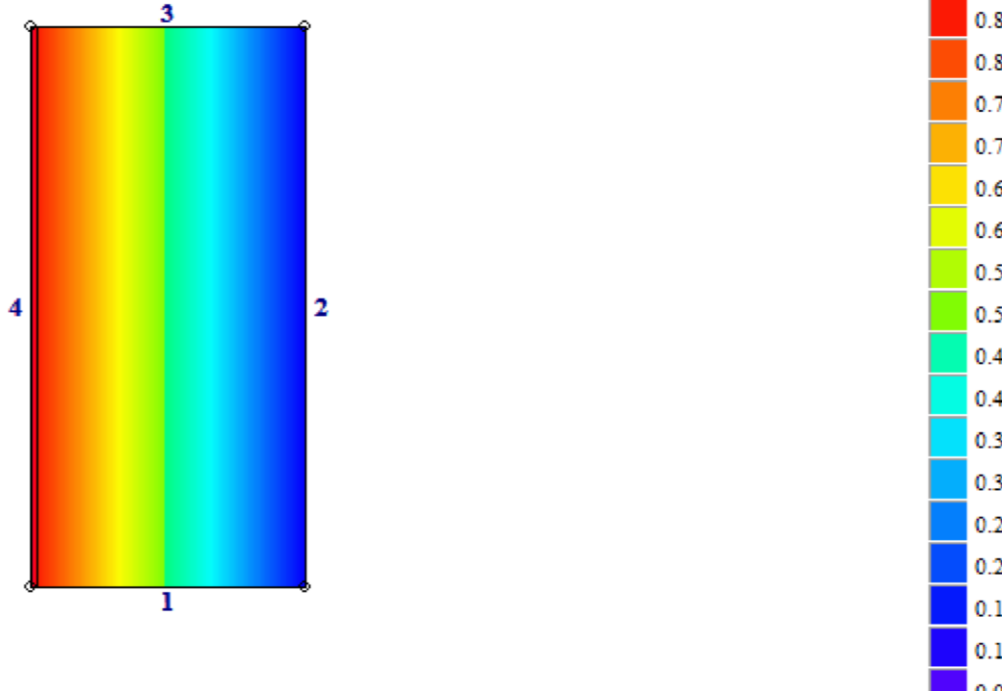


HEAT2 report: SOFIÄVÄGENYTTERVÄGG

Boundary flows: Sum pos flows: 0.9091 W/m

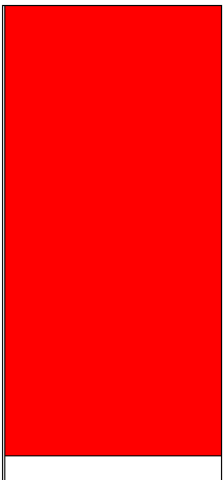
Project info: Sofiavägen. Yttervägg.

Input file: SOFIÄVÄGENYTTERVÄGG.DAT (*.H2P), last saved on 2014-04-16 10:49:42



Materials:

	λ_x	λ_y	C
	[W/(m·K)]	[W/(m·K)]	[MJ/(m ³ ·K)]
fasadtegel	0.6	0.6	1
gypsum board, IEA	0.1	0.1	0.88

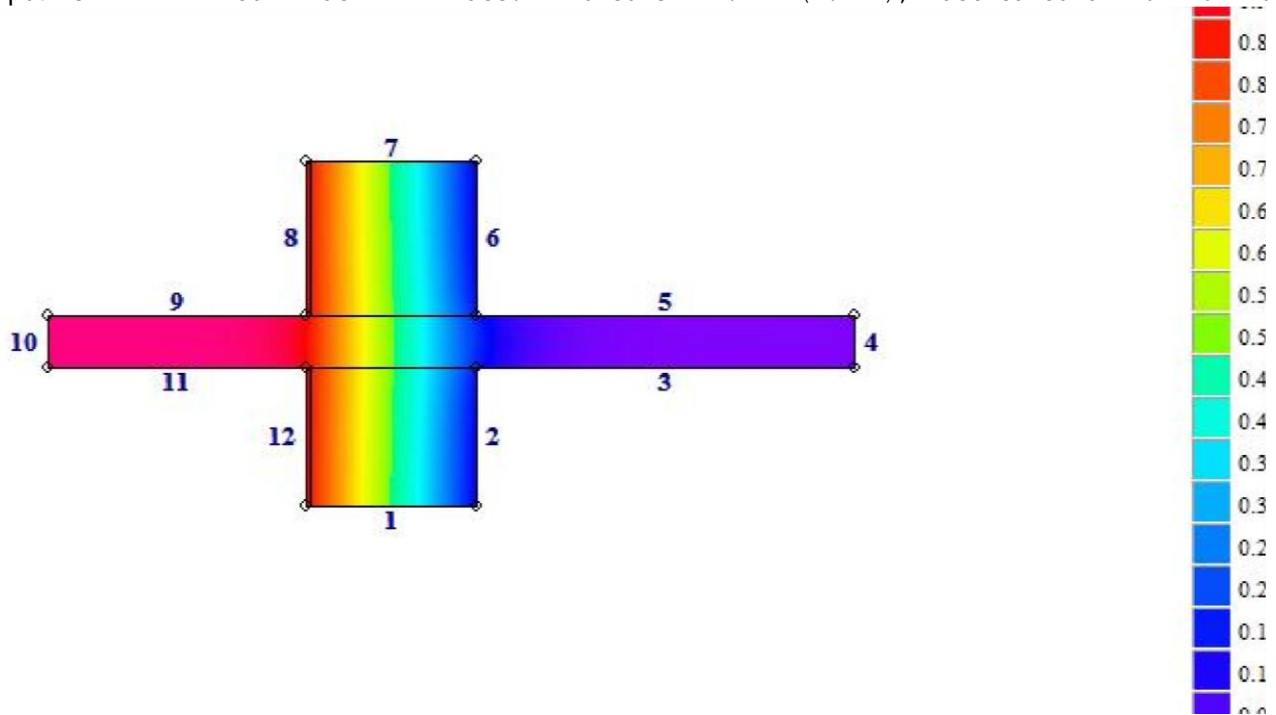


HEAT2 report: SOFIAVÄGENYTTERVÄGG

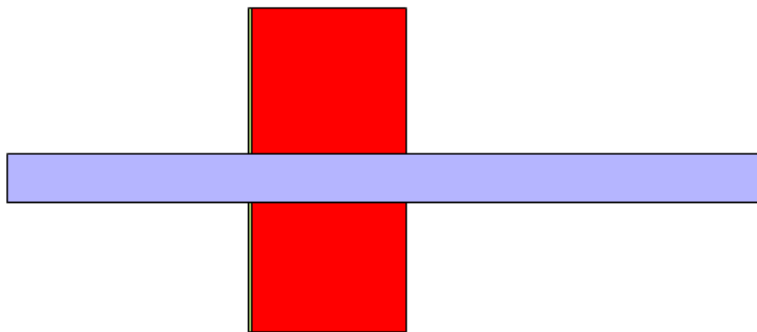
Boundary flows: Sum pos flows: 1.1307 W/

Project info: Sofiavägen. Yttervägg med balkong.

Input file: SOFIAVÄGENYTTERVÄGG.BALKONGORIGINAL.DAT (*.H2P), last saved on 2014-04-16 10:5



Materials:	Lx [W/(m·K)]	Ly [W/(m·K)]	C [MJ/(m³·K)]
fasadtegel	0.6	0.6	1
gypsum board, IEA	0.1	0.1	0.88
concrete, IEA	1.7	1.7	2

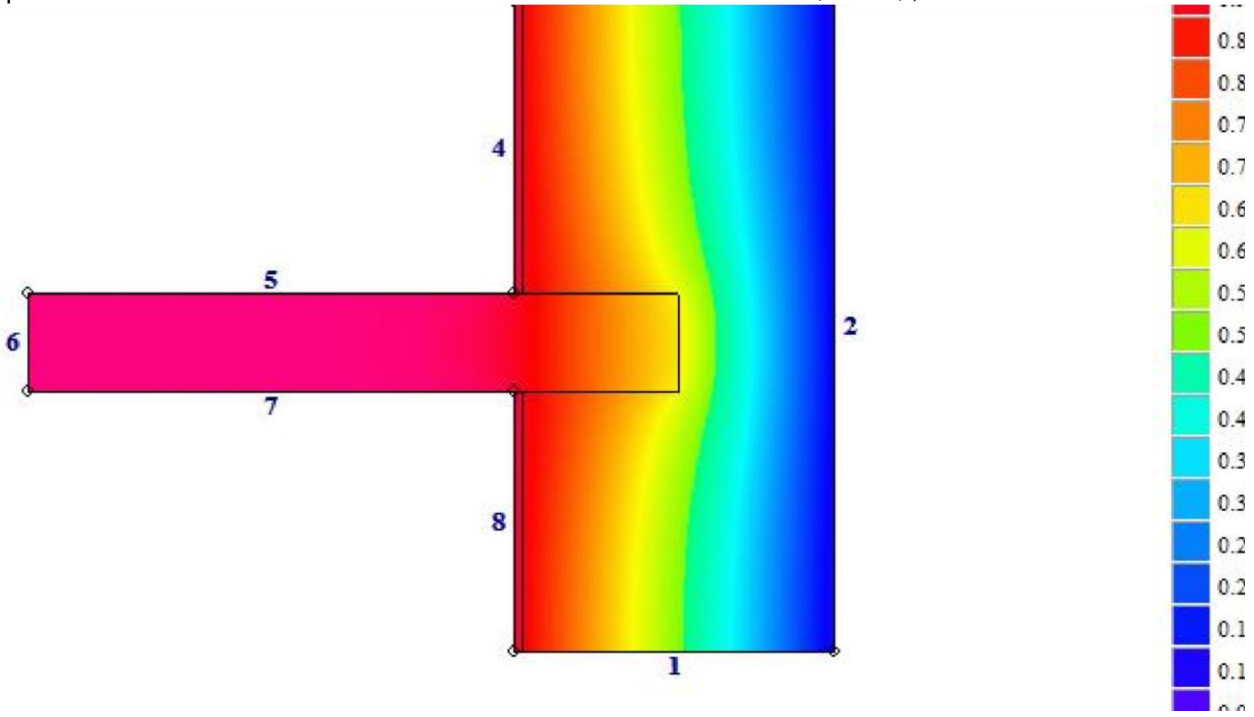


HEAT2 report: SOFIÄVÄGENYTTERVÄGG

Boundary flows: Sum pos flows: 0.8306 W/m

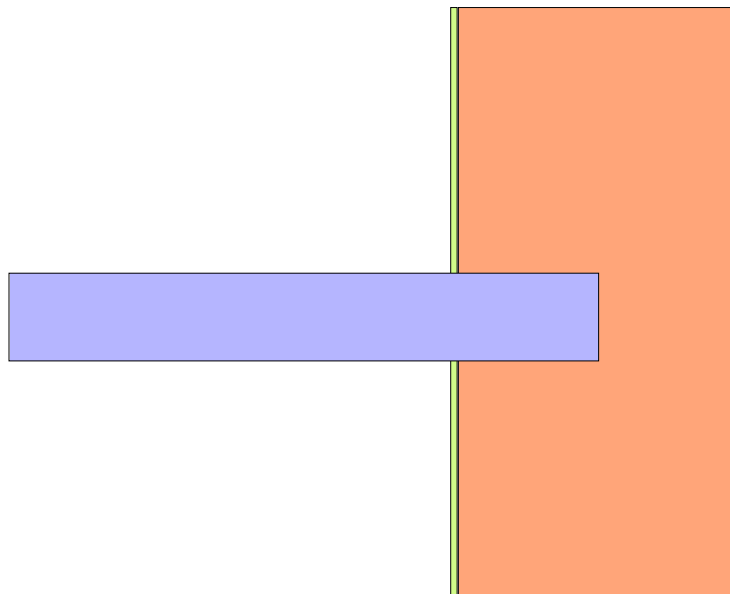
Project info: Sofiavägen. Anslutning yttervägg mellanbjälklag.

Input file: SOFIÄVÄGENYTTERVÄGG.BJÄLKLÄGORIGINAL.DAT (*.H2P), last saved on 2014-03-19 10:



Materials:

	Lx	Ly	C
	[W/(m·K)]	[W/(m·K)]	[MJ/(m ³ ·K)]
brick, IEA	0.45	0.45	1.49
gypsum board, IEA	0.1	0.1	0.88
concrete, IEA	1.7	1.7	2

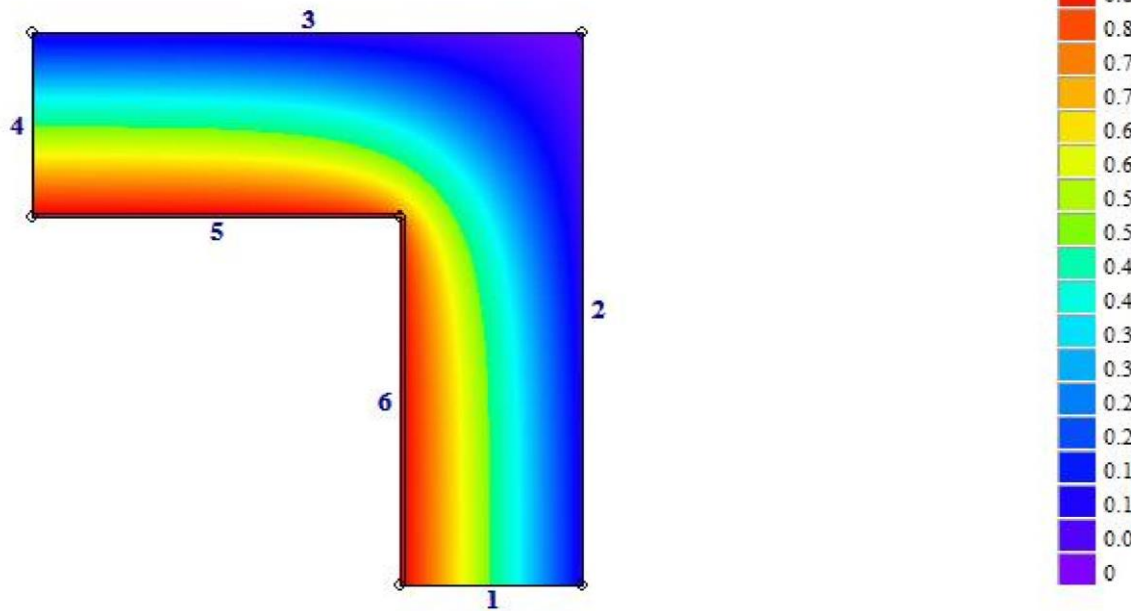


HEAT2 report: SOFIAVÄGENHÖRN

Boundary flows: Sum pos flows: 1.6308 W/m

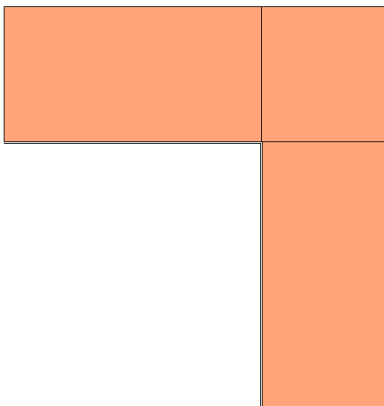
Project info: Sofiavägen. Ytterväggshörn.

Input file: SOFIAVÄGENHÖRN.DAT (*.H2P), last saved on 2014-03-19 10:55:04



Materials:

	Lx	Ly	C
	[W/(m·K)]	[W/(m·K)]	[MJ/(m ³ ·K)]
brick, IEA	0.45	0.45	1.49
gypsum board, IEA	0.1	0.1	0.88

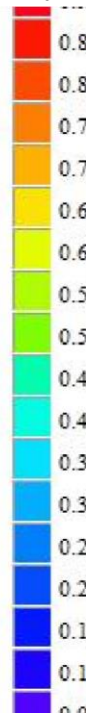
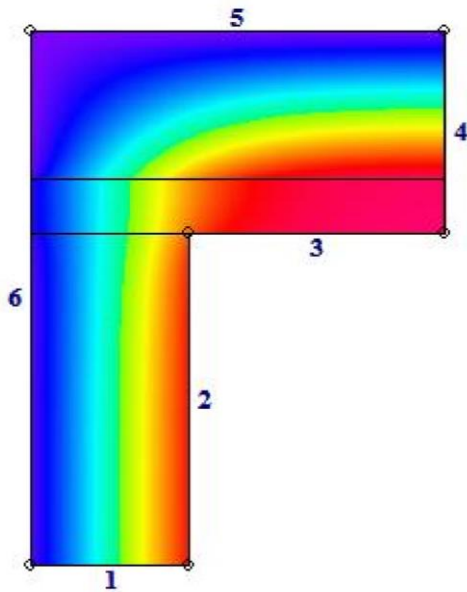


HEAT2 report: SOFIAVÄGENYTTERVÄGG-TAK

Boundary flows: Sum pos flows: 1.4658 W/m

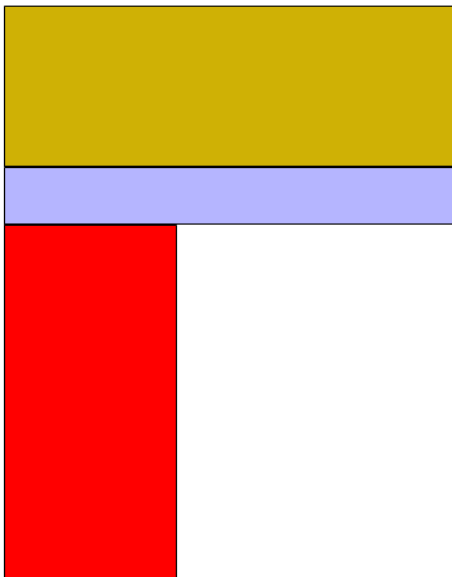
Project info: Sofiavägen. Anslutning yttervägg tak.

Input file: SOFIAVÄGENYTTERVÄGG-TAK.DAT (*.H2P), last saved on 2014-04-16 11:41:32



Materials:

	Lx	Ly	C
	[W/(m·K)]	[W/(m·K)]	[MJ/(m ³ ·K)]
concrete, IEA	1.7	1.7	2
Example 2, mineral wool	0.036	0.036	1
fasadtegel	0.6	0.6	1

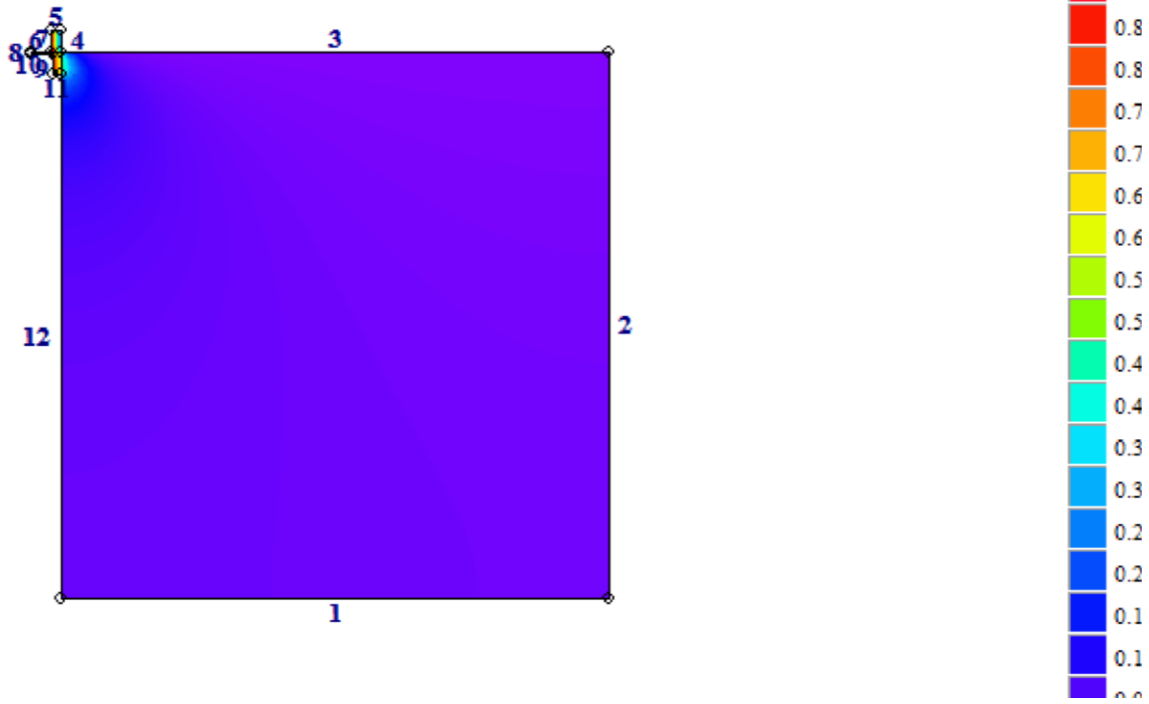


HEAT2 report: SOFIÄVÄGENVÄGG-GRUND

Boundary flows: Sum pos flows: 2.7512 W/m

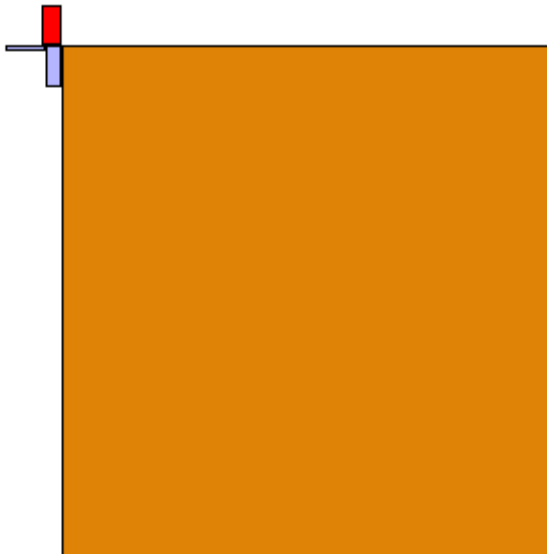
Project info: Sofiavägen. Grund.

Input file: SOFIÄVÄGENVÄGG-GRUND.DAT (*.H2P), last saved on 2014-05-05 15:31:34



Materials:

	Lx	Ly	C
	[W/(m·K)]	[W/(m·K)]	[MJ/(m³·K)]
concrete, IEA	1.7	1.7	2
Example 2, soil	2.3	2.3	1
fasadtegel	0.6	0.6	1

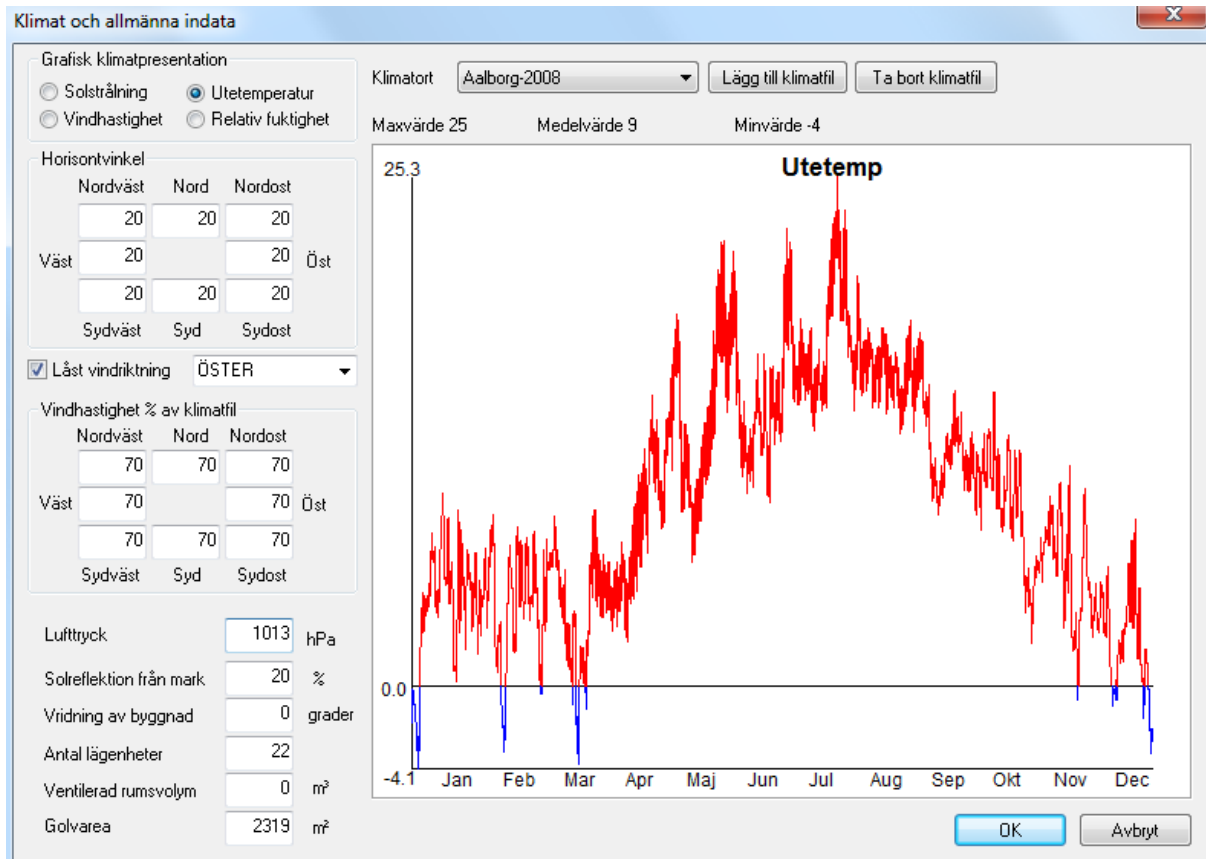


Bilaga 5 – VIP- Energy beräkningar

Nedan presenteras indata i VIP. Först presenteras modellen för hur byggnaderna ser ut i dag och efter detta presenteras de förändringar som har gjorts i programmet vid simuleringar för att förbättra energieffektiviteten.

Filippavägen – grundfall

Nedan presenteras bilder från programmet för att visa indata använd för att skapa en modell över byggnaden på Filippavägen i dagsläget.



Byggnad

Beskrivning	Benämning för byggedelstyp	Orientering	Rotation + medsols - motsols grader	Lutning + uppåt - nedåt grader	Mängd (Area[m ²] Längd[m] Antal)	Angräns- ande- temp [°C]	Lägsta nivå [m]	Högsta nivå [m]	Värme- skikt Andel av effekt- behov %	U-värde [W/m ² .K] Psi-värde W/m.K Chi-värde [W/K] inkl. mark Delta-U	Otätthets- faktor q50 [l/s.m ²]
Längsida PL1	Vägg längsida	SÖDER	0	0	121.316	0	0	2.6	0		
Längsida PL1	Vägg längsida	SÖDER	0	0	121.3m ²		0.0	2.6	0.00	0.291	1.35
Längsida PL2	Vägg längsida	SÖDER	0	0	121.3m ²		2.6	5.2	0.00	0.291	1.35
Längsida PL3	Vägg längsida	SÖDER	0	0	121.3m ²		5.2	7.8	0.00	0.291	1.35
Längsida PL1	Vägg längsida	NORR	0	0	121.3m ²		0.0	2.6	0.00	0.291	1.35
Längsida PL2	Vägg längsida	NORR	0	0	121.3m ²		2.6	5.2	0.00	0.291	1.35
Längsida PL3	Vägg längsida	NORR	0	0	121.3m ²		5.2	7.8	0.00	0.291	1.35
Kortsida PL1	Vägg Kortsida	VÄSTER	0	0	41.1m ²		0.0	2.6	0.00	0.262	1.35
Kortsida PL2	Vägg Kortsida	VÄSTER	0	0	41.1m ²		2.6	5.2	0.00	0.262	1.35
Kortsida PL3	Vägg Kortsida	VÄSTER	0	0	41.1m ²		5.2	7.8	0.00	0.262	1.35
Kortsida PL1	Vägg Kortsida	ÖSTER	0	0	41.1m ²		0.0	2.6	0.00	0.262	1.35
Kortsida PL2	Vägg Kortsida	ÖSTER	0	0	41.1m ²		2.6	5.2	0.00	0.262	1.35
Kortsida PL3	Vägg Kortsida	ÖSTER	0	0	41.1m ²		5.2	7.8	0.00	0.262	1.35
Tak	takbjälklag	TAK	0	0	400.0m ²		10.4	10.4	0.00	0.145	1.35
Längsida PL4	Vägg längsida	NORR	0	0	62.3m ²		7.8	8.8	0.00	0.291	1.35
Längsida PL4	Vägg längsida	SÖDER	0	0	73.2m ²		7.8	8.8	0.00	0.291	1.35
Kortsida PL4	Vägg Kortsida	VÄSTER	0	0	42.3m ²		7.8	10.4	0.00	0.262	1.35
Kortsida PL4	Vägg Kortsida	ÖSTER	0	0	42.3m ²		7.8	10.4	0.00	0.262	1.35

Kataloger för byggedelstyper: Fönster / Dörrar / Ventilator, Väggar / Bjälklag, 2-Dim Byggedelar, 3-Dim Byggedelar

Rotera: Rotera orientering för alla byggedelar längs väderstreck. Medsols, Motsols

Import av mängder från VipArea

Markegenskaper: Lera, dränerad sand, dränerat grus vlt 1.4

0 %

0 %

Beräkna OK Avbryt

Byggnad

Beskrivning	Benämning för byggedelstyp	Orientering	Rotation + medsols - motsols grader	Lutning + uppåt - nedåt grader	Mängd (Area[m ²] Längd[m] Antal)	Angräns- ande- temp [°C]	Lägsta nivå [m]	Högsta nivå [m]	Värme- skikt Andel av effekt- behov %	U-värde [W/m ² .K] Psi-värde W/m.K Chi-värde [W/K] inkl. mark Delta-U	Otätthets- faktor q50 [l/s.m ²]
Längsida PL1	Vägg längsida	SÖDER	0	0	121.316	0	0	2.6	0		
Längsida PL4	Vägg längsida	SÖDER	0	0	73.2m ²		7.8	8.8	0.00	0.291	1.35
Kortsida PL4	Vägg Kortsida	VÄSTER	0	0	42.3m ²		7.8	10.4	0.00	0.262	1.35
Kortsida PL4	Vägg Kortsida	ÖSTER	0	0	42.3m ²		7.8	10.4	0.00	0.262	1.35
Mellanbjälklag	PPM Golv	INNER	0	0	1740.0m ²				0.00	3.882	0.83
Fönster längsida	3-Glas 100 %	SÖDER	0	0	89.0m ²		0.0	10.4	0.00	1.700	1.35
Fönster längsida	3-Glas 100 %	NORR	0	0	69.0m ²		0.0	10.4	0.00	1.700	1.35
Fönster längsida	3-Glas 100 %	VÄSTER	0	0	18.8m ²		0.0	10.4	0.00	1.700	1.35
Fönster längsida	3-Glas 100 %	ÖSTER	0	0	15.6m ²		0.0	10.4	0.00	1.700	1.35
KB balkong lång	Köldbr balkong...	TEMP_U	0	0	47.5m ²		0.0	0.0	0.00	0.700	0.00
KB hörn	Köldbr hörn	TEMP_U	0	0	35.0m ²		0.0	10.4	0.00	0.490	0.00
KB ytvä/bj kort	Köldbr ytvä/bj...	TEMP_U	0	0	67.5m ²		0.0	0.0	0.00	0.070	0.00
KB ytvä/bj lång	Köldbr ytvä/bj...	TEMP_U	0	0	280.0m ²		0.0	0.0	0.00	0.220	0.00
KB tak kort	Köldbr tak kort	TEMP_U	0	0	17.1m ²		0.0	0.0	0.00	0.113	0.00
KB tak lång	Köldbr tak lång	TEMP_U	0	0	60.6m ²		0.0	0.0	0.00	0.130	0.00
Bärande innervägg	Bärande innerv...	INNER	0	0	1471.7m ²				0.00	3.786	0.83
Källarvägg	Källarvägg	KV 0-1 m	0	0	108.4m ²		-1.0	0.0	0.00	0.408	0.00
Källarvägg	Källarvägg	KV 1-2 m	0	0	108.4m ²		-2.0	-1.0	0.00	0.273	0.00

Byggnad

Beskrivning	Benämning för byggedelstyp	Orientering	Rotation + medsols - motsols grader	Lutning + uppåt - nedåt grader	Mängd (Area[m ²] Längd[m] Antal)	Angräns- ande- temp [°C]	Lägsta nivå [m]	Högsta nivå [m]	Värme- skikt Andel av effekt- behov %	U-värde [W/m ² .K] Psi-värde W/m.K Chi-värde [W/K] inkl. mark Delta-U	Otätthets- faktor q50 [l/s.m ²]
Längsida PL1	Vägg längsida	SÖDER	0	0	121.316	0	0	2.6	0		
Bärande innervägg	Bärande innerv...	INNER	0	0	1471.7m ²				0.00	3.786	0.83
Källarvägg	Källarvägg	KV 0-1 m	0	0	108.4m ²		-1.0	0.0	0.00	0.408	0.00
Källarvägg	Källarvägg	KV 1-2 m	0	0	108.4m ²		-2.0	-1.0	0.00	0.273	0.00
Källarvägg	Källarvägg	KV >2 m	0	0	27.1m ²		-2.3	-2.0	0.00	0.183	0.00
Ytterdörr+balk...	3-Glas 100 %	SÖDER	0	0	44.6m ²		0.0	10.4	0.00	1.700	1.35
Ytterdörr+balk...	3-Glas 100 %	NORR	0	0	7.9m ²		0.0	10.4	0.00	1.700	1.35
Ytterdörr+balk...	3-Glas 100 %	VÄSTER	0	0	8.5m ²		0.0	10.4	0.00	1.700	1.35
Källargolv	Källargolv	KG 0-6 m	0	0	580.0m ²		-2.3	0.0	0.00	0.165	0.00
Snedtak Vindsv...	Snedtak Vindsv...	TAK	0	40	101.7m ²		9.6	9.6	0.00	0.202	1.35
Snedtak Vindsv...	Snedtak Vindsv...	TAK	0	40	101.7m ²		9.6	9.6	0.00	0.202	1.35
Golv mot källare	Golv mot Källare	INNER	0	0	555.0m ²				0.00	1.071	0.83
Innervägg 145	Innervägg 145	INNER	0	0	104.0m ²				0.00	0.414	0.83
Innervägg 95	Innervägg 95	INNER	0	0	711.0m ²				0.00	0.563	0.83
KB källare söder	KB Källare Söder	TEMP_U	0	0	46.6m ²		0.0	0.0	0.00	0.570	0.00
KB källare norr	KB Källare Norr	TEMP_U	0	0	46.6m ²		0.0	0.0	0.00	0.580	0.00
KB källare Gavel	KB Källare Gavel	TEMP_U	0	0	23.8m ²		0.0	0.0	0.00	0.324	0.00

Bygghandelskatalog Fönster/Dörrar/Ventiler

Benämning	Glasandel %	Soltransmittans		U-värde W/m ² K	Ötätthetsfaktor q50 l/s,m ²	Solskydd
		Total g %	Direkt ST %			
3-Glas 100 %	80	67.64	54.112	1.7	1.345	Persienn rumsregl
2-Gl Ar S3 70%	80.00	42.56	34.05	1.10	0.80	
2+1-Gl Ar 100%	80.00	54.72	43.78	0.90	0.80	
2+1-Gl Energi 70%	80.00	38.00	30.40	0.90	0.80	
2-Gl Sol 50% Ar 70%	80.00	19.00	15.20	1.10	0.80	
2-Gl Sol 50% Ar ...	80.00	27.36	21.89	1.10	0.80	
Hålltagning	0.00	0.00	0.00	0.00	5200.00	
Dörr	0.00	0.00	0.00	1.00	0.80	
Uteluftsventil 10	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	
Uteluftsventil 15	0.00	0.00	0.00	0.00	15.00	
Köldbr ytvä/bj/...	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	
Köldbr hörn	0.00	0.00	0.00	0.49	0.00	
Köldbr balkong kort	0.00	0.00	0.00	0.69	0.00	
Köldbr balkong lång	0.00	0.00	0.00	0.70	0.00	
Köldbr tak kort	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	
Köldbr tak lång	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	
Köldbr ytvä/bj/...	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	
KB Källare Söder	0.00	0.00	0.00	0.57	0.00	
KB Källare Norr	0.00	0.00	0.00	0.58	0.00	
KB Källare Gavel	0.00	0.00	0.00	0.32	0.00	

1-Dimensionella byggnadsdelar

Benämning Bygghandelstyp	Sol- absorption %	Ötätthets- faktor q50 l/s,m ²	Delta U-värde W/m ² K	U-värde W/m ² K
	0	0	0	0
Tegel 2-Sten	50.0	0.800	0.000	0.920
Vägg Betong/Tegel	50.0	0.800	0.020	0.215
Vägg långsida	0.0	1.345	0.010	0.281
Vägg Kortsida	0.0	1.345	0.010	0.252
takbjälklag	0.0	1.345	0.010	0.135
PPM Golv	0.0	0.830	0.010	3.872
Bärande innerväggar	0.0	0.830	0.000	3.786
Källarvägg	0.0	0.000	0.000	0.536
Källargolv	0.0	0.000	0.010	0.351
Snedtak Vindsvåning	0.0	1.345	0.010	0.192
Golv mot Källare	90.0	0.830	0.010	1.061

Materialskikt

Materialbenämning	Tjocklek m
Yttersta skiktet först. Jordskikt ges ej här.	0
Fasadtegel	0.120
Gipsskiva	0.009
Utfackningsvägg	0.145
Gipsskiva	0.013

Total tjocklek: 0.287 m

Tidsschema för driftfall

Måndagar Tisdagar Onsdagar torsdagar Fredagar Lördagar Söndagar

Driftfall	Från vecka	Till vecka	Starttid	Sluttid
Sofiavägen	1	53	0	24
Filippavägen	1	53	0	24

Kopiera från
 Driftår: 2007
 Veckonummer: 2007-01-01

Driftfalkatalog

Benämning av driftfall	Verksamhetsenergi (40)		Fastighetsenergi (39)		(25) Personvärme W/m²	Fukt-tillskott till rumsluft mg/s.m²	(44) Tappvarmvatten		Rumstemperaturer		
	Till rumsluft W/m²	Extern W/lgh	Till rumsluft W/m²	Extern W/m²			W/m²	W/lgh	Högsta °C	Lägsta °C	
Filippavägen	2.74	0	0.7	1	0.4	0.72	0	2.2	0	25	20
Flerbostad Optimal	2.74	0.0	0.70	1.00	0.40	1.00	0.80	2.85	0.0	27.0	21.0
Flerbostad Medel	2.74	0.0	0.70	1.00	0.40	0.00	0.80	2.85	0.0	27.0	22.0
Flerbostad Dim	2.74	0.0	0.70	1.00	0.40	0.00	0.80	2.85	0.0	27.0	23.0
Småhus Optimal	2.74	0.0	0.70	0.00	0.00	1.00	0.80	2.85	0.0	27.0	21.0
Småhus Medel	2.74	0.0	0.70	0.00	0.00	0.00	0.80	2.85	0.0	27.0	23.0
Småhus Dim	2.74	0.0	0.70	0.00	0.00	0.00	0.80	2.85	0.0	27.0	24.0
Kontor 22 Dag	15.00	0.0	0.70	1.00	0.40	1.00	0.80	1.00	0.0	24.0	22.0
Kontor 22 Natt	1.00	0.0	0.70	0.20	0.00	0.00	0.00	1.00	0.0	27.0	22.0
Filippavägen	2.74	0.0	0.70	1.00	0.40	0.72	0.00	2.20	0.0	25.0	20.0

Indata ovan för internt värmetillskott är framtagen utifrån schablonvärden i Sveby brukarindata för bostäder. Vad gäller tappvarmvattnet är siffran baserad på information om vattenförbrukning från bostadsrättsföreningen och sedan ändrad enligt Sveby.

Ventilationssystem tidsstyrd ventilation

Tilluftsfläkt: Fläkttryck Pa, Verkn.grad %
 Frånluftsfläkt: Fläkttryck Pa, Verkn.grad %

Aggregatbenämning: | | | | |

Reglerfall	Tilluft l/s	Frånluft l/s	Från vecka	Till vecka	Starttid	Sluttid
1	0.0	100.0	300.0	100.0	12	

Kopiera från
 Driftår: 2007
 Veckonummer: 2014-05-08
 Sort på flöde: oms/h l/s m³/h l/s.m²

Måndagar Tisdagar Onsdagar torsdagar Fredagar Lördagar Söndagar

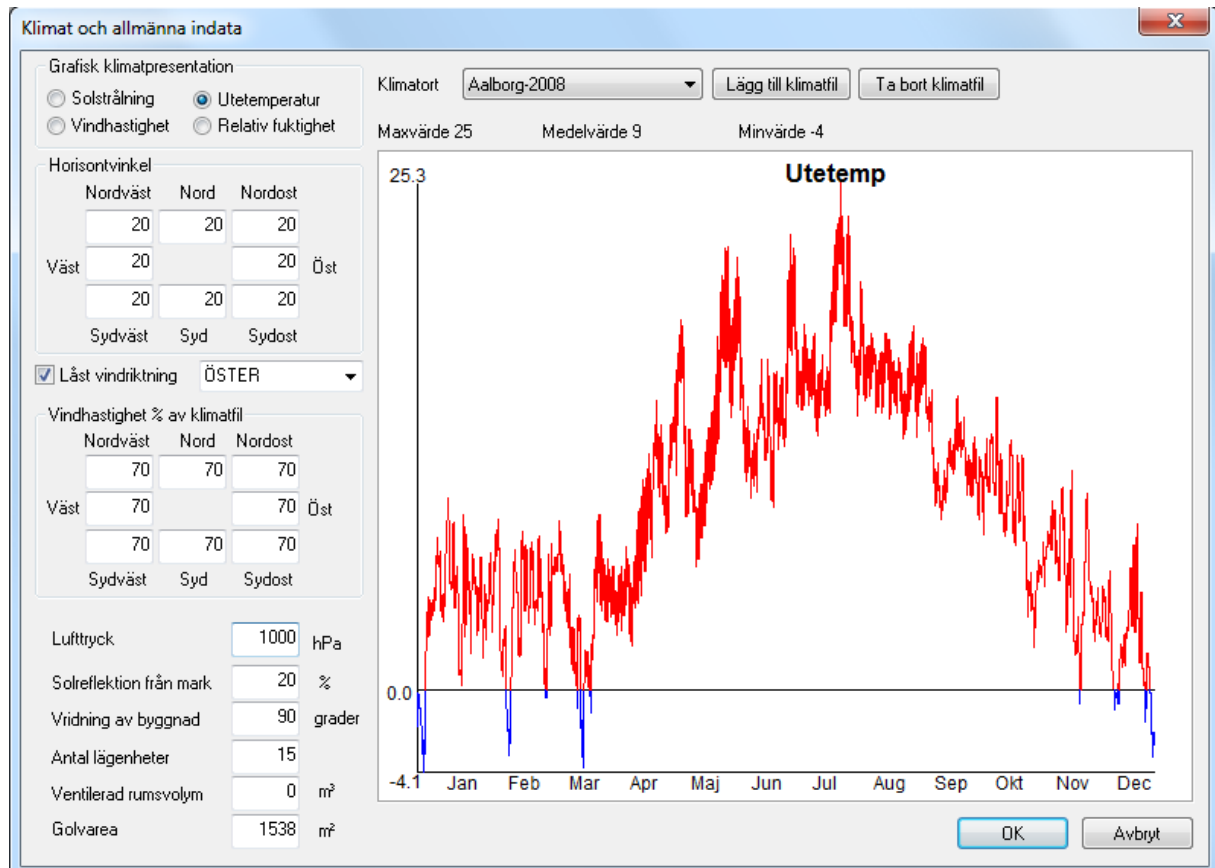
Tilluft l/s: 0, 465.0
 Frånluft l/s: 0, 465.0
 Från vecka: 0, 1
 Till vecka: 0, 53
 Starttid: 0, 0
 Sluttid: 0, 24

Måndagar Tisdagar Onsdagar torsdagar Fredagar Lördagar Söndagar
 Kopierat från: Måndagar Måndagar Måndagar Måndagar Måndagar Måndagar Måndagar

Ventilationsflödet är taget utifrån gjorda flödesmätningar och sedan viktade för att få fram det totala energiflödet.

Sofiavägen - grundfall

Nedan presenteras bilder från programmet för att visa indata använd för att skapa en modell över Sofiavägen i dagsläget.



Byggnad

Beskrivning	Benämning för byggdeltyp	Orientering	Rotation + medsols - motsols grader	Lutning + uppåt - nedåt grader	Mängd (Area[m ²] Längd[m] Antal)	Angräns- ande- temp [°C]	Lägsta nivå [m]	Högsta nivå [m]	Värme- skikt Andel av effekt- behov %	U-värde [W/m ² .K] Psi-värde W/m.K Chi-värde [W/K] inkl. mark Delta-U	Otätthets- faktor q50 [l/s.m ²]
Fönster väst	2-Glas Isoler 100%	VÄSTER	0	0	108.6325	0	0	10.5	0		
Fönster väst	2-Glas Isoler ...	VÄSTER	0	0	108.6m ²		0.0	10.5	0.00	2.700	2.33
Fönster öst	2-Glas Isoler ...	ÖSTER	0	0	96.4m ²		0.0	10.5	0.00	2.700	2.33
Fönster norr	2-Glas Isoler ...	NORR	0	0	24.2m ²		0.0	10.5	0.00	2.700	2.33
Fönster söder	2-Glas Isoler ...	SÖDER	0	0	25.5m ²		0.0	10.5	0.00	2.700	2.33
Takbjälklag	Golv Btg 100	TAK	0	0	495.0m ²		10.5	10.5	0.00	0.137	2.33
Längsida PL1	Tegel 2-Sten	VÄSTER	0	0	157.0m ²		0.0	3.6	0.00	1.031	2.33
Längsida PL2	Tegel 2-Sten	VÄSTER	0	0	157.0m ²		3.6	7.2	0.00	1.031	2.33
Längsida PL3	Tegel 1,5-sten	VÄSTER	0	0	157.0m ²		7.2	10.8	0.00	1.319	2.33
Längsida PL1	Tegel 2-Sten	ÖSTER	0	0	157.0m ²		0.0	3.6	0.00	1.031	2.33
Längsida PL2	Tegel 2-Sten	ÖSTER	0	0	157.0m ²		3.6	7.2	0.00	1.031	2.33
Längsida PL3	Tegel 1,5-sten	ÖSTER	0	0	157.0m ²		7.2	10.8	0.00	1.319	2.33
Kortsida PL1	Tegel 2-Sten	SÖDER	0	0	46.0m ²		0.0	3.6	0.00	1.031	2.33
Kortsida PL2	Tegel 2-Sten	SÖDER	0	0	46.0m ²		3.6	7.2	0.00	1.031	2.33
Kortsida PL3	Tegel 1,5-sten	SÖDER	0	0	46.0m ²		7.2	10.8	0.00	1.319	2.33
Kortsida PL1	Tegel 2-Sten	NORR	0	0	46.0m ²		0.0	3.6	0.00	1.031	2.33
Kortsida PL2	Tegel 2-Sten	NORR	0	0	46.0m ²		3.6	7.2	0.00	1.031	2.33
Kortsida PL3	Tegel 1,5-sten	NORR	0	0	46.0m ²		7.2	10.8	0.00	1.319	2.33

Byggnad

Beskrivning	Benämning för byggdeltyp	Orientering	Rotation + medsols - motsols grader	Lutning + uppåt - nedåt grader	Mängd (Area[m ²] Längd[m] Antal)	Angränsande-temp [°C]	Lägsta nivå [m]	Högsta nivå [m]	Värme-skikt Andel av effekt-behov %	U-värde [W/m ² .K] Psi-värde W/m.K Chi-värde [W/K] inkl. mark Delta-U	Otätthets-faktor q50 [l/s.m ²]
Fönster väst	2-Glas Isoler 100%	VÄSTER	0	0	108.6325	0	0	10.5	0		
Kortsida PL2	Tegel 2-Sten	NORR	0	0	46.0m ²		3.6	7.2	0.00	1.031	2.33
Kortsida PL3	Tegel 1,5-sten	NORR	0	0	46.0m ²		7.2	10.8	0.00	1.319	2.33
Källarvägg1	Källarvägg	KV 0-1 m	0	0	105.6m ²		-1.0	0.0	0.00	1.009	0.00
Källarvägg2	Källarvägg	KV 1-2 m	0	0	105.6m ²		-2.0	-1.0	0.00	0.455	0.00
Källargolv	Betong 160	KG 0-6 m	0	0	489.6m ²		0.0	0.0	0.00	0.259	0.00
Källargolv	Betong 160	KG >6 m	0	0	5.7m ²		0.0	0.0	0.00	0.210	0.00
KB balkong	Köldbr balkong	TEMP_U	0	0	64.8m ²		0.0	0.0	0.00	0.220	0.00
KB bjälklag	Köldbr ytvä/bjäl	TEMP_U	0	0	180.4m ²		0.0	0.0	0.00	0.100	0.00
KB hörn	Köldbr hörn	TEMP_U	0	0	43.6m ²		0.0	0.0	0.00	0.202	0.00
KB tak	Köldbr ytvä/tak	TEMP_U	0	0	111.6m ²		0.0	0.0	0.00	0.370	0.00
KB vägg-källare	Köldbr Vägg-Kä...	TEMP_U	0	0	112.8m ²		0.0	0.0	0.00	0.170	0.00
Innervägg gips	Innervägg gips	INNER	0	0	538.2m ²				0.00	0.064	0.80
Innervägg ljock	Tegel 1,5-sten	INNER	0	0	701.1m ²				0.00	1.319	2.33
Innervägg	Tegel 1-sten	INNER	0	0	1109.2m ²				0.00	1.754	0.80
Mellanbjälklag	Betong 150	INNER	0	0	1531.0m ²				0.00	3.872	0.80
Källarvägg>2	Källarvägg	KV >2 m	0	0	69.2m ²		-2.7	-2.0	0.00	0.250	0.00

Byggdelskatalog Fönster/Dörrar/Ventiler

Benämning	Glasandel %	Soltransmittans		U-värde W/m ² .K	Otätthets-faktor q50 l/s.m ²	Solskydd
		Total g %	Direkt ST %			
2-Glas Isoler 100%	80	76	60.8	2.7	2.33	Persienn rumsregl
3-Glas 100 %	80.00	67.64	54.11	1.70	0.80	
3-Glas 70%	80.00	47.12	37.70	1.70	0.80	
2-Gl Ar S1 100%	80.00	47.88	38.30	1.00	0.80	
2-Gl Ar S1 70%	80.00	33.44	26.75	1.00	0.80	
2-Gl Ar S3 100%	80.00	60.80	48.64	1.10	0.80	
2-Gl Ar S3 70%	80.00	42.56	34.05	1.10	0.80	
2+1-Gl Ar 100%	80.00	54.72	43.78	0.90	0.80	
2+1-Gl Energi 70%	80.00	38.00	30.40	0.90	0.80	
2-Gl Sol 50% Ar 70%	80.00	19.00	15.20	1.10	0.80	
2-Gl Sol 50% Ar ...	80.00	27.36	21.89	1.10	0.80	
Håltagning	0.00	0.00	0.00	0.00	5200.00	
Dörr	0.00	0.00	0.00	1.00	0.80	
Uteluftsventil 10	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	
Uteluftsventil 15	0.00	0.00	0.00	0.00	15.00	
Köldbr ytvä/bjäl	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	
Köldbr ytvä/tak	0.00	0.00	0.00	0.37	0.00	
Köldbr hörn	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	
Köldbr balkong	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	
Köldbr Vägg-Källare	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	

Beräkna

OK

Avbryt

1-Dimensionella byggnadsdelar

Benämning Byggnadsdelstyp	Sol- absorption %	Otätthets- faktor q50 l/s.m ²	Delta U-värde W/m ² K	U-värde W/m ² K
	0	0	0	
Bjälklag trä GV	0.0	0.800	0.010	0.203
Lättbetong 300/365	50.0	0.500	0.010	0.201
Leca Isolblock 300	50.0	0.500	0.010	0.213
Källarvägg våt	0.0	0.100	0.010	0.548
Källarvägg torr	0.0	0.800	0.010	0.375
Tegel 2-Sten	50.0	2.330	0.000	1.031
Tegel 1,5-sten	50.0	2.330	0.020	1.299
Källarvägg	0.0	0.000	0.000	2.467
Tegel 1-sten	0.0	0.800	0.000	1.754
Innervägg gips	0.0	0.800	0.000	0.064
Betong 150	0.0	0.800	0.000	3.872

Materialskikt

Materialbenämning	Tjocklek m
Yttersta skiktet först. Jordskikt ges ej här.	0
Fasadtegel	0.480

Total tjocklek: 0.480 m

Tidsschema för driftfall

Måndagar Tisdagar Onsdagar Torsdagar Fredagar Lördagar Söndagar

Driftfall	Från vecka	Till vecka	Starttid	Sluttid
Sofiavägen	1	53	0	24
Sofiavägen	1	53	0	24

Driftår: 2007
Veckonummer: 2007.01.01

Driftfallskatalog

Benämning av driftfall	Verksamhetsenergi (40)		Fastighetsenergi (39)		Person- värme W/m ²	Fukt- tillskott mg/s.m ²	Tappvarmvatten (44)		Rumstemperaturer		
	Till rumsluft W/m ²	Extern W/lgh	Till rumsluft W/m ²	Extern W/m ²			W/m ²	W/lgh	Högsta °C	Lägsta °C	
Sofiavägen	2.74	0	0.7	1	1.01	0	2.2	0	25	20	
Flerbostad Optimal	2.74	0.0	0.70	1.00	0.40	1.00	0.80	2.85	0.0	27.0	21.0
Flerbostad Medel	2.74	0.0	0.70	1.00	0.40	0.00	0.80	2.85	0.0	27.0	22.0
Flerbostad Dim	2.74	0.0	0.70	1.00	0.40	0.00	0.80	2.85	0.0	27.0	23.0
Småhus Optimal	2.74	0.0	0.70	0.00	0.00	1.00	0.80	2.85	0.0	27.0	21.0
Småhus Medel	2.74	0.0	0.70	0.00	0.00	0.00	0.80	2.85	0.0	27.0	23.0
Småhus Dim	2.74	0.0	0.70	0.00	0.00	0.00	0.80	2.85	0.0	27.0	24.0
Kontor 22 Dag	15.00	0.0	0.70	1.00	0.40	1.00	0.80	1.00	0.0	24.0	22.0
Kontor 22 Nat	1.00	0.0	0.70	0.20	0.00	0.00	0.00	1.00	0.0	27.0	22.0
Sofiavägen	2.74	0.0	0.70	1.00	0.40	1.01	0.00	2.20	0.0	25.0	20.0

Ventilationssystem tidsstyrd ventilation

Tilluftsfläkt: Fläkttryck Pa, Verkn.grad %
 Frånluftsfläkt: Fläkttryck Pa, Verkn.grad %

Katalog reglerfall

Aggregatbenämning: | 0 0 0 0 0

Reglerfall: 1 200.0 100.0 300.0 100.0 12

Måndagar | Tisdagar | Onsdagar | Torsdagar | Fredagar | Lördagar | Söndagar

Tilluft I/s: 0
 Frånluft I/s: 0
 Från vecka: 0
 Till vecka: 0
 Starttid: 0
 Sluttid: 0

253.9 253.9 1 53 0 24

Kopiera från
 ...

Läggtill
 Ta bort
 Infoga
 Ändra

Driftår: 2007
 Veckonummer: 2014-05-08
 Sort på flöde:
 oms/h
 I/s
 m³/h
 I/s.m²

Måndagar Tisdagar Onsdagar Torsdagar Fredagar Lördagar Söndagar
 Kopierat från Måndagar Måndagar Måndagar Måndagar Måndagar Måndagar Måndagar

Förändringar

Samma åtgärder har testats för både Sofiavägen och Filippavägen. Vid förändring till bättre fönster eller tilläggsisolering antas läckfaktorn endast ändras på den byggnadsdel som förändras. Vid tilläggsisolering läggs ett lager isolering samt utvändigt KC-bruk på vid indata för byggnadsdelar. Detta kommer även att påverka köldbryggorna som ändras. Vad gäller ventilationen ändras ventilationsflödet till BBRs krav för att undersöka hur detta påverkar energianvändningen.

Benämning	Glasandel %	Soltransmittans		U-värde W/m ² K	Ötätthetsfaktor q50 I/s.m ²	Solskydd
		Total g %	Direkt ST %			
Fönster 0,9	80	56	44	0.9	0.3	Persienn rumsregl
2-Gl Ar S1 100%	80.00	47.88	38.30	1.00	0.80	
2-Gl Ar S1 70%	80.00	33.44	26.75	1.00	0.80	
2-Gl Ar S3 100%	80.00	60.80	48.64	1.10	0.80	
2-Gl Ar S3 70%	80.00	42.56	34.05	1.10	0.80	
2+1-Gl Ar 100%	80.00	54.72	43.78	0.90	0.80	
2+1-Gl Energi 70%	80.00	38.00	30.40	0.90	0.80	
2-Gl Sol 50% Ar 70%	80.00	19.00	15.20	1.10	0.80	
2-Gl Sol 50% Ar ...	80.00	27.36	21.89	1.10	0.80	
Håltagning	0.00	0.00	0.00	0.00	5200.00	
Dörr	0.00	0.00	0.00	1.00	0.80	
Uteluftsventil 10	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	
Uteluftsventil 15	0.00	0.00	0.00	0.00	15.00	
Köldbr ytvä/bj	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	
Köldbr ytvä/tak	0.00	0.00	0.00	0.37	0.00	
Köldbr hörn	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	
Köldbr balkong	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	
Köldbr Vagg-Källare	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	
Fönster 1,2	80.00	57.00	45.00	1.20	0.30	Persienn rumsregl
Fönster 0,9	80.00	56.00	44.00	0.90	0.30	Persienn rumsregl

Solskyddskatalog
 Läggtill
 Ändra
 Ta bort
 Infoga

Bilaga 5 Vip Energy

I denna bilaga presenteras resultaten från simuleringarna i VIP-Energy.

Filippavägen

Filippavägen Åtgärd	Värme- system [kWh]	[kWh/m ²]	Ventilations- förluster [kWh]	Tapp- varmvatten [kWh]	[kWh/m ²]	EI [kWh]	[kWh/m ²]	Totalt [kWh]	[kWh/ m ²]	Skillnad [kWh]	Skillnad [kWh/ m ²]
Original	100659, 0	43,4	64979,0	51320,4	22,1	55570,6	24,0	207550,0	89,5		
Ventilation Enligt BBR	128580, 0	55,4	89434,0	44717,6	19,3	55570,6	24,0	228868,2	98,7	21318,2	9,2
75 isolering läck0,6	82287	35,5	71381,0	49591,9	21,4	55570,6	24,0	187449,5	80,8	-20100,5	-8,7
100 isolering läck 0,6	75656	32,6	71926,0	49444,7	21,3	55570,6	24,0	180671,3	77,9	-26878,7	-11,6
75 isolering läck 0,3	76873	33,1	71730,0	49497,6	21,3	55570,6	24,0	181941,3	78,5	-25608,8	-11,0
100 isolering läck 0,3	70315	30,3	72314,0	49340,0	21,3	55570,6	24,0	175225,6	75,6	-32324,5	-13,9
Fönster 1,2 läck 0,6	90679	39,1	64940,0	51330,9	22,1	55570,6	24,0	197580,6	85,2	-9969,5	-4,3
Fönster 0,9 läck 0,6	84492	36,4	65261,0	51244,3	22,1	55570,6	24,0	191306,9	82,5	-16243,1	-7,0
Fönster 1,2 läck 0,3	89791	38,7	64983,0	51319,3	22,1	55570,6	24,0	196681,0	84,8	-10869,1	-4,7
Fönster 0,9 läck 0,3	83607	36,1	65305,0	51232,4	22,1	55570,6	24,0	190410,0	82,1	-17140,0	-7,4
Vindsisolering + 100 läck 06	97763	42,2	65112,0	51284,5	22,1	55570,6	24,0	204618,1	88,2	-2931,9	-1,3
Vindsisolering + 200 läck 06	97102	41,9	65151,0	51274,0	22,1	55570,6	24,0	203946,6	87,9	-3603,4	-1,6
75 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,6	69997	30,2	72312,0	49340,5	21,3	55570,6	24,0	174908,1	75,4	-32641,9	-14,1
100 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,6	66017	28,5	72708,0	49233,6	21,2	55570,6	24,0	170821,2	73,7	-36728,8	-15,8

75 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,3	63687	27,5	72835,0	49199,3	21,2	55570,6	24,0	168456,9	72,6	-39093,1	-16,9
100 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,3	60123	25,9	73251,0	49087,0	21,2	55570,6	24,0	164780,6	71,1	-42769,4	-18,4
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6	61824	26,7	73060,0	49138,5	21,2	55570,6	24,0	166533,2	71,8	-41016,9	-17,7
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6	59078	25,5	73401,0	49046,5	21,1	55570,6	24,0	163695,1	70,6	-43854,9	-18,9
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3	56792	24,5	73551,0	49006,0	21,1	55570,6	24,0	161368,6	69,6	-46181,4	-19,9
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3	53350	23,0	73995,0	48886,1	21,1	55570,6	24,0	157806,7	68,0	-49743,3	-21,5
75 isolering fönster 1,2 läckfaktor 0,6 ventilation BBR	84110	36,3	92580,0	43868,1	18,9	55570,6	24,0	183548,8	79,1	-24001,3	-10,3
100 isolering fönster 1,2 läckfaktor 0,6 ventilation BBR	80960	34,9	93003,0	43753,9	18,9	55570,6	24,0	180284,6	77,7	-27265,5	-11,8
75 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,3 ventilation BBR	78567	33,9	93121,0	43722,1	18,9	55570,6	24,0	177859,7	76,7	-29690,3	-12,8
100 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,3 ventilation BBR	74769	32,2	93541,0	43608,7	18,8	55570,6	24,0	173948,3	75,0	-33601,7	-14,5
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6 ventilation BBR	76571	33,0	93349,0	43660,5	18,8	55570,6	24,0	175802,1	75,8	-31747,9	-13,7
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6 ventilation BBR	73621	31,7	93696,0	43566,8	18,8	55570,6	24,0	172758,4	74,5	-34791,6	-15,0
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3	71248	30,7	93832,0	43530,1	18,8	55570,6	24,0	170348,7	73,5	-37201,3	-16,0

ventilation BBR											
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3 ventilation BBR	67513	29,1	94295,0	43405,1	18,7	55570,6	24,0	166488,7	71,8	-41061,3	-17,7

Filippavägen FTX n=0,65	Värme [kWh]	Vatten [kWh]	El [kWh]	Totalt [kWh]	Totalt [kWh/ m²]	Skillnad [kWh]	Skillnad [kWh/ m²]
Original	58422,7	68864,7	55820,8	183108,2	79,0	-24441,9	-10,5
Ventilation Enligt BBR	70447,9	68864,7	61119,4	200432,0	86,4	-7118,0	-3,1
75 isolering läck0,6	35889,4	68864,7	57207,9	161962,0	69,8	-45588,1	-19,7
100 isolering läck 0,6	28904,1	68864,7	57326,0	155094,8	66,9	-52455,2	-22,6
75 isolering läck 0,3	30248,5	68864,7	57283,5	156396,7	67,4	-51153,3	-22,1
100 isolering läck 0,3	23310,9	68864,7	57410,0	149585,7	64,5	-57964,4	-25,0
Fönster 1,2 läck 0,6	48468,0	68864,7	55812,3	173145,1	74,7	-34405,0	-14,8
Fönster 0,9 läck 0,6	42072,4	68864,7	55881,9	166819,0	71,9	-40731,1	-17,6
Fönster 1,2 läck 0,3	47552,1	68864,7	55821,7	172238,4	74,3	-35311,6	-15,2
Fönster 0,9 läck 0,3	41158,8	68864,7	55891,4	165914,9	71,5	-41635,1	-18,0
Vindsisolering + 100 läck 0,6	55440,2	68864,7	55849,6	180154,5	77,7	-27395,5	-11,8
Vindsisolering + 200 läck 0,6	54753,9	68864,7	55858,1	179476,6	77,4	-28073,4	-12,1
75 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,6	22994,2	68864,7	57409,6	149268,5	64,4	-58281,5	-25,1
100 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,6	18756,8	68864,7	57495,4	145116,9	62,6	-62433,1	-26,9
75 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,3	16344,3	68864,7	57522,9	142731,9	61,5	-64818,1	-28,0
100 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,3	12509,9	68864,7	57613,1	138987,6	59,9	-68562,4	-29,6
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6	14335,0	68864,7	57571,7	140771,4	60,7	-66778,6	-28,8
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6	11367,4	68864,7	57645,6	137877,6	59,5	-69672,4	-30,0
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3	8983,9	68864,7	57678,1	135526,6	58,4	-72023,4	-31,1

100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3	5253,3	68864,7	57774,3	131892,2	56,9	-75657,8	-32,6
75 isolering fönster 1,2 läckfaktor 0,6	23933,0	68864,7	61801,0	154598,7	66,7	-52951,3	-22,8
ventilation BBR							
100 isolering fönster 1,2 läckfaktor 0,6	20508,1	68864,7	61892,7	151265,4	65,2	-56284,6	-24,3
ventilation BBR							
75 isolering fönster 1,2 läckfaktor 0,3	18038,4	68864,7	61918,2	148821,3	64,2	-58728,7	-25,3
ventilation BBR							
100 isolering fönster 1,2 läckfaktor 0,3	13967,4	68864,7	62009,2	144841,3	62,5	-62708,7	-27,0
ventilation BBR							
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6	15894,2	68864,7	61967,6	146726,5	63,3	-60823,5	-26,2
ventilation BBR							
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6	12718,6	68864,7	62042,8	143626,1	61,9	-63923,9	-27,6
ventilation BBR							
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3	10257,2	68864,7	62072,3	141194,2	60,9	-66355,8	-28,6
ventilation BBR							
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3	6221,3	68864,7	62172,6	137258,6	59,2	-70291,5	-30,3
ventilation BBR							

Filippavägen	Värme	Vatten	El	Totalt	Totalt	Skillnad	Skillnad
FTX n=0,65 Solfångare	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh]	[kWh/m²]	[kWh]	[kWh/ m²]
Original	58422,7	34631,8	55820,8	148875,2	64,2	-58674,8	-25,3
Ventilation Enligt BBR	70447,9	34631,8	61119,4	166199,0	71,7	-41351,0	-17,8
75 isolering läck 0,6	35889,4	34631,8	57207,9	127729,0	55,1	-79821,0	-34,4
100 isolering läck 0,6	28904,1	34631,8	57326,0	120861,8	52,1	-86688,2	-37,4
75 isolering läck 0,3	30248,5	34631,8	57283,5	122163,8	52,7	-85386,3	-36,8
100 isolering läck 0,3	23310,9	34631,8	57410,0	115352,7	49,7	-92197,3	-39,8
Fönster 1,2 läck 0,6	48468,0	34631,8	55812,3	138912,1	59,9	-68637,9	-29,6

Fönster 0,9 läck 0,6	42072,4	34631,8	55881,9	132586,0	57,2	-74964,0	-32,3
Fönster 1,2 läck 0,3	47552,1	34631,8	55821,7	138005,5	59,5	-69544,6	-30,0
Fönster 0,9 läck 0,3	41158,8	34631,8	55891,4	131681,9	56,8	-75868,1	-32,7
Vindsisolering + 100 läck 06	55440,2	34631,8	55849,6	145921,6	62,9	-61628,5	-26,6
Vindsisolering + 200 läck 06	54753,9	34631,8	55858,1	145243,7	62,6	-62306,4	-26,9
75 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,6	22994,2	34631,8	57409,6	115035,6	49,6	-92514,5	-39,9
100 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,6	18756,8	34631,8	57495,4	110884,0	47,8	-96666,1	-41,7
75 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,3	16344,3	34631,8	57522,9	108498,9	46,8	-99051,1	-42,7
100 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,3	12509,9	34631,8	57613,1	104754,7	45,2	-102795,4	-44,3
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6	14335,0	34631,8	57571,7	106538,4	45,9	-101011,6	-43,6
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6	11367,4	34631,8	57645,6	103644,7	44,7	-103905,4	-44,8
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3	8983,9	34631,8	57678,1	101293,7	43,7	-106256,4	-45,8
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3	5253,3	34631,8	57774,3	97659,3	42,1	-109890,8	-47,4
75 isolering fönster 1,2 läckfaktor 0,6 ventilation BBR	23933,0	34631,8	61801,0	120365,8	51,9	-87184,3	-37,6
100 isolering fönster 1,2 läckfaktor 0,6 ventilation BBR	20508,1	34631,8	61892,7	117032,5	50,5	-90517,6	-39,0
75 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,3 ventilation BBR	18038,4	34631,8	61918,2	114588,3	49,4	-92961,7	-40,1
100 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,3 ventilation BBR	13967,4	34631,8	62009,2	110608,3	47,7	-96941,7	-41,8
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6 ventilation BBR	15894,2	34631,8	61967,6	112493,5	48,5	-95056,5	-41,0
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6 ventilation BBR	12718,6	34631,8	62042,8	109393,2	47,2	-98156,9	-42,3
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3 ventilation BBR	10257,2	34631,8	62072,3	106961,2	46,1	-100588,8	-43,4
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3 ventilation BBR	6221,3	34631,8	62172,6	103025,6	44,4	-104524,4	-45,1

Filippavägen FTX n=0,85	Värme [kWh]	Vatten [kWh]	El [kWh]	Totalt [kWh]	Totalt [kWh/m ²]	Skillnad [kWh]	Skillnad [kWh/ m ²]
Original	45426,9	68864,7	60152,7	174444,3	75,2	-33105,7	-14,3
Ventilation Enligt BBR	52561,1	68864,7	67081,6	188507,5	81,3	-19042,6	-8,2
75 isolering läck0,6	21613,2	68864,7	61966,6	152444,5	65,7	-55105,5	-23,8
100 isolering läck 0,6	14518,9	68864,7	62121,0	145504,7	62,7	-62045,4	-26,8
75 isolering läck 0,3	15902,5	68864,7	62065,5	146832,7	63,3	-60717,3	-26,2
100 isolering läck 0,3	8848,1	68864,7	62231,0	139943,8	60,3	-67606,2	-29,2
Fönster 1,2 läck 0,6	35480,0	68864,7	60141,7	164486,4	70,9	-43063,6	-18,6
Fönster 0,9 läck 0,6	29020,2	68864,7	60232,6	158117,5	68,2	-49432,5	-21,3
Fönster 1,2 läck 0,3	34555,5	68864,7	60153,9	163574,0	70,5	-43976,0	-19,0
Fönster 0,9 läck 0,3	28097,8	68864,7	60245,1	157207,6	67,8	-50342,5	-21,7
Vindsisolering + 100 läck 06	42417,8	68864,7	60190,4	171472,9	73,9	-36077,1	-15,6
Vindsisolering + 200 läck 06	41723,7	68864,7	60201,5	170789,8	73,6	-36760,2	-15,9
75 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,6	8531,8	68864,7	62230,4	139626,9	60,2	-67923,1	-29,3
100 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,6	4215,2	68864,7	62342,6	135422,5	58,4	-72127,5	-31,1
75 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,3	1777,3	68864,7	62378,6	133020,6	57,4	-74529,5	-32,1
100 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,3	-2140,4	68864,7	62496,5	129220,8	55,7	-78329,2	-33,8
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6	-277,0	68864,7	62442,3	131030,1	56,5	-76520,0	-33,0
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6	-3312,9	68864,7	62539,0	128090,8	55,2	-79459,2	-34,3
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3	-5726,4	68864,7	62581,5	125719,8	54,2	-81830,2	-35,3
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3	-9545,8	68864,7	62707,3	122026,2	52,6	-85523,8	-36,9
75 isolering fönster 1,2 läckfaktor 0,6 ventilation BBR	5417,0	68864,7	67973,0	142254,7	61,3	-65295,3	-28,2
100 isolering fönster 1,2 läckfaktor 0,6 ventilation BBR	1907,5	68864,7	68092,9	138865,0	59,9	-68685,0	-29,6
75 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,3 ventilation BBR	-585,8	68864,7	68126,3	136405,2	58,8	-71144,9	-30,7
100 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,3 ventilation BBR	-4740,8	68864,7	68245,3	132369,2	57,1	-75180,9	-32,4
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6 ventilation BBR	-2775,6	68864,7	68190,9	134280,0	57,9	-73270,1	-31,6

100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6 ventilation BBR	-6020,6	68864,7	68289,2	131133,3	56,5	-76416,7	-33,0
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3 ventilation BBR	-8509,2	68864,7	68327,7	128683,3	55,5	-78866,8	-34,0
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3 ventilation BBR	-12637,8	68864,7	68458,9	124685,9	53,8	-82864,1	-35,7

Filippavägen FTX n=0,85 Solfångare	Värme [kWh]	Vatten [kWh]	El [kWh]	Totalt [kWh]	Totalt [kWh/m²]	Skillnad [kWh]	Skillnad [kWh/ m²]
Original	45426,9	34631,8	60152,7	140211,3	60,5	-67338,7	-29,0
Ventilation Enligt BBR	52561,1	34631,8	67081,6	154274,5	66,5	-53275,5	-23,0
75 isolering läck0,6	21613,2	34631,8	61966,6	118211,5	51,0	-89338,5	-38,5
100 isolering läck 0,6	14518,9	34631,8	62121,0	111271,7	48,0	-96278,3	-41,5
75 isolering läck 0,3	15902,5	34631,8	62065,5	112599,8	48,6	-94950,3	-40,9
100 isolering läck 0,3	8848,1	34631,8	62231,0	105710,8	45,6	-101839,2	-43,9
Fönster 1,2 läck 0,6	35480,0	34631,8	60141,7	130253,4	56,2	-77296,6	-33,3
Fönster 0,9 läck 0,6	29020,2	34631,8	60232,6	123884,5	53,4	-83665,5	-36,1
Fönster 1,2 läck 0,3	34555,5	34631,8	60153,9	129341,1	55,8	-78209,0	-33,7
Fönster 0,9 läck 0,3	28097,8	34631,8	60245,1	122974,6	53,0	-84575,4	-36,5
Vindsisolering + 100 läck 06	42417,8	34631,8	60190,4	137240,0	59,2	-70310,1	-30,3
Vindsisolering + 200 läck 06	41723,7	34631,8	60201,5	136556,9	58,9	-70993,2	-30,6
75 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,6	8531,8	34631,8	62230,4	105394,0	45,4	-102156,1	-44,1
100 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,6	4215,2	34631,8	62342,6	101189,6	43,6	-106360,5	-45,9
75 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,3	1777,3	34631,8	62378,6	98787,6	42,6	-108762,4	-46,9
100 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,3	-2140,4	34631,8	62496,5	94987,9	41,0	-112562,2	-48,5
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6	-277,0	34631,8	62442,3	96797,1	41,7	-110752,9	-47,8
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6	-3312,9	34631,8	62539,0	93857,9	40,5	-113692,2	-49,0
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3	-5726,4	34631,8	62581,5	91486,9	39,5	-116063,2	-50,0

100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3	-9545,8	34631,8	62707,3	87793,3	37,9	-119756,8	-51,6
75 isolering fönster 1,2 läckfaktor 0,6 ventilation BBR	5417,0	34631,8	67973,0	108021,8	46,6	-99528,3	-42,9
100 isolering fönster 1,2 läckfaktor 0,6 ventilation BBR	1907,5	34631,8	68092,9	104632,1	45,1	-102918,0	-44,4
75 isolering fönster 1,2 läckfaktor 0,3 ventilation BBR	-585,8	34631,8	68126,3	102172,2	44,1	-105377,8	-45,4
100 isolering fönster 1,2 läckfaktor 0,3 ventilation BBR	-4740,8	34631,8	68245,3	98136,2	42,3	-109413,8	-47,2
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6 ventilation BBR	-2775,6	34631,8	68190,9	100047,0	43,1	-107503,0	-46,4
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6 ventilation BBR	-6020,6	34631,8	68289,2	96900,4	41,8	-110649,7	-47,7
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3 ventilation BBR	-8509,2	34631,8	68327,7	94450,3	40,7	-113099,7	-48,8
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3 ventilation BBR	-12637,8	34631,8	68458,9	90452,9	39,0	-117097,1	-50,5

Sofiavägen

Sofiavägen Åtgärd	Värme- system [kWh]	[kWh/ m ²]	Ventilations- förluster [kWh]	Tapp- varmvatten [kWh]	[kWh/ m ²]	EI [kWh]	[kWh /m ²]	Totalt [kWh]	[kWh/m ²]	Skillnad [kWh]	Skillnad [kWh/ m ²]
Original	222620,0	144,7	35252,0	35675,0	23,2	40196,9	26,1	298491,9	194,1		
Ventilation Enligt BBR	241061	156,7	53368	30783,7	20,0	40196,9	26,1	312041,6	202,9	13549,7	8,81
75 isolering läck0,6	99852	64,9	37126	35169,0	22,9	40196,9	26,1	175217,9	113,9	-123274,0	-80,15
100 isolering läck 0,6	93187	60,6	37339	35111,5	22,8	40196,9	26,1	168495,4	109,6	-129996,5	-84,52
Fönster 1,2 läck 0,6	201847	131,2	35273	35669,3	23,2	40196,9	26,1	277713,2	180,6	-20778,7	-13,51
Fönster 0,9 läck 0,6	194408	126,4	35340	35651,2	23,2	40196,9	26,1	270256,1	175,7	-28235,8	-18,36
Fönster 1,2 läck 0,3	201431	131,0	35269	35670,4	23,2	40196,9	26,1	277298,3	180,3	-21193,6	-13,78
Fönster 0,9 läck 0,3	193643	125,9	35346	35649,6	23,2	40196,9	26,1	269489,5	175,2	-29002,4	-18,86
Vindsisolering + 100 läck 06	211644	137,6	35337	35652,0	23,2	40196,9	26,1	287492,9	186,9	-10998,9	-7,15
Vindsisolering + 200 läck 06	210843	137,1	35347	35649,3	23,2	40196,9	26,1	286689,2	186,4	-11802,7	-7,67
75 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,6	81104	52,7	37482	35072,9	22,8	40196,9	26,1	156373,8	101,7	-142118,1	-92,40
100 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,6	73686	47,9	37736	35004,3	22,8	40196,9	26,1	148887,2	96,8	-149604,7	-97,27
75 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,3	74922	48,7	37685	35018,1	22,8	40196,9	26,1	150137,0	97,6	-148354,9	-96,46
100 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,3	68332	44,4	37956	34944,9	22,7	40196,9	26,1	143473,8	93,3	-155018,1	-100,79
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6	73583	47,8	37766	34996,2	22,8	40196,9	26,1	148776,1	96,7	-149715,8	-97,34
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6	66998	43,6	38040	34922,2	22,7	40196,9	26,1	142117,1	92,4	-156374,8	-101,67
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3	68232	44,4	37986	34936,8	22,7	40196,9	26,1	143365,7	93,2	-155126,2	-100,86
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3	61674	40,1	38272	34859,6	22,7	40196,9	26,1	136730,5	88,9	-161761,4	-105,18

100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3 vindsisolering 200	60236	39,2	38273	34859,3	22,7	40196,9	26,1	135292,2	88,0	-163199,7	-106,11
75 isolering fönster 1,2 läckfaktor 0,6 ventilation BBR	94634	61,5	56038	30062,8	19,5	40196,9	26,1	164893,7	107,2	-133598,2	-86,86
100 isolering fönster 1,2 läckfaktor 0,6 ventilation BBR	87926	57,2	56359	29976,1	19,5	40196,9	26,1	158099,0	102,8	-140392,9	-91,28
75 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,3 ventilation BBR	89175	58,0	56296	29993,1	19,5	40196,9	26,1	159365,0	103,6	-139126,9	-90,46
100 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,3 ventilation BBR	82517	53,7	56642	29899,7	19,4	40196,9	26,1	152613,6	99,2	-145878,3	-94,85
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6 ventilation BBR	87812	57,1	56403	29964,2	19,5	40196,9	26,1	157973,1	102,7	-140518,8	-91,36
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6 ventilation BBR	81171	52,8	56757	29868,6	19,4	40196,9	26,1	151236,5	98,3	-147255,4	-95,74
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3 ventilation BBR	82410	53,6	56687	29887,5	19,4	40196,9	26,1	152494,4	99,2	-145997,5	-94,93
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3 ventilation BBR	75791	49,3	57062	29786,3	19,4	40196,9	26,1	145774,2	94,8	-152717,7	-99,30
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3 Vindsisolering +200 ventilation BBR	73718	47,9	57223	29742,8	19,3	40196,9	26,1	143657,7	93,4	-154834,2	-100,67

Sofiavägen FTX n=0,65	Värme [kWh]	Vatten [kWh]	El [kWh]	Totalt [kWh]	Totalt [kWh/m ²]	Skillnad [kWh]
Original	192655,8	44794,2	37672,07	275122,1	178,883	-23369,8
Ventilation Enligt BBR	195698,2	44794,2	42804,93	283297,3	184,1985	-15194,6
75 isolering läck0,6	68294,9	44794,2	38203,03	151292,1	98,3694	-147199,8
100 isolering läck 0,6	61448,85	44794,2	38263,38	144506,4	93,95737	-153985,5
Fönster 1,2 läck 0,6	171865	44794,2	37678,02	254337,2	165,3688	-44154,7
Fönster 0,9 läck 0,6	164369	44794,2	37697	246860,2	160,5073	-51631,7
Fönster 1,2 läck 0,3	171452,4	44794,2	37676,88	253923,4	165,0998	-44568,5
Fönster 0,9 läck 0,3	163598,9	44794,2	37698,7	246091,8	160,0077	-52400,1
Vindsisolering + 100 läck 06	181607,6	44794,2	37696,15	264097,9	171,7151	-34394,0
Vindsisolering + 200 läck 06	180798,1	44794,2	37698,98	263291,2	171,1907	-35200,7
75 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,6	49244,3	44794,2	38303,9	132342,4	86,04837	-166149,5
100 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,6	41610,4	44794,2	38375,87	124780,5	81,13164	-173711,4
75 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,3	42889,75	44794,2	38361,42	126045,4	81,95407	-172446,5
100 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,3	36069,4	44794,2	38438,2	119301,8	77,56944	-179190,1
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6	41481,9	44794,2	38384,37	124660,5	81,05362	-173831,4
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6	34664	44794,2	38462	117920,2	76,67113	-180571,7
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3	35943,9	44794,2	38446,7	119184,8	77,49337	-179307,1
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3	29142,8	44794,2	38527,73	112464,7	73,12401	-186027,2
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3 vindsisolering 200	27703,95	44794,2	38528,02	111026,2	72,18867	-187465,7
75 isolering fönster 1,2 läckfaktor 0,6 ventilation BBR	47001,7	44794,2	43561,43	135357,3	88,00867	-163134,6
100 isolering fönster 1,2 läckfaktor 0,6 ventilation BBR	40020,85	44794,2	43652,38	128467,4	83,52889	-170024,5
75 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,3 ventilation BBR	41323,4	44794,2	43634,53	129752,1	84,3642	-168739,8

100 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,3 ventilation BBR	34371,3	44794,2	43732,57	122898,1	79,90772	-175593,8
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6 ventilation BBR	39869,45	44794,2	43664,85	128328,5	83,43856	-170163,4
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6 ventilation BBR	32927,55	44794,2	43765,15	121486,9	78,99018	-177005,0
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3 ventilation BBR	34226,05	44794,2	43745,32	122765,6	79,82156	-175726,3
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3 ventilation BBR	27288,3	44794,2	43851,57	115934,1	75,37976	-182557,8
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3 Vindsisolering +200 ventilation BBR	25078,45	44794,2	43897,18	113769,8	73,97258	-184722,1

Sofiavägen FTX n=0,65 Solfångare	Värme [kWh]	Vatten [kWh]	El [kWh]	Totalt [kWh]	Totalt [kWh/m²]	Skillnad [kWh]
Original	192655,8	22397,1	37672,07	252725	164,3205	-45766,9
Ventilation Enligt BBR	195698,2	22397,1	42804,93	260900,2	169,636	-37591,7
75 isolering läck0,6	68294,9	22397,1	38203,03	128895	83,80691	-169596,9
100 isolering läck 0,6	61448,85	22397,1	38263,38	122109,3	79,39489	-176382,6
Fönster 1,2 läck 0,6	171865	22397,1	37678,02	231940,1	150,8063	-66551,8
Fönster 0,9 läck 0,6	164369	22397,1	37697	224463,1	145,9448	-74028,8
Fönster 1,2 läck 0,3	171452,4	22397,1	37676,88	231526,3	150,5373	-66965,6
Fönster 0,9 läck 0,3	163598,9	22397,1	37698,7	223694,7	145,4452	-74797,2
Vindsisolering + 100 läck 06	181607,6	22397,1	37696,15	241700,8	157,1527	-56791,1
Vindsisolering + 200 läck 06	180798,1	22397,1	37698,98	240894,1	156,6282	-57597,8
75 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,6	49244,3	22397,1	38303,9	109945,3	71,48589	-188546,6
100 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,6	41610,4	22397,1	38375,87	102383,4	66,56916	-196108,5
75 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,3	42889,75	22397,1	38361,42	103648,3	67,39159	-194843,6

100 isolering fönster 1,2 läckfaktor 0,3	36069,4	22397,1	38438,2	96904,7	63,00696	-201587,2
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6	41481,9	22397,1	38384,37	102263,4	66,49114	-196228,5
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6	34664	22397,1	38462	95523,1	62,10865	-202968,8
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3	35943,9	22397,1	38446,7	96787,7	62,93088	-201704,2
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3	29142,8	22397,1	38527,73	90067,63	58,56153	-208424,3
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3 vindsisolering 200	27703,95	22397,1	38528,02	88629,07	57,62618	-209862,8
75 isolering fönster 1,2 läckfaktor 0,6 ventilation BBR	47001,7	22397,1	43561,43	112960,2	73,44619	-185531,7
100 isolering fönster 1,2 läckfaktor 0,6 ventilation BBR	40020,85	22397,1	43652,38	106070,3	68,96641	-192421,6
75 isolering fönster 1,2 läckfaktor 0,3 ventilation BBR	41323,4	22397,1	43634,53	107355	69,80171	-191136,9
100 isolering fönster 1,2 läckfaktor 0,3 ventilation BBR	34371,3	22397,1	43732,57	100501	65,34523	-197990,9
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6 ventilation BBR	39869,45	22397,1	43664,85	105931,4	68,87607	-192560,5
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6 ventilation BBR	32927,55	22397,1	43765,15	99089,8	64,4277	-199402,1
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3 ventilation BBR	34226,05	22397,1	43745,32	100368,5	65,25908	-198123,4
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3 ventilation BBR	27288,3	22397,1	43851,57	93536,97	60,81727	-204954,9
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3 Vindsisolering +200 ventilation BBR	25078,45	22397,1	43897,18	91372,73	59,4101	-207119,2

Sofiavägen FTX n=0,85	Värme [kWh]	Vatten [kWh]	El [kWh]	Totalt [kWh]	Totalt [kWh/m²]	Skillnad [kWh]
Original	192655,8	44794,2	37672,07	275122,1	178,883	-23369,8
Ventilation Enligt BBR	195698,2	44794,2	42804,93	283297,3	184,1985	-15194,6
75 isolering läck 0,6	68294,9	44794,2	38203,03	151292,1	98,3694	-147199,8
100 isolering läck 0,6	61448,85	44794,2	38263,38	144506,4	93,95737	-153985,5
Fönster 1,2 läck 0,6	171865	44794,2	37678,02	254337,2	165,3688	-44154,7
Fönster 0,9 läck 0,6	164369	44794,2	37697	246860,2	160,5073	-51631,7
Fönster 1,2 läck 0,3	171452,4	44794,2	37676,88	253923,4	165,0998	-44568,5

Fönster 0,9 läck 0,3	163598,9	44794,2	37698,7	246091,8	160,0077	-52400,1
Vindsisolering + 100 läck 06	181607,6	44794,2	37696,15	264097,9	171,7151	-34394,0
Vindsisolering + 200 läck 06	180798,1	44794,2	37698,98	263291,2	171,1907	-35200,7
75 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,6	49244,3	44794,2	38303,9	132342,4	86,04837	-166149,5
100 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,6	41610,4	44794,2	38375,87	124780,5	81,13164	-173711,4
75 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,3	42889,75	44794,2	38361,42	126045,4	81,95407	-172446,5
100 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,3	36069,4	44794,2	38438,2	119301,8	77,56944	-179190,1
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6	41481,9	44794,2	38384,37	124660,5	81,05362	-173831,4
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6	34664	44794,2	38462	117920,2	76,67113	-180571,7
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3	35943,9	44794,2	38446,7	119184,8	77,49337	-179307,1
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3	29142,8	44794,2	38527,73	112464,7	73,12401	-186027,2
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3 vindsisolering 200	27703,95	44794,2	38528,02	111026,2	72,18867	-187465,7
75 isolering fönster 1,2 läckfaktor 0,6 ventilation BBR	47001,7	44794,2	43561,43	135357,3	88,00867	-163134,6
100 isolering fönster 1,2 läckfaktor 0,6 ventilation BBR	40020,85	44794,2	43652,38	128467,4	83,52889	-170024,5
75 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,3 ventilation BBR	41323,4	44794,2	43634,53	129752,1	84,3642	-168739,8
100 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,3 ventilation BBR	34371,3	44794,2	43732,57	122898,1	79,90772	-175593,8
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6 ventilation BBR	39869,45	44794,2	43664,85	128328,5	83,43856	-170163,4
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6 ventilation BBR	32927,55	44794,2	43765,15	121486,9	78,99018	-177005,0
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3 ventilation BBR	34226,05	44794,2	43745,32	122765,6	79,82156	-175726,3
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3 ventilation BBR	27288,3	44794,2	43851,57	115934,1	75,37976	-182557,8
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3 Vindsisolering +200 ventilation BBR	25078,45	44794,2	43897,18	113769,8	73,97258	-184722,1

Sofiavägen FTX n=0,85 Solfångare	Värme [kWh]	Vatten [kWh]	El [kWh]	Totalt [kWh]	Totalt [kWh/m ²]	Skillnad [kWh]
Original	192655,8	22397,1	37672,07	252725	164,3205	-45766,9
Ventilation Enligt BBR	195698,2	22397,1	42804,93	260900,2	169,636	-37591,7
75 isolering läck0,6	68294,9	22397,1	38203,03	128895	83,80691	-169596,9
100 isolering läck 0,6	61448,85	22397,1	38263,38	122109,3	79,39489	-176382,6
Fönster 1,2 läck 0,6	171865	22397,1	37678,02	231940,1	150,8063	-66551,8
Fönster 0,9 läck 0,6	164369	22397,1	37697	224463,1	145,9448	-74028,8
Fönster 1,2 läck 0,3	171452,4	22397,1	37676,88	231526,3	150,5373	-66965,6
Fönster 0,9 läck 0,3	163598,9	22397,1	37698,7	223694,7	145,4452	-74797,2
Vindsisolering + 100 läck 06	181607,6	22397,1	37696,15	241700,8	157,1527	-56791,1
Vindsisolering + 200 läck 06	180798,1	22397,1	37698,98	240894,1	156,6282	-57597,8
75 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,6	49244,3	22397,1	38303,9	109945,3	71,48589	-188546,6
100 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,6	41610,4	22397,1	38375,87	102383,4	66,56916	-196108,5
75 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,3	42889,75	22397,1	38361,42	103648,3	67,39159	-194843,6
100 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,3	36069,4	22397,1	38438,2	96904,7	63,00696	-201587,2
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6	41481,9	22397,1	38384,37	102263,4	66,49114	-196228,5
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6	34664	22397,1	38462	95523,1	62,10865	-202968,8
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3	35943,9	22397,1	38446,7	96787,7	62,93088	-201704,2
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3	29142,8	22397,1	38527,73	90067,63	58,56153	-208424,3
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3 vindsisolering 200	27703,95	22397,1	38528,02	88629,07	57,62618	-209862,8
75 isolering fönster 1,2 läckfaktor 0,6 ventilation BBR	47001,7	22397,1	43561,43	112960,2	73,44619	-185531,7
100 isolering fönster 1,2 läckfaktor 0,6 ventilation BBR	40020,85	22397,1	43652,38	106070,3	68,96641	-192421,6
75 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,3 ventilation BBR	41323,4	22397,1	43634,53	107355	69,80171	-191136,9

100 isolering fönster1,2 läckfaktor 0,3 ventilation BBR	34371,3	22397,1	43732,57	100501	65,34523	-197990,9
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6 ventilation BBR	39869,45	22397,1	43664,85	105931,4	68,87607	-192560,5
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,6 ventilation BBR	32927,55	22397,1	43765,15	99089,8	64,4277	-199402,1
75 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3 ventilation BBR	34226,05	22397,1	43745,32	100368,5	65,25908	-198123,4
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3 ventilation BBR	27288,3	22397,1	43851,57	93536,97	60,81727	-204954,9
100 isolering fönster 0,9 läckfaktor 0,3 Vindsisolering +200 ventilation BBR	25078,45	22397,1	43897,18	91372,73	59,4101	-207119,2