

Avdelningen för Byggnadsfysik
Examensarbete TVBH-5064
Lund 2011

Energieffektivisering av miljonprogrammet

En studie av ett flerfamiljshus i Malmö

Christofer Wickman
Johan Vindelstam



LUNDS
UNIVERSITET

Energieffektivisering av miljonprogrammet

En studie av ett flerfamiljshus i Malmö

Christofer Wickman
Johan Vindelstam

© Christofer Wickman och Johan Vindelstam

ISRN LUTVDG/TVBH-11/5064--SE(95)

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

Sammanfattning

- Titel:** Energieffektivisering av miljonprogrammet, en studie av ett flerfamiljshus i Malmö.
- Författare:** Christofer Wickman, Johan Vindelstam
- Handledare:** Petter Wallentén, avdelningen för byggnadsfysik, Lunds Tekniska Högskola. Mats Celind, Stena Fastigheter
- Examinator:** Lars-Erik Harderup, avdelningen för byggnadsfysik, Lunds Tekniska Högskola.
- Problemställning:** Byggnaderna uppförda under miljonprogrammet står för en stor del av alla bostäder i Sverige och är några av de energimässigt sämsta byggnaderna vi har. Hur fastställer man vilka åtgärder som är rimliga att vidta för att minska energianvändningen och var finns den största sparpotentialen?
- Syfte:** Syftet med detta arbete är att visa effekten av olika energibesparande åtgärder för ett flerbostadshus från miljonprogrammet. De åtgärder som analyseras är inte enbart energi- och ekonomibesparande utan även en fråga om komfort för de boende. Åtgärderna ska även bidra till en minskad miljöpåverkan.
- Metod:** Första steget i utredningen är att ta reda på var energin som tillförs huset tar vägen, detta görs med hjälp av datasimuleringsprogrammet VIP+. Beräkningarna berättar hur mycket energi som försvinner via transmission, ventilation och så vidare. Simuleringarna kompletteras med termografering och beräkning i HEAT2. Även en enkätundersökning genomförs.
- Slutsatser:** En energibesparing på cirka 100 000 kWh per år kan uppnås genom att antingen reducera ventilationsflödet med 20 % eller genom att byta ut de befintliga fönstren mot moderna 3-glasfönster. Denna åtgärd kräver dock en verifiering i alla lägenheter så att ventilationen inte blir för låg. En frånluftsvärmepump skulle kunna bespara upp till 235 000 kWh per år. Att tilläggsisolera ytterväggarna är endast aktuell när fasaden är i behov av upprustning. Då byggnadens vind

Energieffektivisering av miljonprogrammet

används som förrådsutrymme är tilläggsisolering av vindsbjälklaget inte angeläget.

Nyckelord: Energieffektivisering, Energibehov, Energianvändning, VIP+, Flerbostadshus, Miljonprogrammet.

Abstract

- Title:** Optimising the energy use in buildings from the 1960s, a study of an apartment building in Malmö.
- Authors:** Christofer Wickman, Johan Vindelstam
- Tutors:** Petter Wallentén, the Department of Building Physics, Lund Institut of Technology.
Mats Celind, Stena Fastigheter
- Examiner:** Lars-Erik Harderup, the Department of Building Physics, Lund Institut of Technology.
- Issue:** The buildings constructed during the 60s represent a large proportion of all housing in Sweden and are some of the worst buildings we have concerning energy disposal. Poor energy efficiency in buildings gives a bad effect on the environment and the residents living standards. What steps are reasonable to take for a reduction of energy disposal and where is the biggest potential for savings?
- Purpose:** The purpose of this assignment is to demonstrate the efficacy of various measures to save energy in an apartment building. The measures that are analyzed are not only with regard to energy and money but also a matter of comfort for the residents. The measures will also contribute to a better environment.
- Method:** The first step in the investigation is to find out where the energy leaves the building; this is done by using a simulation program named VIP+. The calculation tells us how much energy that is lost through transmission, ventilation and so on. The calculation is complemented with thermography and calculation in HEAT2. Also a survey is made.
- Conclusions:** An energy saving of about 100 000 kWh per year can be achieved by either reducing the ventilation flow by 20 % or by replacing the existing windows with modern three-glass windows. This measure requires an investigation of all apartments so the ventilation isn't too low. An exhaust air heat pump could save up to 235 000 kWh per year. Adding extra insulation to the external walls should only be done when the facade is in need of renovation. Since the building's

Energieffektivisering av miljonprogrammet

attic is used as storage, an additional insulation of the attic floor is not recommended.

Key words:

Energy efficiency, Energy need, Energy use, VIP+, apartment buildings.

Förord

Detta examensarbete omfattar 30 högskolepoäng, och är den avslutande delen av Väg och Vatten utbildningen på Lunds Tekniska Högskola. Arbetet har utförts på avdelningen för Byggnadsfysik på LTH och i samarbete med Stena Fastigheter i Malmö under andra halvåret 2010.

Ett stort tack riktas till vår handledare *Petter Wallentén*, avdelningen för byggnadsfysik på LTH för stöd och tålamod.

Vi vill också tacka *Mats Celind och Jens Celind* på Stena Fastigheter för information och rundvisningar som har varit nödvändiga för genomförande av arbetet. Vi vill även tacka *Birgitta Nordquist* för handledning vid installationstekniska frågeställningar.

Sist men inte minst vill vi tacka alla er på Professorsgatan 8 som har tagit sig tiden att svara på vår enkät.

Lund, november 2010

Christofer Wickman & Johan Vindelstam

Innehållsförteckning

1 Inledning	13
1.1 Bakgrund	13
1.1.1 Området	13
1.1.2 Miljonprogrammet.....	14
1.2 Syfte	15
1.3 Metod.....	15
1.4 Avgränsning.....	15
1.5 Målgrupp för rapporten	16
1.6 Disposition	16
2. Byggnaden som system	17
2.1 Värmeisoleringsmaterial	17
2.2 Fönster	17
2.3 Tilläggsisolering.....	19
2.3.1 Tak.....	20
2.3.2 Vägg.....	20
2.4 Ventilation.....	21
2.4.1 Självdragsventilation	22
2.4.2 Frånluftventilation	22
2.4.3 Från- och tilluftventilation med återvinning.....	24
2.4.4 Ventilationsjämförelse	25
2.4.5 Driftoptimering av ventilationssystemet	25
2.5 Värmesystemet	26
2.6 Köldbryggor	27
3. Energi i fokus	29
3.1 Boverkets krav på energihushållning	29
3.2 Hushållsel	31
3.3 Energiprisutvecklingen.....	32
3.3.1 Energianvändning i flerbostadshus.....	32

Energieffektivisering av miljonprogrammet

3.3.2 El.....	33
3.3.3 Fjärrvärme.....	34
4. Byggnadssimulering	37
4.1 VIP+	38
4.2 HEAT2.....	38
5. Referenshuset.....	39
5.1 Utformning.....	39
5.1.1 Yttervägg	39
5.1.2 Källarvägg och grundbjälklag	39
5.1.3 Vindsbjälklag	40
5.1.3 Ventilationssystemet	41
5.2 Energianvändning	41
5.3 Sammanställning.....	42
6. Analys och resultat.....	43
6.1 Byggnadssimulering	43
6.1.1 Fönster	45
6.1.2 Ytterväggar.....	46
6.1.3 Vindsbjälklag	49
6.1.4 Ventilation.....	53
6.1.5 Balkonger	54
6.1.6 Renoveringsförslag.....	55
6.1.7 Känslighetsanalys	57
6.2 Termografering	58
6.3 Enkätundersökning	60
6.3.1 Allmänt om bostaden.....	60
6.3.2 Innemiljön	61
6.3.3 Temperatur och värmekomfort	62
6.3.4 Luftkvalitet	63
7. Diskussion.....	65
7.1 Klimatskalet.....	65
7.2 Ventilation.....	66
7.3 Termografering	67

Energieffektivisering av miljonprogrammet

7.4 Enkätundersökning	68
7.5 Elanvändning.....	69
7.6 Energiprisutveckling.....	69
8. Slutsatser och rekommendationer	71
9. Fortsatta studier.....	73
Bilagor	81
B1. Enkätundersökning lägenhet	81
B2. Sammanställning av enkätundersökning – Övriga synpunkter	87
B3. K-ritning, balkonginfästning.....	89
B4. Typfastighet enligt REPAB.....	90
B5. Värme-, el- och vattenförbrukning	91
B6. Fasadritningar	92
B7. Diagram från VIP+	95
B8. K-ritning, källarvägg	96
B9. K-ritning, källarvägg under balkonger.....	97

1 Inledning

Energi och kanske framförallt energianvändning är ett högaktuellt ämne. Det talas mycket om transportsektorns energianvändning, till exempel hur man kan minska bilars bränsleförbrukning. Men man skall komma ihåg att när det gäller energianvändningen i Sverige idag så står transportsektorn endast för 26 % av den totala energianvändningen. Det är faktiskt så att bostäder är en av de största energislukarna vi har. Uppvärmning och drift av bostäder står idag för cirka 40 % av Sveriges totala energianvändning, eller motsvarande 141 TWh (Energikunskap, 2009).

De byggnader som uppförs idag har genomgående bättre energiprestanda än byggnaderna som uppfördes för 40 år sedan, mycket på grund av energiprisets utvecklighet men också på grund av ett miljötänk som inte var lika utbrett tidigare. Om vi skall kunna sänka energianvändningen i Sveriges bostäder räcker det inte med att bygga nya energisnåla hus, vi måste framförallt energieffektivisera de byggnader som redan existerar. Detta är anledningen till att författarna av denna rapport har valt att analysera en byggnad som uppfördes under det som kallas miljonprogrammet. Dessa byggnader är inte bara "energislösare" utan många av de bostäder som byggdes mellan åren 1965-75 är även i behov av upprustning. Det finns läge för att slå två flugor i en smäll.

1.1 Bakgrund

Stena Sfären består av tre moderbolag Stena AB, Stena Sessan AB och Stena metall AB. Det finns cirka 19 000 anställda och de har en omsättning runt SEK 56 miljarder vilket gör dem till en av Sveriges största familjeägda företagsgrupper. Man kan hitta Stenas verksamheter runt om i världen med affärsområden inom färjelinjer, rederi, oljeborring, fastigheter, finans, investering samt återvinning, miljö och handel.

Stena fastigheter som ingår i Stena Sfären är ett av Sveriges största privata fastighetsbolag. De äger och förvaltar cirka 2,2 miljoner kvm fördelat på 24 000 bostäder och 3 000 lokaler belägna i storstäderna Göteborg, Malmö samt Stockholm men även i de mindre städerna Halmstad, Lund, Lomma och Uppsala. Målet med deras hyresrätter som upplåtelseform är att utveckla långsiktigt attraktiva boendemiljöer och arbetsmiljöer samt vara hyresgästens förstahandsval (Stena, 2010).

1.1.1 Området

Eftersom Stena fastigheter är ett stort fastighetsbolag, finns det kontor belägna runt om i Sverige, vi valde att kontakta Malmöförvaltningen som täcker hela Öresundsregionen. I Malmö finns de flesta fastigheterna i de centrala delarna bland annat nära Caroli köpcentrum, Södervärn och Möllevången. De kommersiella

Energieffektivisering av miljonprogrammet

lokalerna Stena har att erbjuda ligger centralt i Malmö samt vid andra attraktiva lägen där god kommunikation förekommer. Stena förvaltar ett större bostadsbestånd i Lindängen och Hermodsdal som ligger en bit ifrån centrum.

Fastigheten som Stena tilldelade oss att undersöka ligger på Hermodsdal med adressen Professorgatan 8 och är byggt 1963. Det är ett 8-våningshus med små och stora lägenheter, 1-4 rummare. Området består av ett välskött grönområde med grillplatser samt lekplatser, utomhusbassäng, amfiteater och ett affärscentrum. Alla lägenheter har balkonger och tillgång till hiss. Utanför finns det parkeringsplatser samt garage. Byggnaden är ett så kallat miljonprojekthus och fasaden samt lägenheterna är av äldre standard. Inga renoveringar har genomförts sen nybyggnad (Stenafastigheter, 2010).



Figur 1. Oversiktsvy Professorgatan 8 (Eniro, 2010)

1.1.2 Miljonprogrammet

Sverige hade en stor bostadsbrist under 1960-talet, hälften av landets bostäder saknade bad och dusch, omkring en tredjedel av Sveriges familjer var trångbodda t.ex. kunde familjer bo i enrummare eller tvårummare. Bostadsproblemet löstes med miljonprogrammet som pågick mellan 1965 och 1974. Lösningen skulle ge det svenska folket stora och moderna bostäder vilket det så även blev. Men nu 40 år senare finns det delade meningar angående dessa områden. Somliga tycker områdena är oanständiga miljöer att bo i och andra tycker det är bostäder med potential.

Som nämnt innan är huset vi ska undersöka en del av miljonprogrammet. Många förknippar miljonprogrammet med en miljon nya bostäder och de gamla

höghusområdena i storstäder. Något man lätt missar är att de flesta bostäder som byggdes faktiskt var trevåningsbyggnader i tegel med sadeltak. Dessutom var det en tredjedel av miljonprogrammets bostäder som byggdes till villor, parhus och radhus.

Mycket av det som byggdes står fortfarande kvar och är väl bebodda områden, de hus som står tomma är på orter som minskat i befolkning. Bostäderna är inga fuskbyggen utan det som ställt till problem är de nya material och konstruktioner som inte riktigt fungerade som det var tänkt. Tidspressen gav problem då somliga material tog slut hos leverantörerna och man fick börja testa andra tillämpliga ersättningsmaterial. Sättet man byggde på under miljonprogrammet håller inte de standarder som idag sätts för att sänka energiförbrukningen i dagens bostäder. Att åtgärder måste göras är en självklarhet (Svenskfast, 2008).

1.2 Syfte

Syftet med detta arbete är att teoretiskt analysera effekten av olika energibesparande åtgärder för ett flerbostadshus. De åtgärder som analyseras är inte enbart energi- och ekonomibesparande utan även en fråga om komfort för de boende. Syftet är även att minska fastighetens miljöpåverkan och rapporten ska kunna användas som vägledning till liknande byggnader i Sverige.

1.3 Metod

Första steget i utredningen blir att undersöka data om husets dimensioner och uppbyggnad. Protokollet av huset ger möjlighet till att ta reda på var energin som tillförs huset tar vägen, detta görs med hjälp av datasimuleringsprogrammet VIP+. Beräkningarna berättar hur mycket energi som försvinner via transmission, ventilation och så vidare. Resultatet av beräkningar ger en fingervisning om vad som bör undersökas mer noggrant.

Simuleringarna kompletteras med termografering och beräkning i HEAT2 för att visa eventuellt värmeläckage och dess storlek. För att styrka resultaten från simuleringarna och termograferingarna utförs även en enkätundersökning hos de boende för att se hur de boende uppfattar de beräknade värdena.

1.4 Avgränsning

Beräkningarna i denna rapport är baserade på ett objekt som är placerat i Malmö. Detta medför att de energieffektiviserande åtgärderna som utreds och beräknas endast kan jämföras med hus som har likartade förutsättningar. Den miljöhänsyn som tas i rapporten är i stort baserat på energianvändning och ingen hänsyn tas till exempelvis transport, tillverkning, miljöfarligt avfall och så vidare. Rapporten berör endast ekonomiska bitar översiktligt och kostnader för olika energibesparande lösningar tas inte upp. Inga mätningar har gjorts, fakta är baserad på protokoll och

ritningar. Fuktproblem som kan uppstå har inte behandlats i detalj. Tiden för att sammanställa denna rapport är begränsad till 30 högskolepoäng eller motsvarande 20 veckor per person.

1.5 Målgrupp för rapporten

Rapporten är framförallt riktad till Stena och andra hyresvärdar med liknande fastighetsbestånd. Ingenjörer ska även kunna använda rapporten som underlag för liknande undersökningar. Rapporten skall uppfattas som en förstudie.

1.6 Disposition

Denna rapport är disponerad på följande vis:

- Kapitel 2 och 3 ger en allmän byggnadsteknisk och installationsteknisk beskrivning.
- Kapitel 4 redogör för de hjälpmedel som används för att genomföra olika byggnadssimuleringar.
- I det femte kapitlet redovisas referenshusets uppbyggnad. Det vill säga hur de olika byggnadsdelarna är konstruerade. Här redogörs även för ventilationens flödesstorlek och den uppmätta användningen av värmeenergi och fastighetselektricitet.
- I kapitel 6 presenteras alla de simulerings- och mätvärden som framkommit i undersökningen. Avsnittet är uppställt på följande vis; värden från simuleringarna, termograferingen och till sist sammanställning av enkätundersökningen. Resultatet redovisas i respektive avsnitt.
- Kapitel 7 innefattar rapportens diskussionsdel, där författarnas personliga erfarenheter och tankar bearbetas.
- Till sist kommer slutsatser och rekommendationer till Stena fastigheter och för liknande byggnader. Efter detta avsnitt kommer förslag på fortsatta utredningar.

2. Byggnaden som system

Detta kapitel behandlar bakgrundsinformation som krävs för att förstå analys- och resultatdelen av rapporten.

2.1 Värmeisoleringsmaterial

Ett hus värmeisolerande förmåga beror till största del på vilket material som används och dess dimensioner. En byggnadsdels förmåga att isolera brukar anges i U-värde, eller möjligen i k-värde som det hette en gång i tiden. Om till exempel en yttervägg tillskrivs U-värdet 1 innebär detta att 1 watt "passerar" varje kvadratmeter av ytterväggen vid en grads temperaturskillnad mellan ute och inne. Detta ger enheten $W/m^2, ^\circ K$. En vägg med bra isolerande förmåga har alltså ett lågt U-värde. I tabellen nedan presenteras ett antal material och dess isolerande förmåga (Varmahus, 2006).

Tabell 1 visar några olika materials förmåga att leda värme (Varmahus, 2010).

Material	Tjocklek (mm)	Värmeledningstal ($W/m, ^\circ K$)	U-värde ($W/m^2, ^\circ K$)
Betong	200	1,7	8,5
Tegel	200	0,60	3,0
Trä	200	0,14	0,70
Mineralull	200	0,038	0,19
2-glasfönster	-	-	3,0
3-glasfönster	-	-	1,3

2.2 Fönster

Att ha många fönster i hus är dagens moderna arkitektur. Fönster är estetiskt tilltalande, släpper in dagsljus och skapar en god kontakt med omgivningen vilket vi onekligen behöver för vårt välmående. Tyvärr finns det inte bara fördelar med fönster utan även nackdelar. En av dessa är fönstrets stora energiutsläpp. Trots att det hela tiden utvecklas bättre fönster så är dess energiförlust ungefär 10 gånger så stor som för en vägg. En annan nackdel kan även vara solljuset som fönster släpper igenom. Solljuset hjälper till att värma upp bostäderna men nackdelen är att vi har som mest soltid under sommaren och det är just under denna årstid vi strävar efter att kyla ner våra bostäder. Så för mycket solinsläpp kan istället leda till en ökad

Energieffektivisering av miljonprogrammet

energianvändning åt att kyla ner bostäderna med hjälp av luftkonditionering eller ökad ventilation.

För att sätta ett värde på hur mycket energi som släpps igenom ett fönster från varm till kall sida anger man ett U-värde. Ett lågt U-värde betyder att fönstret har en bra isolering. Idag är det möjligt för fönstertillverkare att energimärka sina produkter. Det blir då enklare att välja ett fönster med bra isolering och ger även möjligheten att jämföra olika fönster. A-klassade är den bästa benämningen och tilldelas fönster med ett U-värde på $0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ eller lägre (Krögerström, 2007).

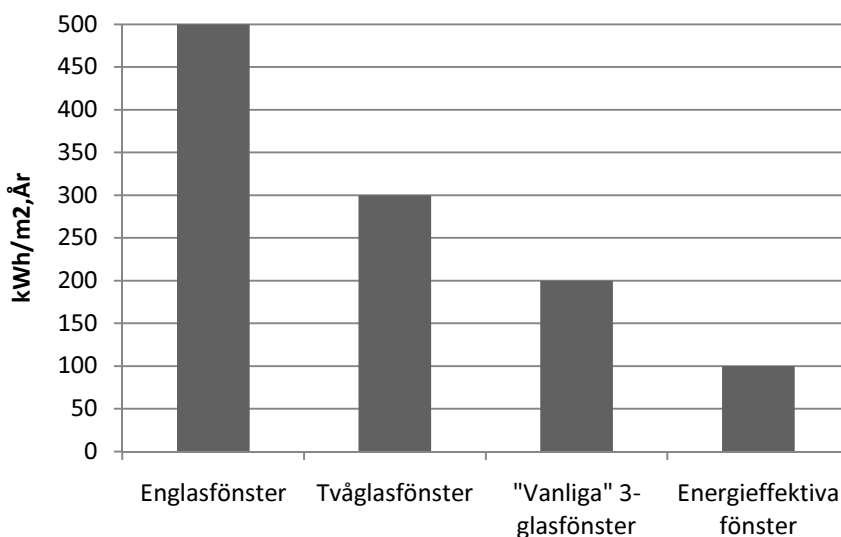


Diagram 1 visar fönsters energiförluster (Krögerström, 2007).

Enligt diagram 1 kan man se att energieffektiva fönster har en dubbelt så bra isolerande effekt jämfört med vanliga treglasfönster. Energieffektiva fönster är uppbyggda med en isolerruta och ett dubbelglas med innesluten ädelgas som leder igenom värme sämre än vad luft gör. En av rutorna har även en nästan osynlig beläggning som släpper igenom solljus lätt men hindrar energi från att ta sig ut genom fönstret. Karmar och bågar är även konstruerade för att släppa igenom så lite energi som möjligt. Vanliga treglasfönster har ungefär ett U-värde på $2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ och energieffektiva fönster ligger på $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ eller lägre (Krögerström, 2007).

Diagram 1 visar den tydliga utvecklingen på fönster då man i äldre byggen använde sig av englasfönster som släpper ut $500 \text{ kWh/m}^2, \text{år}$ till dagens energieffektiva fönster med en femtedel så lite energiutsläpp. Dåligt isolerade fönster kan även skapa kallras och strålningsdrag. Strålningsdrag uppstår när människan avger värme genom strålning mot kallare ytor till exempel dåligt isolerade fönster. När glasets innetemperatur blir lägre än 15 grader så känns det som man fryser. Kallras bildas när ett fönster släpper in kall luft eller kyler ner luften på insidan. Den kalla luften sjunker ner mot golvet och ger upphov till drag. Att motverka strålningsdrag och

kallras kan leda till att färre radiatorer krävs och en större yta av rummet kan användas där det annars har varit dragit. Att tillgodose byggnader med energieffektiva fönster tillför inte bara ett lägre energiutsläpp utan höjer även komforten (iwa21, 2010).

2.3 Tilläggsisolering

Ökande energipriser och ett ökat miljömedvetande har lett till att allt fler väljer att tilläggsisolera sina byggnader. Många av de äldre byggnaderna är dåligt isolerade och en framtida besparing kan lätt göras med tilläggsisolering. Det går att tilläggsisolera väggar, tak och golv. Rapporten behandlar inte golv eftersom det inte är en relevant åtgärd i detta fall. Det finns räkneprogram som räknar ut hur mycket man sparar på de olika tilläggsisoleringarna. Kontrollberäkningar bör göras innan man sätter igång med isoleringsprocessen för att se hur stor effekt man kan uppnå och ifall det är ekonomiskt försvarbart. Det kan vara bra att känna till att det inte är lönsamt med för mycket isolering. Diagram 2 visar att det inte blir någon större skillnad i värmeförlust när isoleringstjockleken börjar överstiga 50 cm.

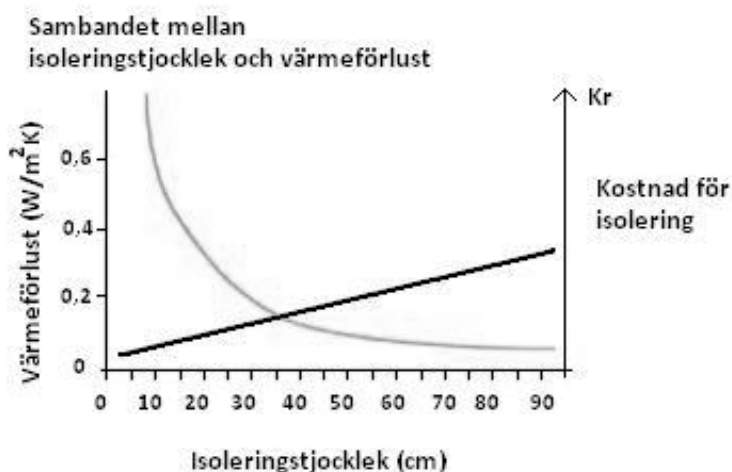
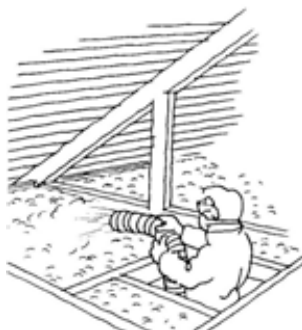


Diagram 2. Här visas sambandet mellan isoleringstjocklek och värmeförlust (föreläsning av Warfvinge, 2010).

Tilläggsisolering av befintliga byggnadsdelar medför inte bara en ändring av energibalansen utan även av fuktbalansen. Det kan lätt bli en negativ förändring i fuktbalansen och en noggrann analys bör göras av de nya förhållandena.

2.3.1 Tak

Det vanligaste alternativet är att tilläggsisolera taket då den är enklast genomförbar av de tre olika byggnadsdelarna. Isoleringen kan antingen utföras med skivor av mineralull eller cellplatt, lösull av mineralull eller cellulosafiber. Enklast utförbart är att lägga isoleringen på ovansidan av vindsbjälklaget. Man måste dock ta stor hänsyn till att vindsutrymmet blir kallare, detta ökar risken för kondens eller alltför hög relativ fuktighet. Fuktproblem kan då uppkomma som inte existerade innan tilläggsisoleringen.



Figur 2. Tilläggsisolering av vindsbjälklag (föreläsning av Warfvinge, 2010).

Väljer man att tilläggsisolera ett varmt tak medför det en varmare vind som är bra ur fuktsynpunkt. Det är viktigt att man inte täpper igen några ventilations- öppningar och kanaler eftersom ventilationen är nödvändig för en bra fuktbalans. Gällande besparningseffekten så är den lägre när man tilläggsisolerar taket utvändigt då processen är mer komplicerad att utföra än tilläggsisolering av vindsbjälklag. (Nevander & Elmarsson, 1994).

2.3.2 Vägg

När man tilläggsisolera ytterväggar har man tre olika sätt att välja mellan: invändig respektive utvändig och även inuti väggar förekommer. Alla tre åtgärder sänker energianvändningen men förändringen av fuktförhållandena blir olika. Rapporten bortser från det sistnämnda systemet.

Med utvändig tilläggsisolering menas att man monterar isoleringen på utsidan av ytterväggen. Detta kan göras med cellplast eller mineralull som sen förses med ett fasadskikt av puts, plåt, trä eller skalmur. Eftersom tilläggsisolering hamnar på utsidan av väggen blir den ursprungliga väggen varmare. Fuktförhållandet för systemet blir därför bättre efter åtgärden. Nackdelen med utvändig tilläggsisolering kan vara förändringen av exteriören. Ett minskat taksprång som förändrar husets proportioner och kan ge huset ett bunkerliknande utseende. Sockelsprången blir även större vilket ofta leder till en påbyggnad av sockeln, som kan vara olyckligt ifall man har en befintlig vacker sockel (skellefteamuseum.se).

Invändig isolering kan t.ex. göras med mineralull som placerar mellan reglarna. Lösningen kommer göra så den ursprungliga väggen blir kallare och får därför en högre medelfukthalt. Men att medelfukthalen blir högre behöver inte betyda att det blir fuktproblem i väggen eftersom att den största delen av värmemotståndet ligger i tilläggsisoleringen. Speciellt vid slagregnsrika trakter blir risken större för frostsador i fasaden. När man isolerar på insidan tas en del av bostadsytan upp och man får en mindre boarea. Då det ofta inte finns plats för någon tilläggsisolering i fönstersmygen kommer den bli kallare och risken för kondens ökar. Nackdelarna är många men den stora fördelen är att exteriören inte påverkas av invändig isolering och kan vara användbar när man har en detaljrik fasad. Invändig tilläggsisolering måste vara väl genomtänkt med en rimlig tjocklek för att ändra fuktbalans så lite som möjligt.

Att tilläggsisolera ytterväggar är i regel en kostsam åtgärd i endast energibesparande syfte. Man bör därför göra det i samband med andra större åtgärder t.ex. byte av fasad eller fönster. När man ska byta hela fönsterkonstruktionen dvs. inte bara glaset så behöver man ta bort en del av ytterväggen för att komma åt fönstret. Så att byta fönster samtidigt som ytterväggens utsida är borttagen pga. utvändig tilläggsisolering underlättar arbetet betydligt och framsiktig ekonomisk gynning blir enklare att uppnå. Tilläggsisolering av ytterväggar blir såklart även effektivare när man redan har ett planerat byte av fasaden.

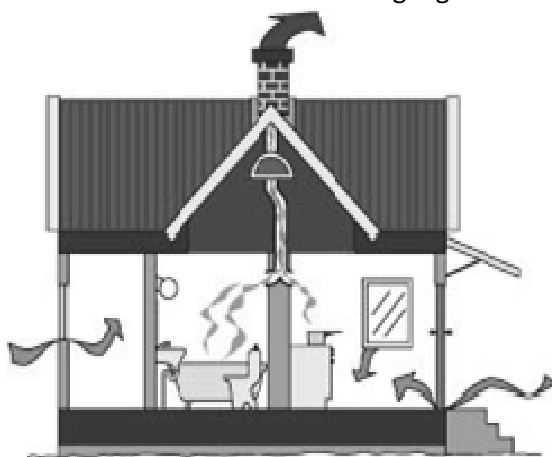
Att det finns risker med tilläggsisolering går ej att undvika. Men så länge man gör en väl genomtänkt och utförd lösning. Kommer återbetalningen gällande energibesparing och ekonomisk gynning bli större än riskerna speciellt ifall den befintliga byggnaden har dåligt isolerade väggar. Tilläggsisoleringen kan även motverka drag från kalla väggar, vilket underlättar en sänkning av inomhustemperaturen som i sin tur leder till ännu högre energibesparing (Nevander & Elmarsson, 1994).

2.4 Ventilation

En god luftkvalitet inomhus är viktigt för vår hälsa och för byggnaden. För att erhålla detta krävs det ett väl fungerande ventilationssystem. Ett dåligt inneklimat kan leda till koncentrationsvårigheter, dålig trivsel och sjukdomssymptom. Även materialen kan ta skada då en dålig ventilation kan skapa fukt- och mögelproblem som långsiktigt leder till "sjuka hus syndromet". Genom att ersätta eller förbättra äldre ventilationssystem finns det också stora möjligheter att spara energi.

2.4.1 Självdragsventilation

För att självdragsventilation ska fungera måste den friska luften kunna ta sig in genom otätheter, springor och ventiler i huset. Den förorenade luften ska sedan ta sig ut genom till exempel frånluftkanaler i kök och badrum. Självdragsventilation var extra vanligt i hus som byggdes före 1970-talet. Husen som byggdes var ofta otäta och ventilationen kunde skötas av självdraget där luften går ut och in genom otätheterna. Under sommaren och hösten blir det ofta ett dåligt självdrag eftersom temperaturskillnaden ute och inne är liten. Detta leder till en dålig luftomsättning i husen. Under vintern blir det en bra ventilation fast med stora energiförluster eftersom den kalla luften måste värmas upp. När en klimatskalsrenovering täcker igen för mycket otätheter och självdragsventilation blir för liten ska man skapa öppningar i skalet eller installera fläktar som sätter igång luftomsättningen.



Figur 3. Självdragsystem där luften tar sig in genom otätheter, springor och ventiler för att sedan passera ut som förorenad luft genom murstocken (Energimyndigheten, 2007).

Systemet är en enkel och underhållsfri lösning för ventilation. Det är tystlåtet och okänsligt för elavbrott då det saknar fläktar. Systemet kräver ingen elenergi men mycket värmeenergi går till spillo eftersom självdragsventilation ventilerar bort varm luft utan återvinning. Självdragsventilation kan skapa bakdrag vilket innebär att luften istället för att gå ut, går in genom frånluftkanalerna i kök och badrum. I vissa vädersituationer kan det även skapas övertryck vilket betyder att rumsluften pressas ut genom väggarna. Fukten i luften kan sedan kondensera inne i väggen och skapa mögel- och bakterietillväxt (Energimyndigheten, 2007).

2.4.2 Frånluftventilation

När det gäller frånluftsventilation använder man sig av en fläkt som ständigt är igång och skapar ett undertryck i huset. Med hjälp av undertrycket går luften alltid rätt väg genom huset. Friskluft går precis som i självdragsventilation in genom uteluftsventiler och otätheter. Den förorenade luften suges sedan ut med hjälp av

fläktsystemet. Ett reglerbart fläktsystem gör så man kan höja effekten under sommaren samt sänka den under vinter. Detta kommer att skapa det passande undertrycket som ger en bra ventilation oberoende av årstid.



Figur 4. Frånluftventilation med återvinning, 1. Luften tar sig in genom uteluftsdon 2. Luft passerar genom dörröppningar 3. Frånluftsdon som sitter i taket och är kopplade till pumpen 4. Köksfläkt med eget utsug via skorsten 5. Frånluftsvärmepump som oftast är ihop med en elpanna 6. Luft på ca 4 grader, från panna ut från huset (Energimyndigheten, 2007 (1)).

För att systemet ska hålla en bra funktion krävs det en del underhåll. Kanaler, ventiler och fläktar måste vara rena så luften kan passera obehindrat. Annars finns det risk att fläkten får lägre effekt då luftväxlingen inte är tillräcklig. Till skillnad från självdragsventilation finns möjligheten att återvinna den varma luften då man kan koppla in en värmepump till frånluftfläkten. Återvinningen kan spara upp till 50 % av energin för uppvärmning av huset (Energimyndigheten, 2007 (1)).

2.4.2.1 Frånluftsvärmepump

En värmepump fungerar enligt samma princip som en frysbox. I frysboxen tas värme inifrån boxen och transporterar den till utsidan. Värmepumpen fungerar på samma sätt fast istället för att ta värme inifrån boxen så tas värme från till exempel uteluften. När man talar om värmepumpar så kommer man ofta i kontakt med begreppet värmefaktor, eller COP. Värmefaktorn deklarerar hur mycket energi värmepumpen genererar per tillförd energi. Värmepumpar brukar vanligtvis ha en värmefaktor på cirka 2-3. Detta betyder alltså att för varje tillförd kWh tas 2-3 kWh ut som värme i huset. Ju högre värmefaktor desto bättre (Energirådgivningen, 2010).

En frånluftsvärmepump tar tillvara den värme som finns i frånluften och som i annat fall skulle gå förlorad till omgivningen. Frånluftsvärmepumpen är i sig själv ingen uppvärmningskälla utan skall ses som en komplettering till byggnadens huvudsakliga källa, till exempel fjärrvärme (Selinder mfl, 2003). En förutsättning för frånluftsvärmepumpar är att huset har mekanisk frånluftsventilation med en

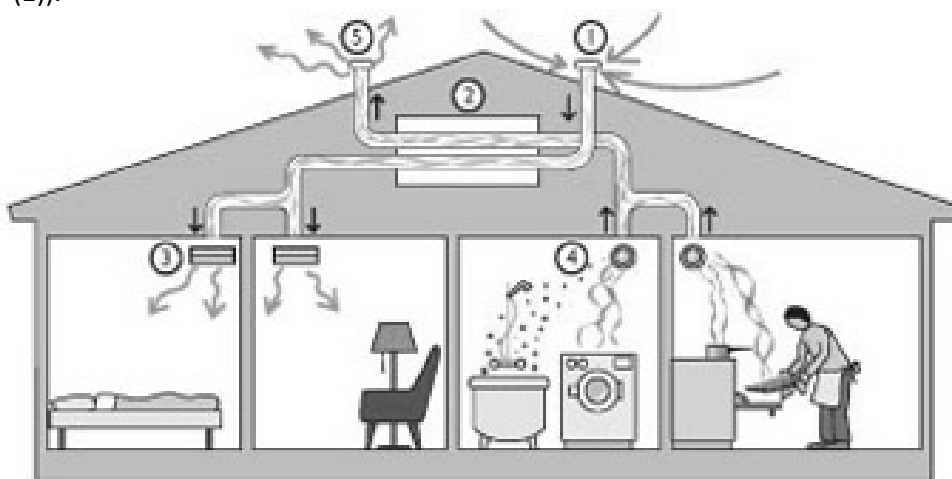
frånlufts kanal där pumpen kan hämta värme. Frånluftsvärmepumpen kan användas för att värma upp byggnaden eller till att värma tappvarmvatten (Energirådgivningen, 2010).

Schablonmässigt kan man säga att effekten från en frånluftsvärmepump, med en värmefaktor på cirka 3, är 500 till 700 W för en normallägenhet på 80 m². Då antas att frånluftens temperatur är 20-21°C och att frånluften kyls till max 5°C. Frånluftsvärmepumpens effekt för en lägenhet kan även jämföras med energin som krävs för att värma tappvarmvatten för två lägenheter (Johansson, 2001).

2.4.3 Från- och tilluftventilation med återvinning

Från- och tilluftventilation med återvinning även kallat FTX-system kan reglera den luft som kommer in och lämnar byggnaden. Systemet är uppbyggt med två kanalsystem en tilluftsfläkt och en frånluftfläkt. Fläktarna som tillför luft brukar placeras i sovrum och vardagsrum medan frånluftfläktarna placeras i tvätt, kök och badrum. Värmen återvinns i frånluften med hjälp av en värmeväxlare och ger en energibesparing på 50-80 % jämfört med utan återvinning av luften. Systemet kan tillföra stora mängder ventilationsluft och fungera i alla väderförhållanden.

FTX-system kräver underhåll, regelbunden rengöring av ventiler, fläktar, kanaler och ventilationsaggregat samt byte av filter för att uppnå en bra effekt. Det finns även från- och tilluft system (FT) som då saknar värmeväxling. Systemen fungera ungefär likadant och ofta är det enkelt att tillsätta en värmeväxlare (Energimyndigheten, 2007 (1)).



ed hjälp av
ne till

2.4.4 Ventilationsjämförelse

Tabell 2. För- och nackdelar med olika ventilationssystem

Ventilationssystem	Fördelar	Nackdelar
Självdagsventilation	<ul style="list-style-type: none"> • Enkelt och underhållsfritt • Okänsligt för elavbrott • Bullerfri, saknar fläktar 	<ul style="list-style-type: none"> • Återvinner inte den uppvärmda luften • Kan skapa bakdrag och övertryck • Dålig luftomsättning under sommar och höst
Frånluftventilation	<ul style="list-style-type: none"> • Reglering av fläkteffekten är möjlig • Möjlighet till värmeåtervinning med hjälp av värmepump • Alltid samma frånluftflöde 	<ul style="list-style-type: none"> • Inte bullerfri, kan störa ljudkänsliga • Underhåll krävs för bra effekt
FTX-System	<ul style="list-style-type: none"> • Reglerbart tilluftflöde och frånluftflöde • Enkelt att återvinna värme med hjälp av värmeväxlare • Alltid ett bra luftflöde 	<ul style="list-style-type: none"> • Inte bullerfri, kan störa ljudkänsliga • Underhåll krävs för bra effekt

2.4.5 Driftoptimering av ventilationssystemet

Om man har ett mekaniskt ventilationssystem så brukar det finnas åtgärder som kan göras. Det kanske finns delar i huset som inte används där man kan stänga av ventilationen. Anpassning av drifttider kan också göras beroende på byggnadens verksamhet. Om ventilationssystemet bara är igång under arbetstid sänks drifttiden med 79 % vilket motsvarar 6920 timmar per år. Så en stor energibesparing kan uppnås på arbetsplatser. Man måste dock tänka på att ventilerar bort eventuell byggfukt innan en drifttidsoptimering sätts i bruk. I bostäder där lägenheterna har egna aggregat är det möjligt att ventilationen behövsanpassas men det blir svårare i bostäder med gemensamt fläktsystem.

Energieffektivisering av miljonprogrammet

Vissa rum kan ha för mycket tilluftsflöde och en sänkning av ventilationsflödet är då möjligt. Det räcker att sänka ventilationsflödet med 20 % så har man redan halverat fläktens elenergibehov. I tabell 3 kan man se hur fläktens elenergianvändning beror av ventilationsflödets storlek.

Tabell 3, visar hur fläktens elanvändning beror på ventilationsflödets storlek (Warfvinge, 2010).

Flöde (m ³ /s)	Fläktel (kW)	Elenergibehov (kWh)
10	20	40 000
8	10	20 000
5	2	4 000

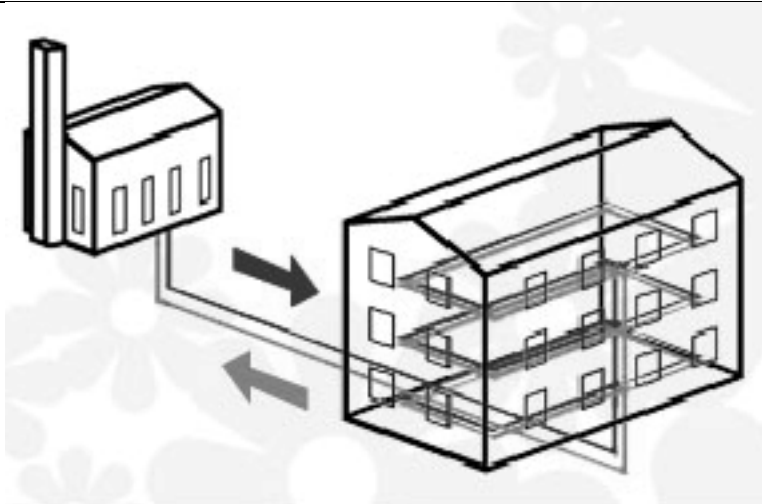
Socialstyrelsen (Socialstyrelsen, 1999) har satt upp allmänna råd enligt miljöbalken för ventilation av bostäder:

I bostäder bör det specifika luftflödet (luftomsättningen) inte understiga 0,5 rumsvolymer per timme (rv/h). Uteluftsflödet bör inte understiga 0,35 liter uteluft per sekund per kvadratmeter (l/s per m²) golvarea eller 4 l/s per person.

Eftersom en otillräcklig ventilation kan leda till dålig hälsa och byggnaden kan ta skada bör man ta hänsyn till detta råd och göra mätningar av tilluftsflödet innan sänkning av flöde.

2.5 Värmesystemet

Professorgatan 8 är en av många byggnader som använder sig av fjärrvärme. Ungefär hälften av all uppvärmning i Sverige kommer från fjärrvärme. Istället för att byggnader har sitt eget uppvärmningssystem, hämtas då värme från en gemensam uppvärmningsanläggning. Anläggningen har möjlighet att använda resurser som i vanliga fall hade gått förlorat, t.ex. spillvärme från industrin, energi ur avfall och rester från skogsavverkning. Det gör fjärrvärme till ett miljövänligt alternativ då hela samhällets energiförsörjning effektiviseras. Som figur 8 förklarar så värms vattnet upp i en anläggning och fördelas ut från olika undercentraler. Eftersom vattnet skickas tillbaka för återuppvärmning skapas ett slutet kretslopp, med noggrant isolerade rör nergrävda i marken.



Figur 6, fjärrvärme – Central anläggning som värmer upp byggnader (Fjärrvärme, 2005)

Finns det möjlighet att använda fjärrvärme som uppvärmning bör man välja detta. Inte bara ur miljöaspekt utan även kostnadsmässigt är detta ett bra alternativ. Fjärrvärme är även bra för inomhusmiljön då det inte ger dålig lukt eller alstrar ljud. Eftersom det är så pass enkel teknik och hög driftsäkerhet, behövs det knappast något underhåll (Fjärrvärme, 2005).

2.6 Köldbryggor

Köldbryggor är en lokal förändrig i klimatskärmen som medför ett ökat värmefflöde i dessa delar jämfört med övriga (Sandin, 2004). Vanliga exempel på köldbryggor i byggnader kan exempelvis vara; genomföringar där materialet har högre värmeledningsförmåga eller en lokal ändrig i klimatskärmens tjocklek. Genomföringar där materialet har olika värmeledningsförmåga är vanliga i balkonginfästningar. I gamla byggnader bryter man vanligtvis inte av balkongens betongplatta mot bjälklaget inomhus. Detta tillsammans med eventuell förstärkning av balkongen, t.ex. armeringsstänger, gör att balkongen fungerar som en kylfläns (Peterson, 2004).

Det finns sätt att minska värmegenomföringen vid balkonginfästningar och detta görs vanligtvis genom att avskilja betongplattan i infästningen med någon form av värmeisolerande material.

3. Energi i fokus

3.1 Boverkets krav på energihushållning

Boverket är den myndighet i Sverige som har ansvar för frågor om samhällsplanering, byggande och boende. Boverkets regelsamling för byggande, BBR (Boverkets byggregler) innehåller krav och råd gällande allt från bärförmåga och utformning till hygien och energihushållning. De råd och föreskrifter som BBR innehåller måste inte följas men om dessa följs så uppfylls de tekniska krav som plan och bygglagen ställer. De krav som boverket ställer gäller än så länge bara för nybyggnation och tillbyggnad, alltså inte för ombyggnader.

Boverket har delat upp Sverige i tre delar för att få en mer rättvis högsta energianvändning. Till klimatzon 1 hör Norrbotten, Västerbotten och Jämtlands län. Klimatzon 2 innefattar Västernorrlands, Gävleborgs, Dalarnas och Värmlands län och till slut klimatzon 3 som består av resterande län (Västra Götalands, Jönköpings, Kronobergs, Kalmar, Östergötlands, Södermanlands, Örebro, Västmanlands, Stockholms, Uppsala, Skåne, Hallands, Blekinge och Gotlands län).

Kraven är satta utifrån typen av uppvärmningskälla. Eluppvärmda byggnader har idag tuffare krav än byggnader med annan uppvärmning.

Tabell 4. Bostäder som har annat uppvärmningssätt än elvärme (BFS 2008:20).

Klimatzon	1	2	3
Byggnadens specifika energianvändning [kWh per m ² A _{temp} och år]	150	130	110
Genomsnittlig värmegenomgångskoefficient [W/m ² K]	0,5	0,5	0,5

Energieffektivisering av miljonprogrammet

Tabell 5. Bostäder med elvärme (BFS 2008:20).

Klimatzon	1	2	3
Byggnadens specifika energianvändning [kWh per m ² A _{temp} och år]	95	75	55
Installerad eleffekt för uppvärmning [kW]	5,5	5,0	4,5
+ tillägg då A _{temp} är större än 130 m ²	0,035(A _{temp} - 130)	0,030(A _{temp} - 130)	0,025(A _{temp} - 130)
Genomsnittlig värmegenomgångskoefficient [W/m ² K]	0,4	0,4	0,4

Boverkets definitioner lyder så här:

Byggnadens energianvändning

Den energi som, vid normalt brukande, under ett normalår behöver levereras till en byggnad (oftast benämnd köpt energi) för uppvärmning, komfortkyla, tappvarmvatten och byggnadens fastighetsenergi. Om golvvärme, handdukstork eller annan apparat för uppvärmning installeras, inräknas även dess energianvändning.

Byggnadens specifika energianvändning

Byggnadens energianvändning fördelat på A_{temp} uttryckt i kWh/m² och år. Hushållsenergi inräknas inte. Inte heller verksamhetsenergi som används utöver byggnadens grundläggande verksamhetsanpassade krav på värme, varmvatten och ventilation.

A_{temp}

Arean av samtliga våningsplan för temperaturreglerade utrymmen, avsedda att värmas till mer än 10 °C, som begränsas av klimatskärmens insida. Area som upptas av innerväggar, öppningar för trappa, schakt och dylikt, inräknas. Area för garage, inom byggnaden i bostadshus eller annan lokalbyggnad än garage, inräknas inte.

Hur den genomsnittliga värmegenomgångskoefficienten är definierad tas inte upp i denna rapport men den kan beskrivas som ett genomsnittligt högsta U-värde för byggnaden (Boverkets författningssamling, 2008).

3.2 Hushållsel

När man ska försöka sänka energianvändningen i bostäder bör man även kolla förbrukningen av hushållsel. Användningen av hushållsel har ökat betydligt sedan 1970. Största ökningen var under 1970- och 1980-talet. Förklaringen är bland annat ett ökat antal hushåll dessutom med ett ökat innehav av eldrivna hushållsapparater. Lägenheter i flerbostadshus har en ungefärlig hushållselförbrukning på 2800 kWh/år och småhus ligger runt 6200 kWh/år. Figuren nedan visar hur förbrukningen brukar vara fördelad i en lägenhet.

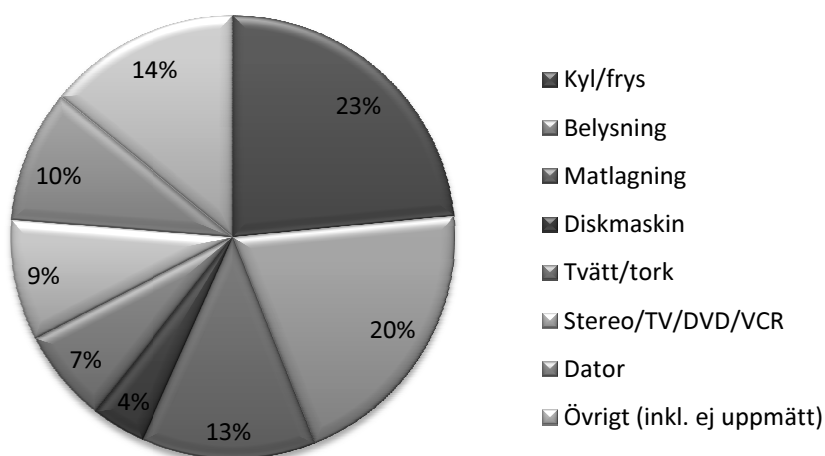


Diagram 3. Hushållsel i lägenheter (Lindén, 2008).

Kyl/frys är den största förbrukningskällan av el även om den har sänkts betydligt efter att energimärkningssystemet infördes på kyl och frys. Belysning kommer tätt efter och upptar 20 % av förbrukningen. Trots utvecklingen av lågenergilampor har det inte skett stora förändringar på elförbrukningen då det gäller belysning om man jämför med hushållens elanvändning år 2001. Detta är förbryllande, då det finns lågenergilampor mellan 5 och 32 watt som motsvarar glödlampor mellan 25 och 150 watt.

Tabell 6. Lågenergilampans effekt (Hemljus, 2010).

Lågenergilampor (W)	5	7	9	11	12	13	15	18	20	23	25	32
Glödlampor (W)	25	40	40	60	60	60	75	75	100	120	100	150

Tabell 6 visar att lågenergilampor är ungefär 5 gånger så effektiva (Hemljus, 2010). En drastisk sänkning av energianvändningen på belysning borde eftersträvas, det som krävs är fler som väljer att ersätta sina glödlampor med lågenergilampor. Gällande tvätt/tork så har det skett en betydlig minskning av elförbrukningen. Den stora innovationen av nya apparater och teknik för hushåll gör att stereo/TV/DVD/VCR och dator har ökat betydligt. Det finns många faktorer som påverkar diagram 3. Förekomsten av apparater i hushållet och hur man använder dessa spelar stor roll. En annan faktor är hur mycket energi som går åt vid användning av de olika apparaterna (Lindén, 2008).

3.3 Energifprisutvecklingen

3.3.1 Energianvändning i flerbostadshus

SCB (Statens energimyndighet & SCB, 2010) har i uppdrag av statens energimyndighet publicerat tabeller som visar fördelningen av energianvändning i flerbostadshus. Cirkeldiagrammet till höger visar att fjärrvärme stod för 93 % av energianvändningen år 2008. El stod endast för 5 % och övriga energikällor för resterande 2 %. Övriga energikällor är t.ex. olja, gas, ved och pellets. Diagram 5 visar hur fjärrvärmeanvändningen för flerbostadshus har utvecklats i Sverige. Innan 1970 så användes knappt fjärrvärme, istället stod olja för den

största energianvändningen i flerbostadshus (Fröling & Dalenbäck, 2007). De två oljekriserna som startade

under 1970-talet på grund av oktoberkriget och oroligheterna i mellanöstern i samband med Iranska revolutionen 1979 ledde till att priserna på olja började öka drastiskt. De höga oljepriserna har resulterat till en minskad användning av olja, år 2008 stod olja endast för 0,2 % av energianvändningen i flerbostadshus (SCB, 2009). Fjärrvärme står för den stora ersättningen av olja och dominerar idag marknaden som ett miljövänligare val med ett lägre pris.

Total energianvändning i flerbostadshus, år 2008

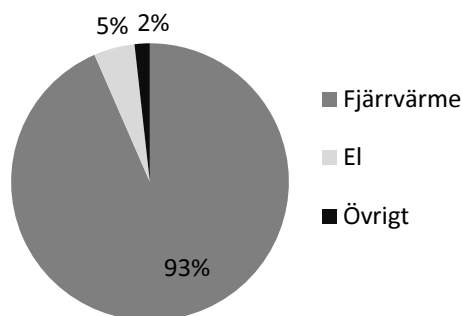


Diagram 4. Energianvändning i flerbostadshus år 2008 (SCB, 2009).

Energieffektivisering av miljonprogrammet

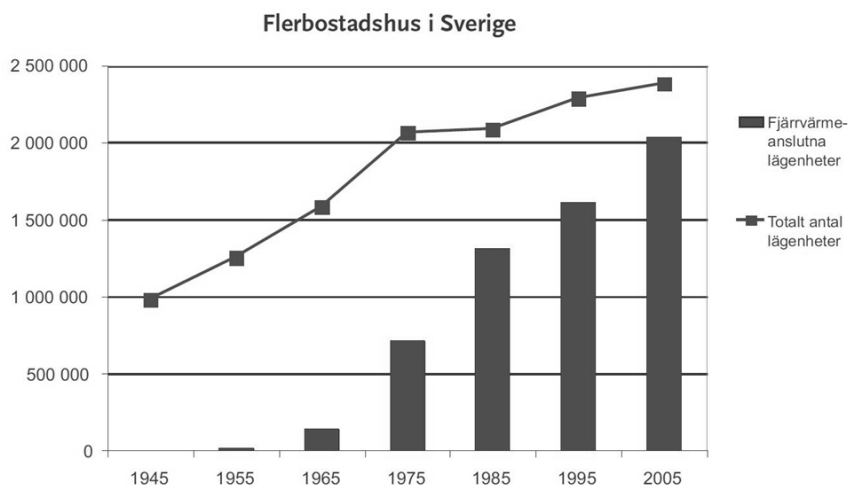


Diagram 5. Fjärrvärmeanvändning i Sveriges flerbostadshus (Fröling & Dalenbäck, 2007).

3.3.2 El

Statistiska centralbyrån (SCB) redovisar uppgifter om elnätföretagens priser en gång per år. Statistiken baseras på elnätföretagens priser som redovisas till energimarknadsinspektionen. Ingen hänsyn tas till företagets marknadsandelar utan priserna redovisas som ovägda medelvärden. Beroende av vilken typ av kund det gäller, var elnätspriserna den 1 januari 2010 i genomsnitt 5,9–6,9 % högre än 1 januari 2009. Man kunde se ungefär samma prisökning året innan med ett genomsnitt som låg mellan 5,1–7,5 %. Däremot var prisökningen åren innan betydligt lägre. Enligt värden tagna från SCB så har elpriserna ökat runt 24 % de senaste 10 åren.

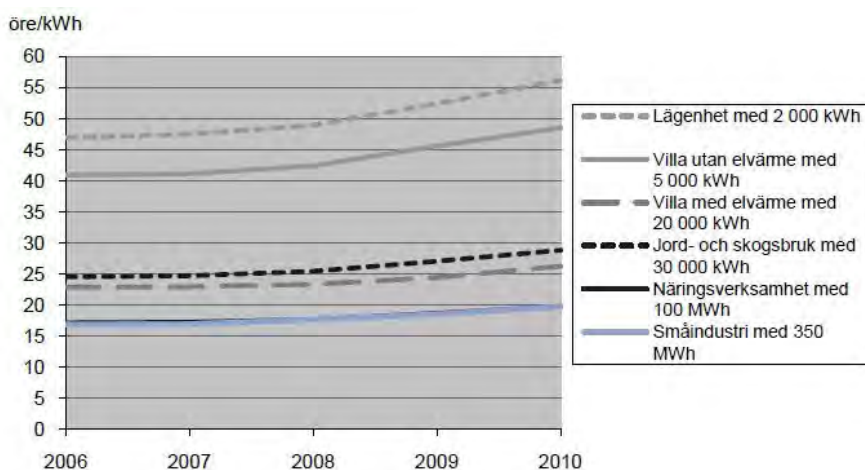


Diagram 6. Elprisutvecklingen exkl. moms (Statens energimyndighet & SCB, 2010).

Energieffektivisering av miljonprogrammet

När man studerar diagram 6 och 7 kan man se att elnätpriserna varierar för hushållen, där de mindre elkunderna får betala mer. Diagram 7 beskriver det totala elpriset för hushållskunden, där ingår förutom elpriset även elcertifikatpris, elnätpris, skatt och moms. Man kan se en drastisk ökning för hushåll med en årlig konsumtion mindre än 1000 kWh, här har priset det senaste året ökat med drygt 18 % (Statens energimyndighet & SCB, 2010).

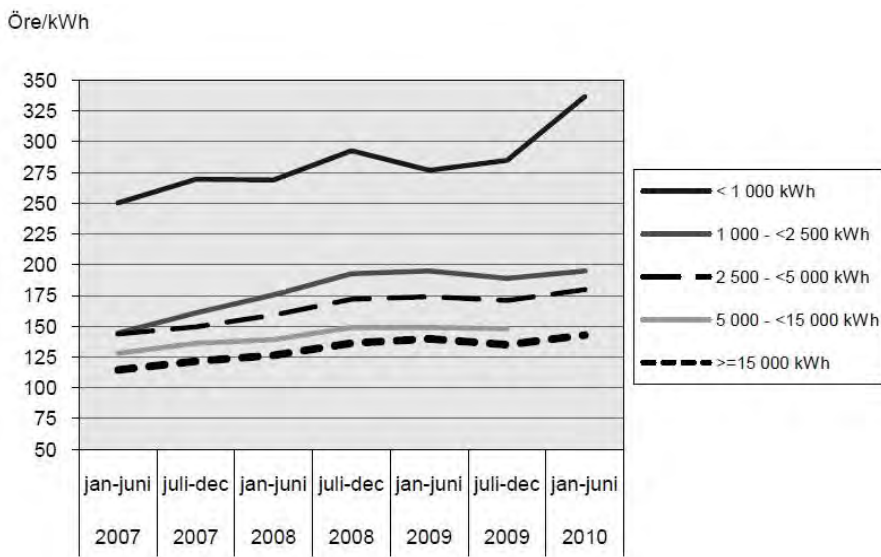


Diagram 7. Totalt elpris för hushållskunder, undersökningsmetod fr.o.m. 2007 (Statens energimyndighet & SCB, 2010).

Under de kommande två åren tror Lunds energi att en höjning på 20-30 % är möjlig. Anledningen till detta är det Svenska kraftnätsförslaget om att införa prisområden i Sverige. Förslaget innebär att Sverige delas upp i fyra olika områden. Eftersom det råder brist på producerad el i södra Sverige kommer priserna med största sannolikhet höjas mest här nere (Ström, 2010).

3.3.3 Fjärrvärme

SCB har sammanställt priser för fjärrvärmeleverantörerna som avser flerfamiljhus. Detta omfattar både det fasta och rörliga priset. Vilket sedan läggs ihop till ett medelpris i kr/MWh (inklusive moms). I undersökningen tillfrågas 15 fjärrvärmebolag och inget bortfall förekommer eftersom uppgiftslämnarplikt föreligger. Hos vissa av de större leverantörerna varierar fjärrvärmepriiset relativt kraftigt över året, vilket man kan se i diagram 8. Fjärrvärmepriiset har i allmänheten ökat varje månad jämfört med motsvarande månad det föregående året, detta sedan år 2001 och framåt. Priserna är lägst under juni – augusti och högst under januari – mars.

Energieffektivisering av miljonprogrammet

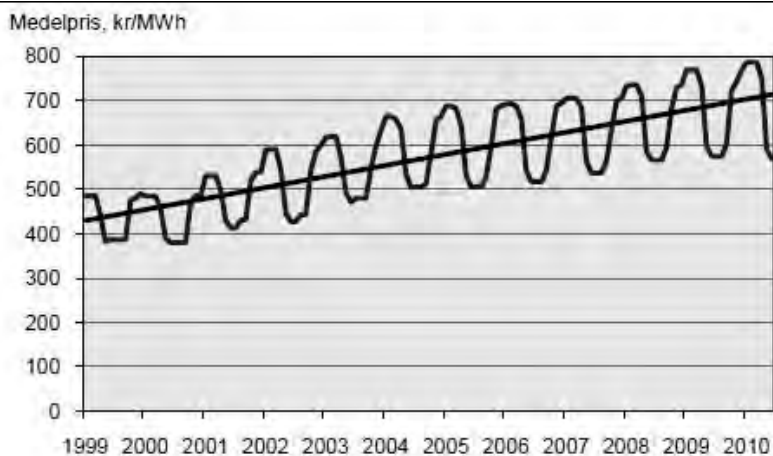


Diagram 8. Fjärrvärmepreiser för flerbostadshus (Statens energimyndighet & SCB, 2010).

Diagrammet visar att fjärrvärmepriset har ökat med ungefär 36 % de senaste 10 åren. Fjärrvärme är fortfarande det billigare alternativet jämfört med el. Om man tittar på diagram 7 och 8 kan man se att genomsnittspriset för fjärrvärme till flerbostadshus idag ligger på ca 70 öre/kWh, vilket är betydligt lägre än elkostnaderna, där lägsta priset ligger runt 150 öre/kWh (Statens energimyndighet & SCB, 2010).

4. Byggnadssimulering

För att tydliggöra vilka delar av huset som påverkar dess värmebehov görs en så kallad energianvändningsberäkning. En energianvändning för en byggnad kan vara väldigt olik energianvändning för en liknande byggnad beroende på vilken aktivitet som bedrivs. När det gäller beräkningen av ett bostadshus energianvändning brukar dessa poster användas.

$$Q_{Energi} = Q_{Värme} + W = Q_t + Q_l + Q_v + Q_{tvv} + Q_{dr} + W_f + W_h - Q_{vd} - Q_{Tillskott} - Q_{Sol}$$

Där:

Q_{Energi} = Energibehov vid normal och avsedd användning av huset

$Q_{Värme}$ = Värmebehov vid normal och avsedd användning av huset

W = Elbehov vid normal avsedd användning av huset

Q_t = Värmeförluster på grund av transmission genom byggnadens omslutande ytor

Q_l = Värmeförluster på grund av luftläckning genom otätheter i klimatskärmen och/eller förorsakade av vädring

Q_v = Värmebehov för ventilation, räknad som uppvärmning av uteluft till innetemperatur

Q_{tvv} = Värmebehov för uppvärmning av tappvarmvatten

Q_{dr} = Distributions- och reglerförluster inne i huset

W_f = Elanvändning för att driva motorer till pumpar och fläktar, drivel till frånluftsvärmepumpar och övrig så kallad fastighetsel

W_h = Hushållselanvändning

Q_{vd} = Värme som kan återvinnas och tillgodogöras huset genom installerad ventilationsvärmeväxlare, frånluftsvärmepump, solfångare, avloppsvärmeväxlare eller dylikt

$Q_{Tillskott}$ = Värmetillskott som kan tillgodogöras för att ersätta värmeförlust i huset från så kallade internlasters såsom värme från personer, från hushållselanvändning, från tappvarmvatten och eventuellt övriga tillskott inom huset

Q_{Sol} = Värmetillskott genom solinstrålning genom fönster som huset kan tillgodogöra

Som synes blir det fort en stor mängd indata som blir besvärlig att hantera vid handräkning. Vid arbetet i denna rapport har därför simuleringsprogram använts. Byggnadssimuleringsprogrammet VIP+ har använts för beräkning av husets energianvändning och vid beräkandet av husets totala energianvändning.

Det bör nämnas att den stora skillnaden i energianvändning i ett bostadshus gentemot en lokalbyggnad består av värmeförlust. I arbetslokaler är den interna värmeutvecklingen ofta väldigt stor vilket kan leda till ett stort värmeöverskott under stora delar av året (Abel & Elmroth, 2006).

4.1 VIP+

Programmet är konstruerat för att beräkna energianvändningen i en byggnad. För att åstadkomma detta måste en mängd olika parametrar matas in och förmågan att lägga in ett specifikt objekt är stor, det går att variera i stort sett allt. VIP+ arbetar utifrån fyra huvudområden. Dessa är solinstrålning, värmelagring/värmeledning, luftsystemet och klimatpåverkan. Mycket av det som behövs för simuleringen finns färdig programmerat i programmet och behöver därför inte anges. Solinstrålningen finns till exempel i en klimatdatafil som hämtas beroende på var huset är placerat rent geografiskt. Alla dessa värden är som sagt varierbara för att få ett så exakt resultat som möjligt. Värmelagring och värmeledningsberäkningarna bygger på att användaren matar in så mycket information som möjligt om dimensioner och materialtyp, varpå programmet beräknar isoler- och värmelagringsförmågan utifrån detta. Programmet beräknar årsenergibehovet för det aktuella huset och kan inte användas direkt för att till exempel dimensionera ett kyl- eller värmesystem. En stor fördel med VIP+ gentemot konkurrerande enklare programvaror är att VIP+ använder sig av en så kallad dynamisk beräkningsmetod vilket gör det möjligt att analysera resultaten timme för timme och inte bara över en längre tidsperiod (VIP, 2010).

4.2 HEAT2

HEAT2 används för att i två dimensioner simulera och visualisera olika värmeledningsproblem, detta är till stor hjälp vid detaljstudier av till exempel köldbryggor. Programmet är grafiskt i den mening att problemområdet ritas upp i programmet med hjälp av rektanglar som tillskrivs olika egenskaper (Building physics, 2009).

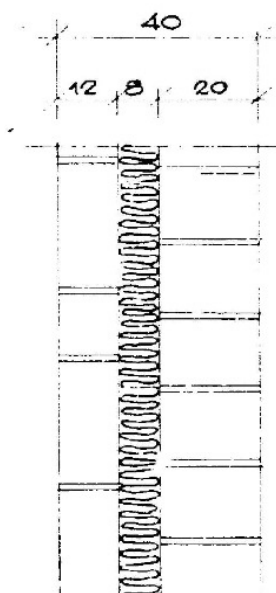
5. Referenshuset

5.1 Utformning

Professorsgatan 8 rymmer 80 lägenheter fördelat på 8 våningar. Lägenheternas storlek varierar mellan 1 och 4 rum, alla lägenheterna har balkong. Inga betydande åtgärder har gjorts i byggnaden sedan nybyggnadsåret, 1963. Därför har ytor och dimensioner tagits direkt från originalritningarna. I detta avsnitt presenteras hur byggnaden är konstruerad och byggnadsdelarnas U-värden enligt VIP+.

5.1.1 Yttervägg

Ytterväggen är en tegelkonstruktion som består av månghåltegel, mineralull och fulltegel. Väggen är även förankrad med galvaniserade stänger. Väggen är uppbyggd enligt måtten (inifrån och ut): 12 cm månghålstegel, 8 cm mineralullskiva, 20 cm fulltegel och förankringen 4 stycken galvaniserade förankringar (5) /m². Denna konstruktionsdel har en värmegenomgångskoefficient på 0,454 W/m²K.

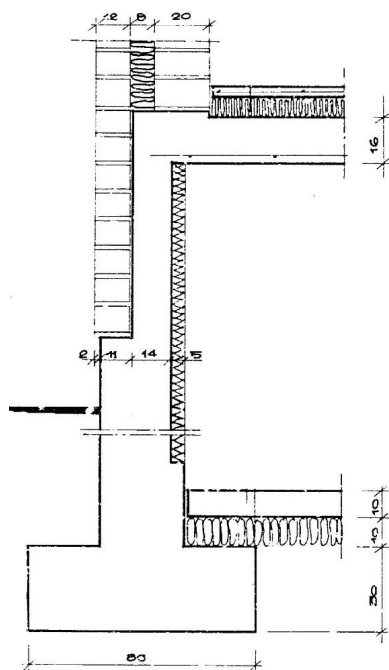


Figur 7. Den allmänna ytterväggen, tagen ur de ursprungliga k-ritningarna.

5.1.2 Källarvägg och grundbjälklag

Som man kan se i figur 8 så förändras källarväggens uppbyggnad med dess höjd. Vid beräkningarna generaliseras därför väggen till en konstruktion som har samma sammansättning längs hela väggens höjd för att på så sätt förenkla uträkningarna. Den uppbyggnad som används är (utifrån och in): 31 cm betong och 5 cm träullsplatta. Detta ger ett U-värde på 0,633 W/m²K.

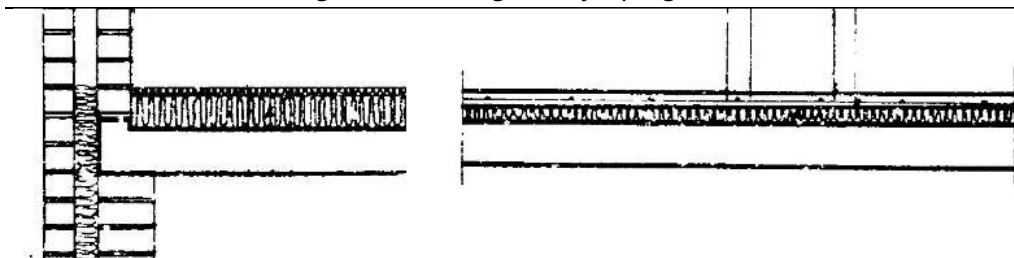
Själva källargolvet består av 10 cm betong som är gjuten ovanpå ett 10 cm tjockt lager av makadam. Vissa delar av plattan har ett betydligt tjockare betongskikt, 25 cm, detta för att klara tyngden av monterbara pelare. Tanken är att dessa pelare skall monteras mellan bottenplattan och bottenbjälklaget när källaren skall användas som skyddsrum för att ge bottenbjälklaget en extra stabilitet. Variationer i bottenplattans tjocklek tas inte hänsyn till vid byggnadssimuleringarna.



Figur 8. Källarväggen och bottenplattans utformning. Bilden är hämtad ur de ursprungliga K-ritningarna.

5.1.3 Vindsbjälklag

Vindsbjälklagets utformning skiljer sig beroende på var i huset man befinner sig. I ett område närmast ytterväggen är isoleringstjockleken betydligt större än mitt under taknocken. Detta beroende på att stora delar av vinden används som förvaringsutrymme. Man har därför gjutit ett golv i förrådsutrymmet i samma nivå som isoleringen, se figur 9. Närmast ytterväggen är vindsbjälklaget uppbyggt enligt (uppifrån och ner): 2 cm mineralullsmatta, 10 cm mineralullsfilt och 12 cm betong. Övriga vindsbjälklag är uppbyggda på följande vis: 4 cm betong, 7 cm mineralullsskiva och 12 cm betong. Detta ger ett U-värde på $0,379 \text{ W/m}^2\text{K}$ respektive $0,601 \text{ W/m}^2\text{K}$.



Figur 9. T.v. Vindsbjälklagets infästning i ytterväggen. Vindsbjälklagets isolering är inte överbyggd eftersom att takhöjden här inte är tillräckligt stor för att göra platsen åtkomlig. T.h. Visar den del av vindsbjälklaget som är överbyggd med betong för att kunna användas som förvaringsyta. Här är isoleringstjockleken betydligt mindre än vid ytterväggen.

5.1.3 Ventilationssystemet

Ventilationen i huset är av typen mekanisk frånluftsventilation och det finns ingen form av värmeåtervinning ur frånluften. Ventilationsvärden enligt den senaste obligatoriska ventilationskontrollen:

- Trapphus A, 2450 l/s
- Trapphus B, 2450 l/s

Värdena kan räknas om till en total luftomsättningshastighet på 1,04 omsättningar/timme.

5.2 Energianvändning

Fjärrvärme används för uppvärmning av Professorgatan 8. År 2009 användes 780 461 kWh, vilket är något lägre än för 2008 och 2007 då det användes 788 831 kWh respektive 783 590 kWh enligt bilaga B5. Denna byggnads energibehov för uppvärmning kan jämföras med andra byggnader som är konstruerade under samma period. Typenergibehovet för dessa byggnader är cirka 150 kWh/m²År (REPAB, 2008), se bilaga 3. Vilket stämmer väldigt bra överrens med Professorgatan 8 som har ett värmeenergibehov på 147 kWh/m²År. Under hela byggnadens livslängd har inga åtgärder gjorts för att sänka energibehovet. De mindre energiskillnaderna kan förklaras som t.ex. olika årstemperaturer. Januari är den mest energikrävande månaden på året då värmeförbrukningen ligger runt 104 000 kWh. Normal medeltemperaturen i Malmö 1961-1990 för januari månad var 0 °C och under åren 2007-2009 var medeltemperaturen 3 °C, 1 °C och -1 °C i januari månad. Juni och juli är de minst energikrävande månaderna då värmeförbrukningen ligger på ca 27 000 kWh. Energianvändningen blir lägre då lägenheterna knappast kräver någon uppvärmning och förbrukning av varmvatten blir istället den största faktorn.

Tabell 7. Energianvändning Professorgatan 8.

År	2007	2008	2009
Värme (kWh)	783 580	788 831	780 461
EI (kWh)	151 486	141 921	134 584

Som tabell 7 visar, är det uppvärmningen som tar mest energi. Elanvändningen ligger runt 140 000 kWh/år med en sänkning på knappt 20 000 kWh sedan år 2007. Elanvändningen varierar ganska lite beroende på årstid. Vinterhalvåret urskiljer sig med lite högre elanvändning.

5.3 Sammanställning

- Byggnadsår, 1963
- 8 våningshus
- Totalt 80 lägenheter
- 1-4 rums lägenheter
- Tegelkonstruktion
- Frånluftsventilation utan värmeåtervinning
- Total luftomsättningshastighet, 1,04 oms/h
- Uppvärmningskälla, fjärrvärme
- Värmeenergiebehov, 147 kWh/m²År

6. Analys och resultat

Detta avsnitt redovisar de värden som har framkommit i de olika utredningarna tillsammans med resultatet.

6.1 Byggnadssimulering

Eftersom all information som behövs för att genomföra beräkningarna kan vara svår att få tag på så finns det vissa antagande som måste göras inför en byggnadssimulering. Antagandena är enligt följande:

- **Solreflektion:** Programmet räknar med hur stor del av solstrålningen som träffar området som reflekteras mot byggnaden. En mörk yta ger en liten reflektion och en ljus yta ger en stor. Om byggnaden exempelvis hade varit omgiven av snö hela året hade solreflektionen varit väldigt stor. Med tanke på omgivningen uppskattas solreflektionen till 35 %, som är ett normalvärde för denna typ av bebyggelse (VIP+, 2010).
- **Vindhastighet:** VIP+ hämtar uppgifter om vindhastigheten på den aktuella platsen från en klimatdatafil. Dessa vindhastigheter är värden som är uppmätta på en vindutsatt plats. Vindhastigheten måste därför korrigeras med hänsyn till hur utsatt den aktuella platsen är. Med hjälp av programmets manual uppskattas detta värde till 70 % av klimatdatafilen.
- **Fläktar:** Information om fläktarnas tryck och verkningsgrad saknas, därför sätts dessa till normalvärden för denna fläkttyp. Men tanke på att återvinning saknas bör fläkttrycket vara cirka 200 Pa och verkningsgraden ungefär 55 %.

Energieffektivisering av miljonprogrammet

Första byggnadssimuleringen som genomfördes var av byggnaden i sin befintliga form och resultatet blev enligt diagrammen nedan:

Tillförd energi

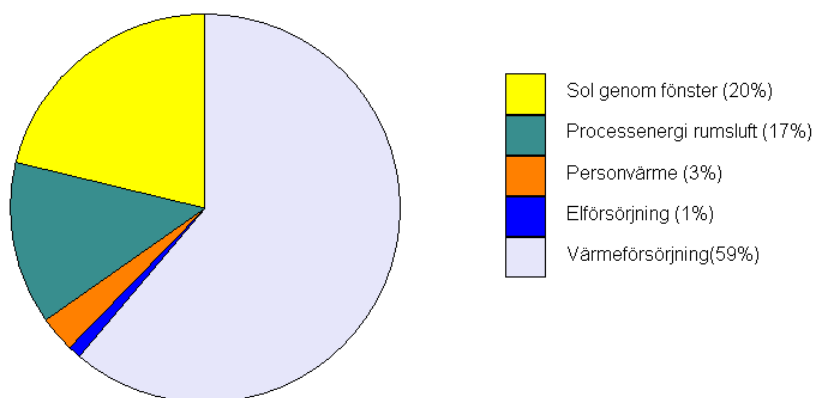


Diagram 9. Detta diagram visar fördelningen av den energi som tillförs Professorsgatan 8.

Avgiven energi

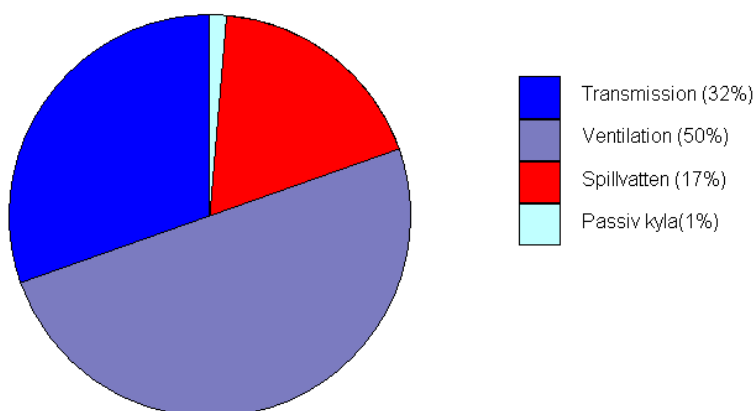


Diagram 10. Här kan man se var energin som tillförs byggnaden tar vägen.

Den i särklass största avgiftsposten för energi är ventilationen. Hälften av energin som tillförs byggnaden avges via ventilationen. Transmissionen, alltså den energi som går ut genom väggar, tak och fönster, står för 32 % av den avgivna energin. Genom att studera dessa diagram kan man se var den största energibesparande potentialen finns.

6.1.1 Fönster

Simuleringar i VIP+ visar att fönstrens U-värde har ett linjärt samband med byggnadens totala energianvändning. Tabell 8 visar effekten av ett fönsterbyte. Besparingen som redovisas i tabellen visar hur mycket energi som skulle kunna sparas jämfört med 2009 års normalårskorrigerade användning.

Tabell 8. Effekten av enbart fönsterbyte, förklaring av U-värde hittas på nästa sida.

U-värde*	Förbättring, %	Besparing, kWh/år
2,7	0,00	0
2,5	1,94	15113
2,3	3,86	30120
2,1	5,78	45127
1,9	5,98	46670
1,7	7,95	62049
1,5	8,35	65189
1,3	10,32	80569
1,1	12,29	95948
0,9	14,24	111168

Diagram 11 visar hur fönstrens U-värde påverkar byggnadens totala energianvändning. U-värden ner till 0 är beräknade, även fast detta inte är praktiskt möjligt. De värden som är simulerade visas med små kvadrater i diagrammet.

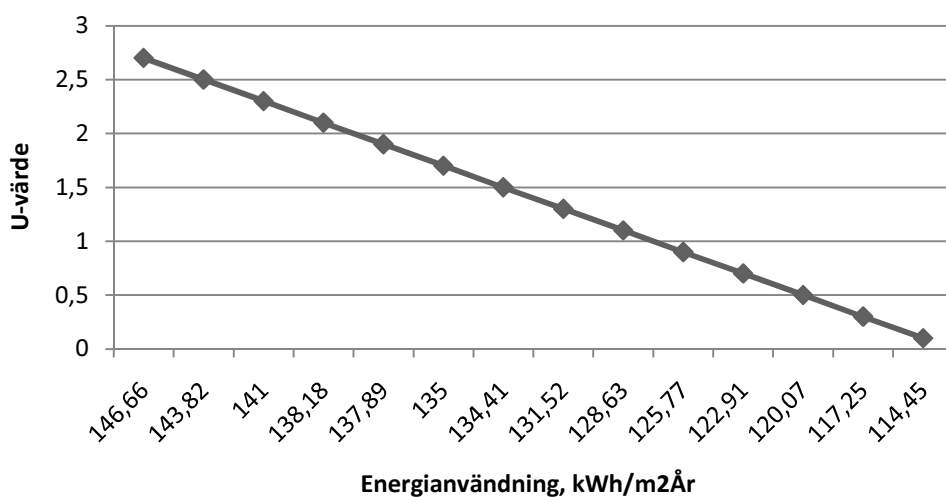


Diagram 11. Fönstrens isolerande effekt som funktion av husets totala energianvändning.

Energieffektivisering av miljonprogrammet

De nuvarande fönstren har ett U-värde på 2,7, vilket i moderna mått mätt är väldigt dåligt. Som man kan se i diagram 11 så förändras byggnadens värmeenergianvändning snabbt när U-värdet varieras. Diagrammet för fönstren ser något annorlunda ut i jämförelse med till exempel ytterväggarnas diagram. Detta på grund av att det inte finns någon isoleringstjocklek att jämföra mot värmeenergianvändningen utan endast U-värde.

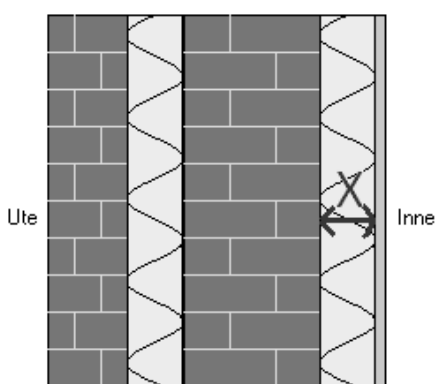
* Eftersom att det inte endast är U-värdet som ändras vid byte till bättre fönster, även g-värde och täthet, så simuleras de olika värdena med olika fönstertyper.

U-värde:	2,7 – 2,1	2glas normal
	1,9 – 1,7	3glas normal
	1,5 – 1,3	2glas energi
	1,1 – 0,0	3glas energi

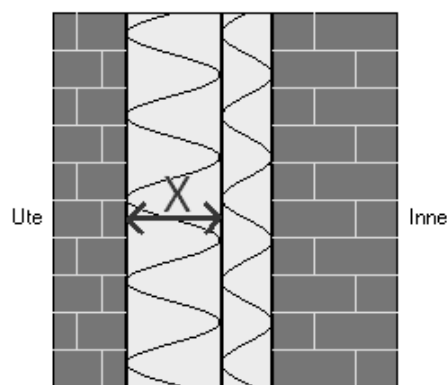
6.1.2 Ytterväggar

Ytterväggarna har simulerats enligt två principer:

- Invändig tilläggsisolering: Här fästes mineralullsskivor direkt på ytterväggens insida och slutes med en 13 mm gipsskiva enligt figuren nedan.
- Utvändig tilläggsisolering: I detta alternativ demonteras det yttersta lagret av tegelfasaden och tilläggsisoleringen läggs på den befintliga isoleringen (alternativt ersättes denna med ny isolering). Vi får alltså figuren nedan.



solering av yttervägg.



ing av yttervägg.

Det som har gjorts i de olika simuleringarna är att isoleringstjockleken har varierats, se X-måttet i figur 10 och 11, från 5 cm till 50 cm. Detta för att få en bild över hur värmeenergianvändningen beror av isoleringstjockleken.

Tabell 9. Effekter av en invändig tilläggsisolering enligt givna kriterier.

Tilläggsisolering, cm	Förbättring, %	Besparing, kWh/år
5	2,28	17774
10	3,83	29892
15	4,79	37420
20	5,47	42654
25	5,96	46520
30	6,34	49458
35	6,64	51811
40	6,87	53631
45	7,07	55153
50	7,23	56436

Tabell 10. Effekter av en utvändigt tilläggsisolering enligt givna kriterier.

Tilläggsisolering, cm	Förbättring, %	Besparing, kWh/år
5	2,90	22670
10	4,68	36544
15	5,78	45088
20	6,54	51025
25	7,10	55397
30	7,52	58706
35	7,86	61360
40	8,14	63533
45	8,37	65341
50	8,56	66844

Som man kan se i tabellerna så är en utvändigt tilläggsisolering bättre redan från början. Detta trots att isolertjockleken är samma och att det invändiga alternativet även har en större mängd material i form av en gipsskiva.

I diagram 12 illustreras hur ytterväggens U-värde beror på isoleringstjockleken. Här ser man att kurvan planar ut när isoleringstjockleken ökar.

Energieffektivisering av miljonprogrammet

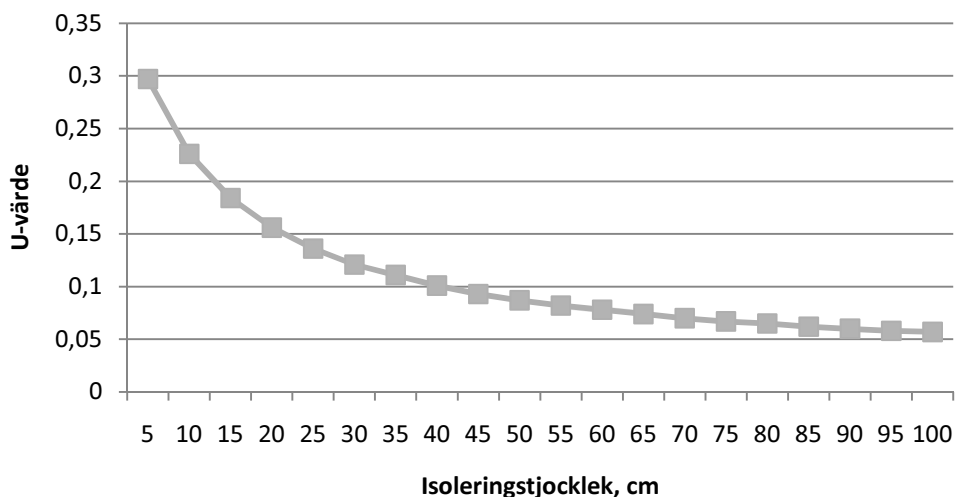


Diagram 12. Här illustreras hur yttreväggs U-värde beror på isoleringstjockleken.

För att tydliggöra det som står i tabellerna 9 och 10 har dessa värden lagts bredvid varandra i samma diagram, se diagram 13. Här syns tydligt skillnaden redan från början. Notera att isoleringstjockleken i diagram 12 och 13 har simulerats mellan 5 cm och 1 m. Detta har inte gjorts med tanke på att 1 m skulle kunna vara en aktuell dimension på tilläggsisoleringen utan endast för att illustrera den avtagande effekten vid stora mått på isoleringstjockleken.

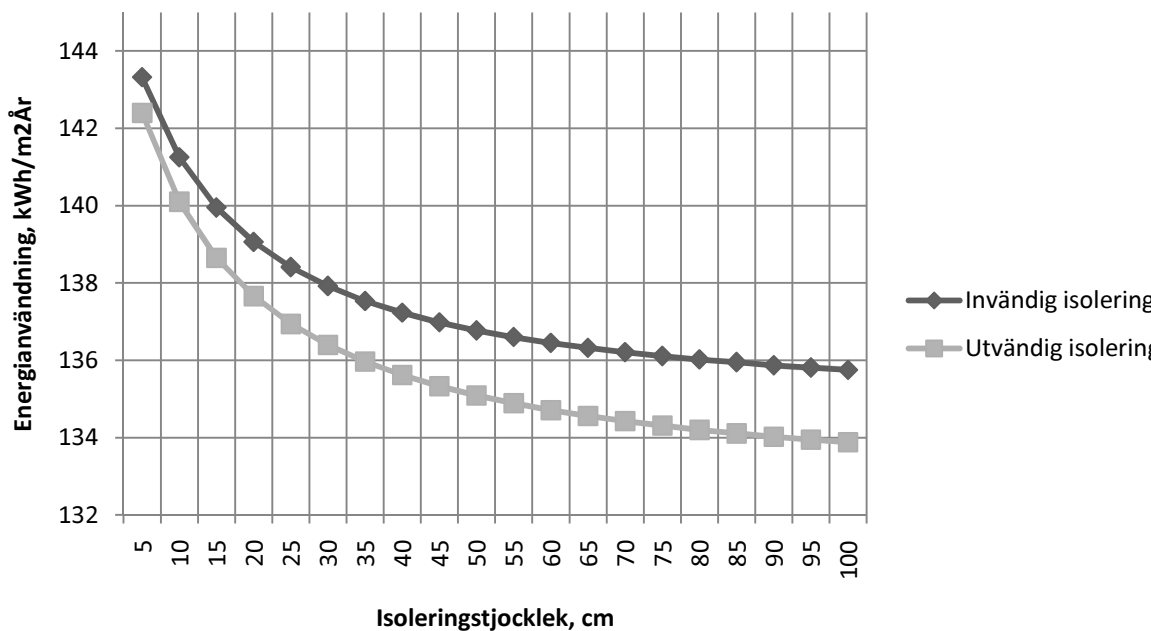
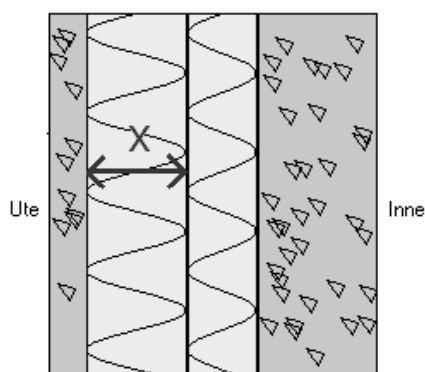


Diagram 13. Detta diagram visar skillnaden mellan de två alternativen, utvändig respektive invändig tilläggsisolering.

Simuleringarna visar tydligt att en utvändig tilläggsisolering är bättre, rent energimässigt. Ekonomiskt sett brukar en utvändig tilläggsisolering medföra betydligt större kostnader än en invändig, detta i produktionskedet. Om man tittar på hur mycket energi som sparas i byggnaden under ett helt år så skiljer det cirka 10 000 kWh/år, vid en isoleringstjocklek på 30 cm. Detta är inte speciellt mycket i kronor och ören, därför kan en utvändig tilläggsisolering endast rekommenderas när fasaden är i så pass dåligt skick att den måste åtgärdas.

6.1.3 Vindsbjälklag

Som det finns beskrivet tidigare så ser vindsbjälklaget lite olika ut beroende på var på vinden man befinner sig. Med detta i åtanke har två olika beräkningar gjorts. Det första alternativet är beräknat på ett sådant sätt att de befintliga vindsförråden skall kunna behållas. Det andra alternativet är av mer allmän karaktär. Hur man skulle kunna göra på liknande vindar där behovet av vindsförråd inte finns? I detta alternativ finns det alltså ingen möjlighet att beträda vindsbjälklaget eftersom att mineralullen ligger synlig över hela vinden.



Figur 10. Tilläggsisolering av vindsbjälklaget, alt 1.

Alternativ 1: Här tilläggsisoleras vindsbjälklaget så att det fortfarande är möjligt att beträda. Den nuvarande betongen avlägsnas och isoleringen appliceras på den befintliga (alternativt så byts den befintliga isoleringen ut mot ny), varpå en betongyta av samma typ som den som fanns tidigare gjuts. Isoleringstjockleken som varierar i simuleringarna är X-måttet som är markerat i figur 10 och 11.

Energieffektivisering av miljonprogrammet

Tabell 11. Tilläggsisolering enligt alternativ 1.

Tilläggsisolering, cm	Förbättring, %	Besparing, kWh/år
5	1,17	9100
10	1,73	13535
15	2,05	16021
20	2,26	17631
25	2,40	18746
30	2,52	19640
35	2,60	20255
40	2,67	20816
45	2,72	21209
50	2,76	21546

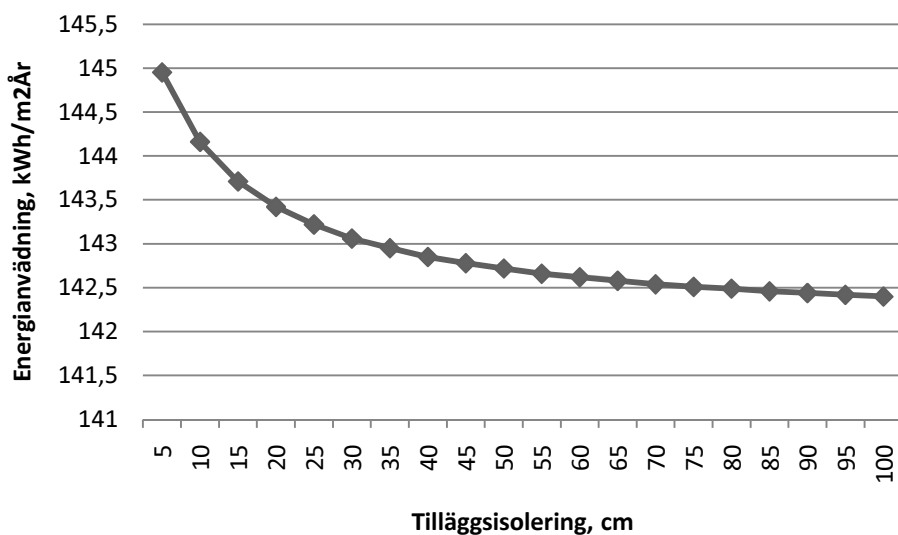
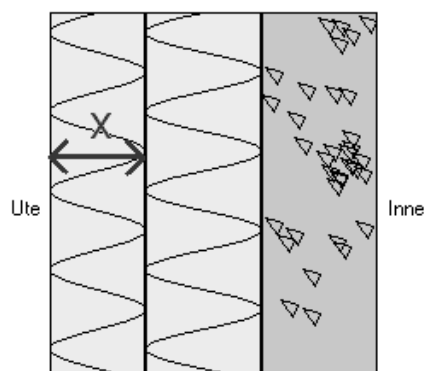


Diagram 14. Tilläggsisolering enligt alternativ 1.



Figur 11. Tilläggsisolering av vindsbjälklaget, alt 2.

Alternativ 2: Detta alternativ kan ses som en allmän lösning för liknande byggnader som inte är lika beroende av vindsytan. I detta alternativ avlägsnas den befintliga betongytan som idag används för att kunna beträda vindsbjälklaget. Sedan sprutas lösull över hela vindsbjälklaget. I detta fall kan man lägga till en större mängd lösull än vid fallet då betongytan måste vara kvar. Då man inte behöver tänka på att takhöjden på vindsbjälklaget minskas eftersom det inte kommer att användas som förrådsutrymme. Därför visas större dimensioner av tilläggsisoleringen i detta alternativ, jämfört med alternativ 1.

Tabell 12. Tilläggsisolering enligt alternativ 2.

Tilläggsisolering, cm	Förbättring, %	Besparing, kWh/år
10	0,009	7328
20	0,013	10243
30	0,015	11791
40	0,016	12790
50	0,017	13457
60	0,018	13903
70	0,018	14293
80	0,019	14572
90	0,019	14795
100	0,019	15018

Energieffektivisering av miljonprogrammet

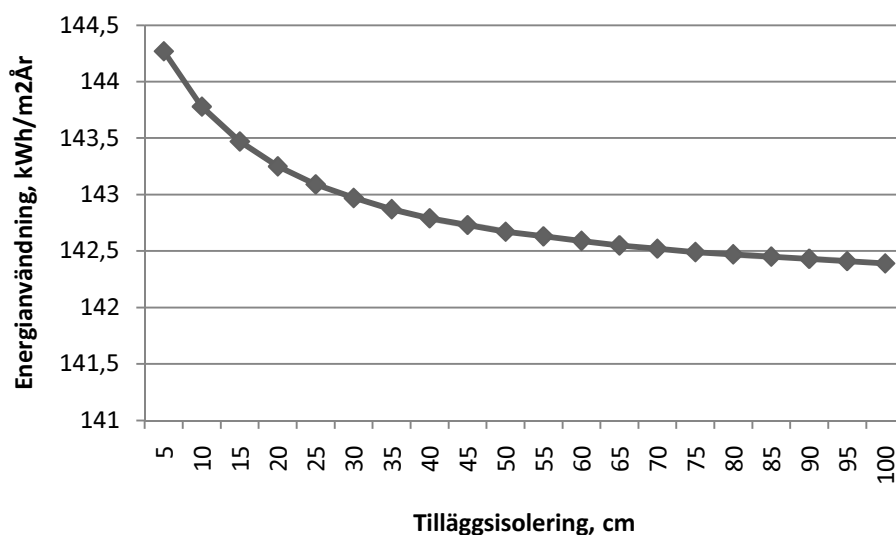


Diagram 15. Tilläggsisolering enligt alternativ 2.

Som man kan se så påminner kurvan för vindisoleringen mycket om kurvan för tilläggsisolering av ytterväggarna. De har simulerats med samma typ av mineralull och värmeledet genom isoleringslagret är inte helt olik varandra. Diagram 15 visar ett starkt avtagande i isoleringstjocklekens betydelse vid cirka 50 cm. Det lönar sig alltså inte att lägga till hur mycket mineralull som helst. En tilläggsisolering av vindbjälklaget kommer medföra att temperaturen på vinden sänks vilket ökar risken för hög relativ fuktighet och kondens. Detta måste undersökas närmare vid en eventuell tilläggsisolering.

6.1.4 Ventilation

Ventilationsflödena i byggnaden är som det står tidigare i rapporten 2450 l/s i varje trapphus. Efter omräkning till luftomsättningar per timme fås värdet 1,04. Om detta jämförs med socialstyrelsens riktvärden för ventilation som är satt till 0,5 omsättningar per timme ser man att ventilationsflödet i Professorgatan 8 verkar lite högt. Socialstyrelsens övriga riktvärden t.ex. att uppfylla kravet på 4 l/s per person är svåra att jämföra mot i just detta fall eftersom att information saknas, se kapitel 2.4.5. För att visa hur mycket energi som kan sparas enbart genom att sänka ventilationsflödet har en beräkning gjorts då flödet minskas med 20 %. Detta ger en besparing på 104 581 kWh/år eller 13,4 %, alltså ungefär lika mycket som att byta ut alla fönster i huset till fönster med U-värde 1,3. En så stor förändring i husets ventilationssystem måste noggrant verifieras genom grundliga beräkningar och framförallt mätningar.

6.1.4.1 FTX-system

För att visa hur mycket av den tillförda värmeenergin som skulle kunna bevaras med hjälp av ett från och tilluftssystem med återvinning har diagram 16 tagits fram. Diagrammet visar hur energianvändningen minskar genom att återvinna frånluftens värmeenergi. Till exempel så skulle en roterande värmeväxlare kunna sänka byggnadens totala energianvändning, med avseende på uppvärmning, med cirka 40 %.

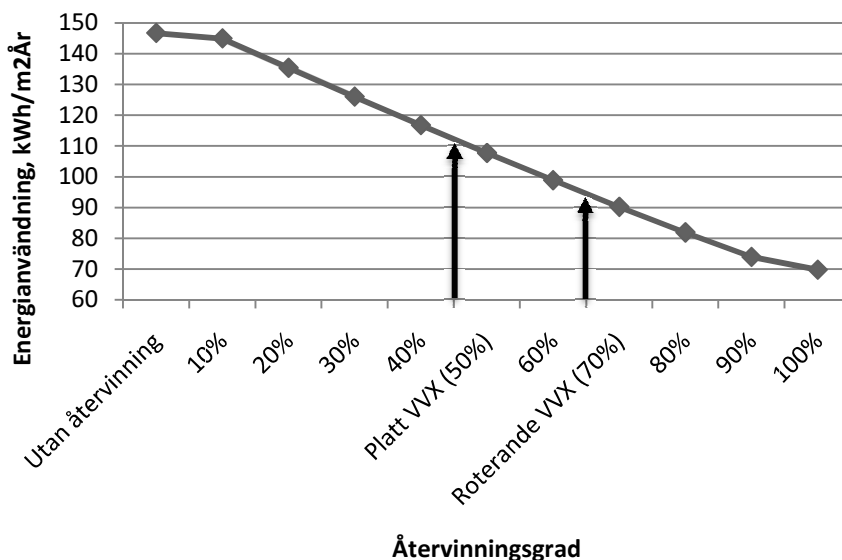


Diagram 16 visar hur energianvändningen beror på värmeväxlarens verkningsgrad. Verkningsgraden för två olika värmeväxlare har markerats.

6.1.4.2 Frånluftåtervinning

Det går alltid att återvinna frånluften i bostäder. Eftersom frånluft alltid är uppvärmt till rumstemperatur i bostäder så blir det en tillförlitlig värmekälla med ett konstant

Energieffektivisering av miljonprogrammet

effekttillskott över hela året. Dennis Johansson och Mats Dahlblom som båda är anställda på LTH räknade åt Openhouse Production i Arlöv och fick fram följande slutsatser gällande frånluftsvärmepump. Förutsättningarna var att man använde värme från pumpen både till tappvarmvatten och i möjlig mån uppvärmning. Sen antogs ett luftflöde på $0,35 \text{ l/s, m}^2$ som går från $22 \text{ }^\circ\text{C}$ till 7°C där man kan ta ut en effekt på $15 \text{ }^\circ\text{C} * 1,2 * 0,35 \text{ l/s, m}^2 = 6,3 \text{ W/m}^2$. Under ett år blir detta $6,3 \text{ W/m}^2 * 8760 \text{ h} = 55,2 \text{ Wh/m}^2$. COP-värdet (Avgiven effekt dividerat med tillförd effekt) på pumpen antas till 3,4 där $2,4 * Wel$ tas från frånluften medan $1,0 * Wel$ kommer från kompressorn och resultatet blir $3,4 * Wel$ värme. Minskningen i summan av el och värme blir 80 % enligt VIP+ vilket är $44,2 \text{ kWh/m}^2$ av $55,2 \text{ kWh/m}^2$.

Det som sker är att energibehovet för tappvatten och uppvärmning sjunker medan elanvändningen stiger då värmepumpen behöver el. En återvinning på $44,2 \text{ kWh/m}^2$ bör ses som ett teoretiskt värde och är det högsta möjliga som kan uppnås. En byggnad som har ett lågt uppvärmningsbehov, minskar längden på byggnadens uppvärmningssäsong och nyttan blir då mindre eftersom värme inte behövs lika ofta. Har man ett kallare klimat än Malmö så ökar nyttan.

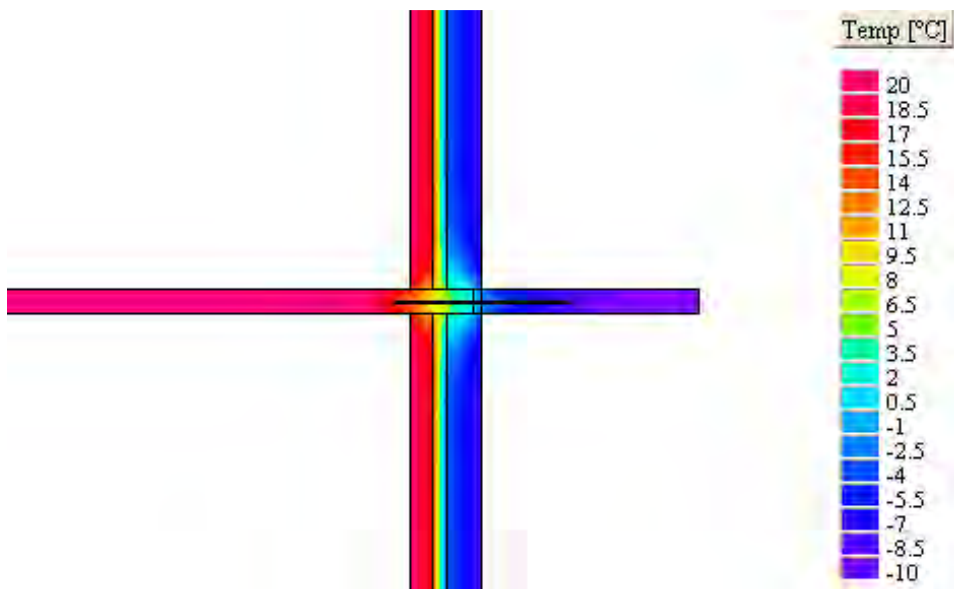
6.1.5 Balkonger

Balkongpartierna har lagts in som tredimensionella köldbryggor vid simuleringarna i VIP+. Denna byggnadsdetalj har även specialstuderats med hjälp av dataprogrammet HEAT2. Simuleringen i VIP+ visar att dessa köldbryggor inte gör speciellt stor skillnad på husets totala energianvändning, se tabell 13.

Tabell 13. Värden från simuleringar med respektive utan balkonger.

	Med balkongerna	Utan balkongerna
kWh/m²År	146,66	145,51
Skillnad, %	-	0,78
Skillnad, kWh	-	6120

Tabellen visar att om balkongernas köldbrygga skulle elimineras helt så skulle energianvändningen i byggnaden minska med 0,78 % eller 6120 kWh. Jämfört med 2009 års normalårskorrigerade användning.



Figur 12. Illustration av beräkningarna gjorda i HEAT2.

Figuren ovan visar värmetransporten via våningsbjälklagen och ut genom balkongen. Eftersom balkongen är i kontakt med mellanbjälklaget så skapas en köldbrygga på fasaden då det saknas isolering. Armeringsjärn som ska stabilisera fästningen leder även ut värme och skapar energiförluster. För att minska värmeförlusten genom balkongen har man placerat 5 cm lättbetong mellan fästningen, konstruktionen kan ses i bilaga 2. Lösningen av balkongfästningen skapar en viss värmeledning enligt figur 16.

6.1.6 Renoveringsförslag

En undersökning har gjorts för att ta reda på energibesparingen som kan uppnås vid olika renoveringar av Professorsgatan 8. Fem olika renoveringsförslag har tagits fram och beskrivs som paket 1-5, enligt tabell 15. Fyra olika åtgärdsområden ingår: fönster, väggar, vindsbjälklag och ventilation. Energibesparingen beskrivs både som kWh/m²År och i procent av den nuvarande totala energianvändningen 146,66 kWh/m²År. Resultaten varierar beroende på vilka åtgärder som har gjorts i de olika paketen.

	Fönster	Väggar	Vindsbjälklaget	Ventilation	Energibesparing	Energiminskning
Paket 1	-	-	Alt2	S	23,88 kWh/m ² År	16 %
Paket 2	1,7 W/m ² K	U	-	-	24,11 kWh/m ² År	16 %
Paket 3	1,5 W/m ² K	I	Alt1	FVP	73,23 kWh/m ² År	50 %
Paket 4	1,5 W/m ² K	-	-	FVP och S	80,13 kWh/m ² År	55 %
Paket 5	1,3 W/m ² K	U	Alt2	FTX och S	87,46 kWh/m ² År	60 %

Tabell 14. Renoveringsförslag.

Tabell 15. Åtgärdsbeskrivningar.

Väggar	
U	30 cm, utvändigt tilläggsisolering
I	30 cm, invändig tilläggsisolering
Vindsbjälklag	
Alt1	30 cm, vindsbjälklaget tilläggsisoleras
Alt2	30 cm, vindsbjälklaget tilläggsisoleras, utan förråd
Ventilation	
S	20 %, sänkt ventilationsflöde
FVP	Frånluftsvärmepump, högsta möjliga återvinningsgrad
FTX	Från- och tilluftsystem, återvinningsgrad 70 %

Paket 1 ska ses som en effektiv och enkel lösning. I detta åtgärds paket antas att byggnaden inte behöver förrådsutrymmet på vinden och hela vindsbjälklaget kan då enkelt tilläggsisoleras med 30 cm mineralull direkt på de ursprungliga 12 cm mineralull. Åtgärden som påverkar mest är sänkningen av ventilationsflödet på 20 %. En undersökning krävs för att säkerställa att huset är överventilerat innan åtgärden sätts i bruk. Dessa två åtgärder är enkelt genomförbara och ger en besparing på hela 23,88 kWh/m²År.

Istället för att åtgärda vindsbjälklaget och ventilationen så åtgärdas fönster och väggar i paket 2. Man byter ut de gamla fönstren (2,7 W/m²K) mot fönster med ett U-värde på 1,7 W/m²K. En utvändigt tilläggsisolering på 30 cm räknas även med.

Båda paketens energiminskning blir ungefär 16 % och man ser tydligt hur mycket en sänkning av ventilationsflödet motsvarar.

I paket 3 åtgärdas alla fyra områden med nya fönster ($1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$), invändig tilläggsisolering (30 cm), vindsbjälklaget tilläggsisoleras (30 cm) och en frånluftsvärmepump installeras. Mycket resurser skulle krävas för att färdigställa åtgärderna och resultatet blir en energibesparing på $73,23 \text{ kWh/m}^2\text{År}$. Paket 4 som har $80,13 \text{ kWh/m}^2\text{År}$ i energibesparing utesluter två åtgärder, tilläggsisolering av vägg och vindsbjälklag. Den stora besparingen uppnås med ett FVP-systemet, nya fönster ($1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$) och en sänkning av ventilationsflödet.

I paket 3 och 4 så installeras ett FVP-system och man ser tydligt den stora energibesparingen som återvinning av frånluften erbjuder. Dessa två paket erbjuder en energiminskning på 50 % respektive 55 %. Viktigt att tillägga är att beräkningarna för FVP-systemet är tagna från ett teoretiskt resultat med högsta möjliga energibesparing som kan uppnås. I paket 4 så har värmepumpens påverkan reducerats av den reducerade ventilationen.

Paket 5 är gjort så att Professorgatan 8 uppnår värden som VIP+ har satt för en modern byggnad som håller boverkets energikrav. Det blir en komplett renovering med energieffektiva fönster och utvändigt tilläggsisolering. Här antas att man kan göra en tilläggsisolering av hela vindsbjälklaget och förrådet bortses. Ett FTX-system installeras med roterande värmeväxlare som har en återvinningsgrad på 70 %. Paket 5 får en total energiminskning på 60 % som motsvarar en minskning på $87,43 \text{ kWh/m}^2\text{År}$. Det skiljer endast 5 % från paket 4 vilket beror på den högt beräknade besparingen som FVP-systemet skulle kunna göra.

6.1.7 Känslighetsanalys

De värden som används vid simuleringarna är, som visas tidigare i rapporten, hämtade ur originalritningarna. Dessa mått har inte jämförts mot den existerande byggnaden och därför kan det vara så att de inte stämmer till 100 %. En annan faktor som kan ha påverkat är att måtten är hämtade ur ritningarna med hjälp av linjal. Här finns en viss osäkerhet därför att det är svårt att göra helt exakta mätningar. Med anledning av detta har en känslighetsanalys genomförts för att visa hur stor påverkan dessa eventuella felkällor har. En energisimulering av byggnaden har genomförts med alla mått $\pm 10 \%$.

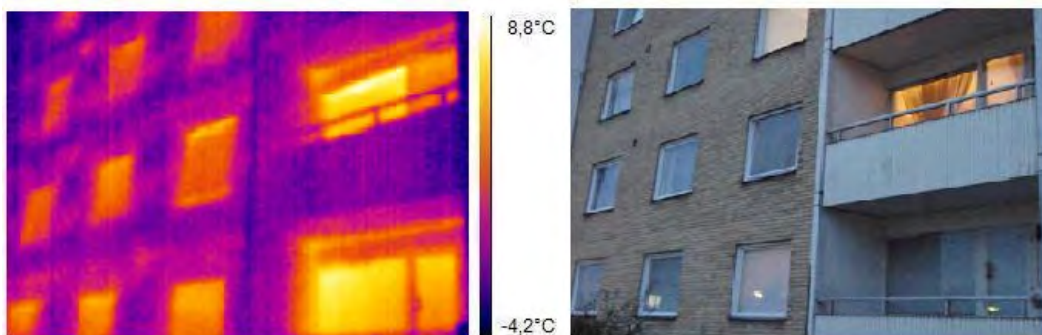
Simuleringarna visar att om alla areor minskas med 10 % så ger detta ett utslag av 2,6 % på den totala värmeenergianvändningen i huset. Om man istället ökar alla areor med 10 % så ger detta en ökad värmeenergianvändning om 2,5 %.

För att visa hur stort ett eventuellt fel blir i paketlösningarna har grunddatan i paket 5 ändrats till 83 lägenheter istället för 80, för att på detta sätt visa hur

personbelastningen och processenergin påverkar resultatet. I detta fall minskar värmebehovet med 1 %.

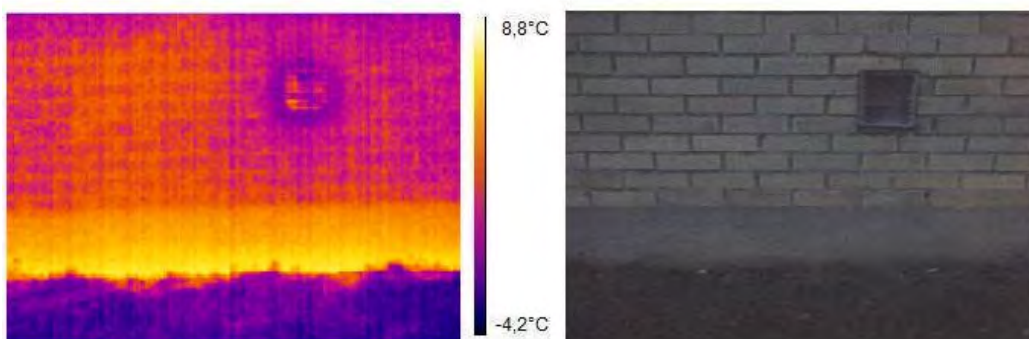
6.2 Termografering

Termograferingen utfördes den 9:e november 2010 klockan 06:40. Valet av tidpunkt gjorde att solstrålningens inverkan minimerades. Utomhustemperaturen låg runt 3°C och räckte för att få en god temperaturdifferens mellan utomhustemperaturen och inomhustemperaturen. För att underlätta avläsningen av termograferingen har samma temperaturskala används på bilderna och även en vanlig digitalbild har tagits på den undersökta ytan.



Figur 13. Översiktlig bild av fasaden.

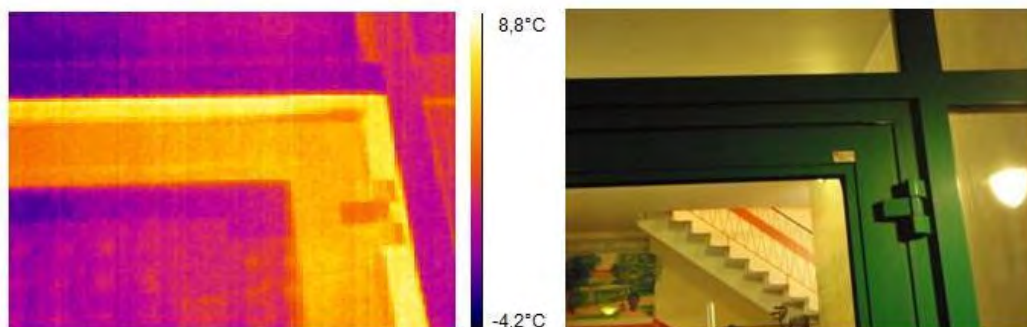
Bilderna som togs på byggnadens fasader visade ett förväntat värmeutsläpp vid entrédörrar, balkongfönster och fönster. Det är omöjligt att undvika köldbryggor vid fönster och dörrar då väggelement har en bättre isolerande förmåga. Dagens moderna fönster har ett U-värde runt 0,9 W/m²K medan ett bra väggelement har ett U-värde runt 0,2 W/m²K. Även värt att nämna är att balkongfästningen inte visade något speciellt värmeutsläpp.



Figur 14. Källarväggen.

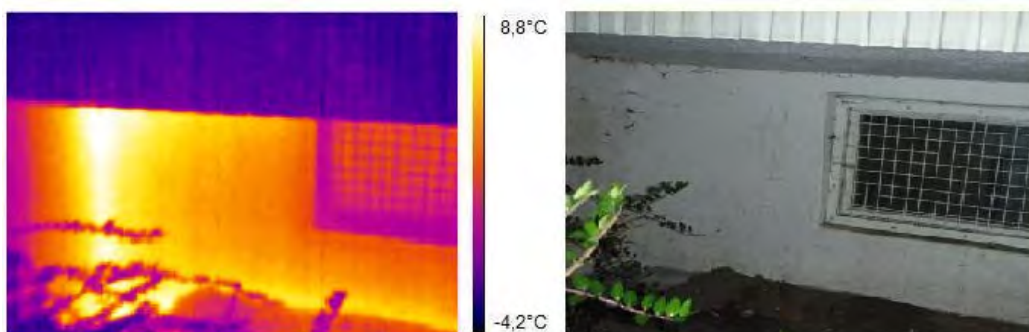
Vid kontroll av byggnadsgrunden, kunde man se en avvikande temperatur. Figur 16 visar endast nedre delen av väggelementet där temperaturdifferens inte är särskilt stor. Jämför man däremot sockelns värmskillnad på väggelementet i figur 18, blir det en stor temperaturskillnad som åtminstone är 9°C. Att grunden är så pass varm

är resultatet från att källarväggen har en isolering på 5 cm till skillnad från ytterväggens 8 cm mineralull enligt K-ritningen på källarväggen i bilaga B8.



Figur 15. Entrédörrens karm.

Samtliga entrédörrar släppte igenom extra mycket värme speciellt vid övre dörrkarmen. Figur 17 visar en av dessa dörrar där man kan se den klara temperaturskillnaden. En annan intressant upptäckt vid termograferingen var att under balkongerna på första plan, kunde man hitta en maxtemperatur kring 8,8°C, vilket skiljer sig markant från resterna värmeutsläpp runt byggnaden. Figur 15 visar den största temperaturskillnaden från termograferingen. Precis som figur 16 är det resultatet av mindre isolering och ritningen på källarväggen under balkonger kan ses i bilaga B9.



Figur 16. Källarväggen under en balkong.

Det intressanta med termograferingen var att hitta byggnadens största köldbryggor. Att använda bilderna till beräkningar är svårt då många faktorer påverkar resultatet bland annat utomhustemperatur, luftfuktighet och reflektioner.

Termograferingen visar inga överraskningar och visar vad den bör visa. Termograferingen skall tolkas som en kvalitetssäkring av de resultat som har uppkommit i andra delar av undersökningen av huset.

6.3 Enkätundersökning

För att få en bättre förståelse hur de boende på Professorsgatan 8 upplever inomklimatet, luftkvalitet, ljud, temperatur och värmekomfort har en enkätundersökning delats ut till de 80 lägenheter. Enkätens påståenden är hämtade från en undersökning som Statistiska centralbyrån (SCB) har utfört på uppdrag av Boverket. I enkäten ingick det totalt 74 olika påståenden och resultaten från dessa har delats upp i 4 olika värderoser. Totalt besvarades 30 enkäter. Trovärdigheten av de olika resultat och antagande som rapporten omfattar kan förstärkas eller försämrars med hjälp av enkätundersökningen.

6.3.1 Allmänt om bostaden

Första värderosen består av fyra olika påståenden som visar nöjdheten gällande luftkvalitet, temperatur och värmekomfort, allmänt nöjd med bostad och ljud. De boende hade fem olika alternativ att välja mellan för att förklara sin nöjdhet: Mycket dålig, Dålig, Acceptabel, Bra och Mycket bra. Mycket dålig är det sämsta möjliga alternativet och motsvarar 0 poäng medan Mycket bra motsvarar 4 poäng. Totalt snittvärde på varje värderos har ett maxvärde på 100 och minimumvärde på 0.

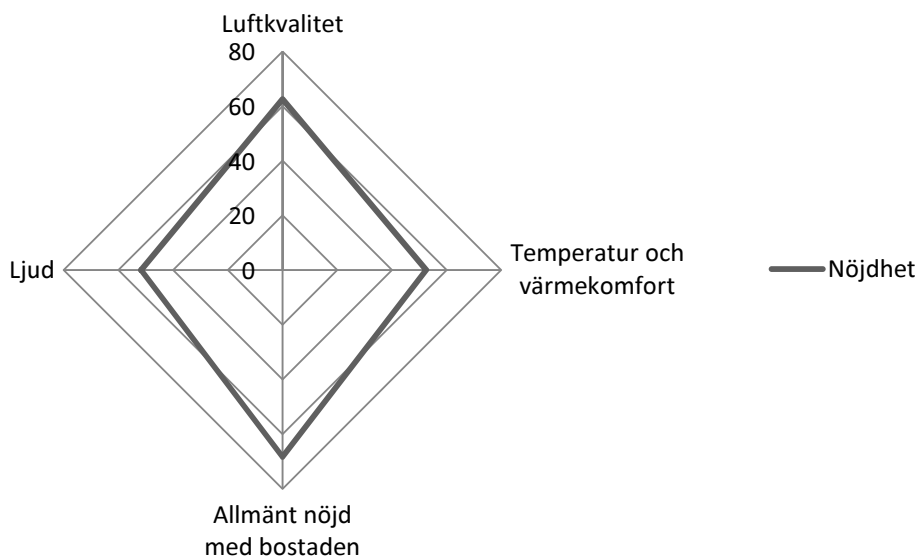


Diagram 17. Allmän nöjdhet av bostaden.

Diagram 17 visar att nöjdheten kring de 4 olika påståendena ungefär ligger mellan 50 och 70, motsvarande ett snittvärde runt acceptabelt respektive bra. De boende är mest nöjda med påståendena luftkvalitet och allmänt nöjd med bostaden. Ljud, temperatur och värmekomfort är de mindre nöjda med men snittvärdet hamnar ändå på acceptabelt.

6.3.2 Innemiljön

För att få en klarare bild av vad som påverkar nöjdheten på förgående diagram har 3 olika värderoser tagits fram. Dessa förklarar mer ingående det upplevda besväret med olika påståenden gällande inomhusmiljön, luftkvalitet, temperatur och komfort. De boende hade 3 olika alternativ att välja mellan: Nej, aldrig, Ja, ibland och Ja, ofta. Eftersom påståendena handlar om upplevt besvär är: Ja, ofta det sämsta alternativet och motsvarar 2 poäng medan Nej, aldrig motsvarar 0 poäng. Det vill säga desto lägre totalt snittvärde desto mindre besvär.

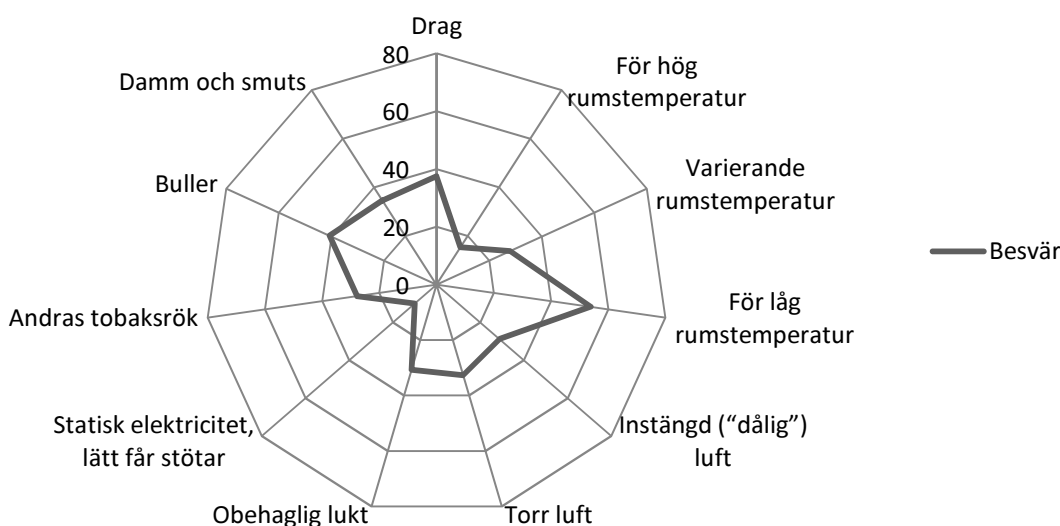


Diagram 18. Besvär i inomhusmiljön.

När det gäller inomhusmiljön så tycker de boende på Professorsgatan 8 att det största besväret beror på för låg rumstemperatur. Snittvärdet är drygt 50 och motsvarar ett slutresultat på Ja, ibland. Två andra förekommande besvär är buller och drag som har ett snittvärde runt 40. Det var inte många boende som kände besvär av statisk elektricitet eller för hög temperatur då snittvärdet hamna nära 0.

6.3.3 Temperatur och värmekomfort

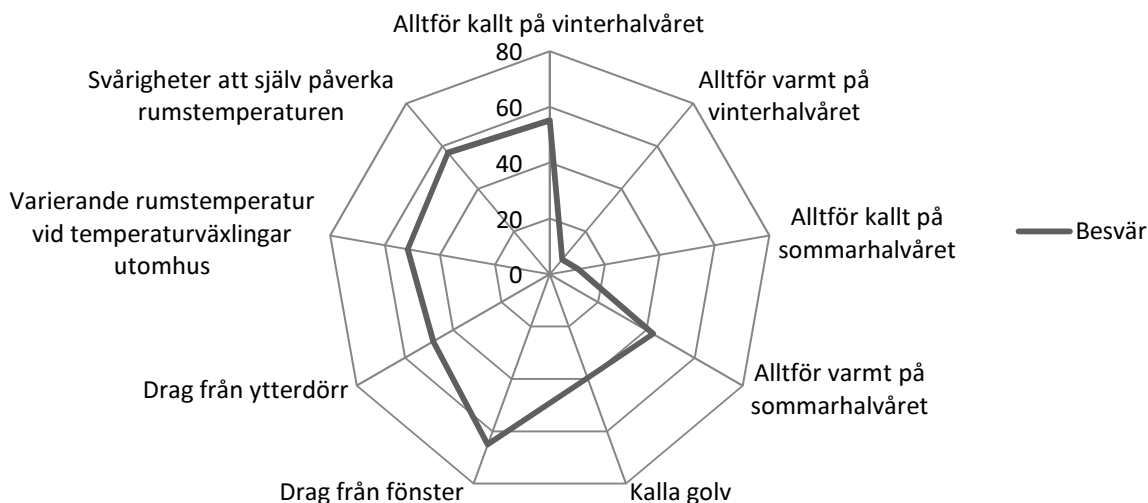


Diagram 19. Besvär av temperatur och värmekomfort.

I diagram 18 gällande innemiljön så var det största besväret: för låg rumstemperatur. Diagram 19 ger en djupare förståelse för de besvär gällande temperatur och värmekomfort som de boende på Professorsgatan 8 upplever. Ett stort besvär verkar uppstå på grund av drag från fönster. Överlag så verkar de flesta boende uppleva någon sorts besvär med temperatur och värmekomfort då de flesta påståendena hamnar runt 50. Vinterhalvåret verkar upplevas som mest besvärligt fast även en del upplever besvär under sommarhalvåret då boendet upplevs för varmt.

6.3.4 Luftkvalitet

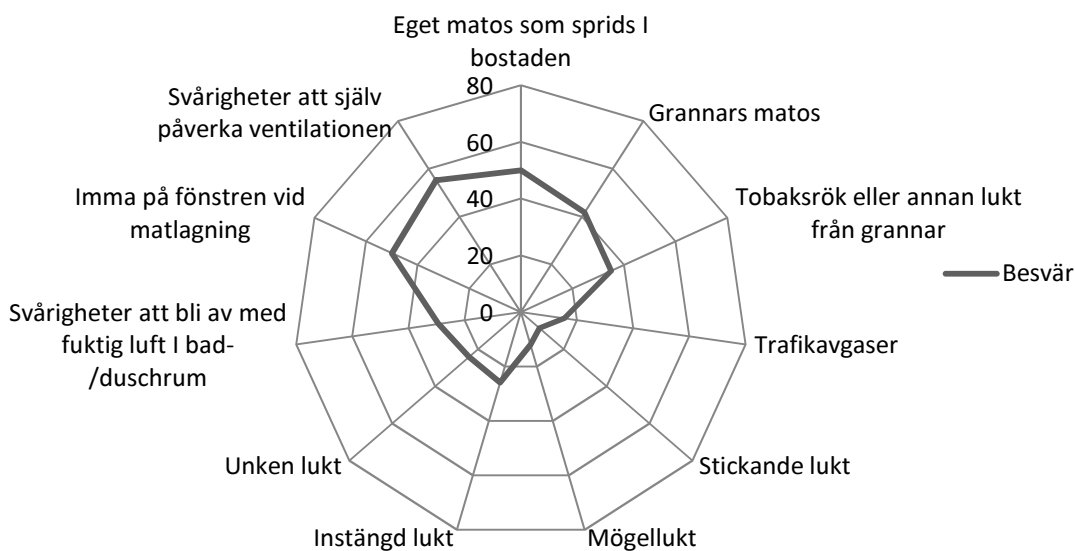


Diagram 20. Besvär av luftkvalitet.

Gällande luftkvalitet i Professorsgatan 8 så är det endast möjligheten att själva påverka ventilationen som överstiger 50. Det visar att de boende är någorlunda nöjda med luftens kvalitet. Med knappt något besvär av unken lukt, instängd lukt eller svårighet att bli av med fuktig luft i badrum. Vilket även tyder på en god ventilation i badrum och vardagsrum. Dock verkar det finnas bekymmer med kökens ventilation. Eftersom besvär förekommer med imma på fönstren vid matlagning, egen matos som sprids i bostaden och några känner även grannarnas matos.

7. Diskussion

7.1 Klimatskalet

En av de största bristerna i byggnaden på Professorsgatan 8 är fönstren. Att byta ut de nuvarande fönstren med ett U-värde på cirka 2,7 till ett fönster som ligger i närheten av 1, såsom de energieffektiva fönstren gör idag, ger en stor energibesparing. Men det är inte bara själva glaset i fönstren som är av betydelse. De energieffektiva fönster som finns idag, eller "lågenergifönster" som de ofta kallas, består ofta av ett dubbelglas som innesluter någon form av gas. Den vanligaste gasen är argon och argonets egenskap är att det leder värme sämre än vad luft gör. När man sätter in ett nytt fönster är det inte bara detta glasskikt som man måste tänka på utan även hur själva infästningen görs. Det är väldigt viktigt att fönstret blir tätt! Om man inte tätar ordentligt runt fönstret så kanske man inte alls blir av med kallras och strålningsdrag som uppfattas innanför ett fönster när det är kallt ute. Om man lyckas bli av med kallrasen kan det leda till att det går att sänka inomhustemperaturen en eller ett par grader bara på grund av att rummet upplevs som varmare. Det finns ett schablonvärde som säger att om man sänker inomhustemperaturen en grad så får man en energibesparing, på uppvärmningen, på 5 % (Energimyndigheten, 2007 (2)). En viktig aspekt som man måste tänka på vid ett eventuellt byte av gamla fönster mot nya är att de nya i regel är tätare vilket medför att man måste se till att ventilationsluft på något sätt kommer in i byggnaden. Annars kan självdragsventilationen eller frånluftsventilationen sluta att fungera. Eller att uteluft kommer in på olämpliga ställen.

En tilläggsisolering av ett vindsbjälklag är en ofta enkel och lönsam åtgärd när det gäller att energieffektivisera en byggnad. Vinden står för en förhållandevis stor yta av huset klimatskal och ligger ofta lättåtkomlig och frigjord. Så är dock inte fallet på Professorsgatan 8. Här är endast ett område längst vindens utsida, ungefär 1 m, frigjord. Resten av vindsbjälklagets isolerskikt är inbyggt för att vinden skall kunna beträdas och användas som förvaringsutrymme för de boende. Detta gör att det blir betydligt svårare att genomföra en "billig" lösning. Ett alternativ skulle kunna vara att man bara tilläggsisolerar längs ytterkanten, alltså den isolering som idag ligger synlig. Även om detta inte är en speciellt stor del av husets totala vindareal så blir det ganska många kvadratmeter. Detta är den absolut billigaste lösningen, ingen betong behöver brytas upp och ingen förvaringsyta går till spillo. Men energibesparingen är väldigt liten.

Att tilläggsisolera under det befintliga betonggolvet som används när man besöker vindsförråden är knappast möjligt. Det blir en onödigt dyr lösning och man kan inte isolera tillräckligt mycket eftersom att man då får för låg takhöjd på vinden, det blir svårare att röra sig där. Lösningen på detta är att man höjer upp taket, detta är inte heller en ekonomiskt hållbar lösning. Det man kan göra är att bryta bort

betonggolvet och lägga lösull över hela vinden. Vinden kan då användas till diverse installationsystem. Då de boende förlorar sina vindsförråd måste ny plats beredas.

En annan anledning till att tilläggsisolera vindsbjälklaget, förutom den anledningen att transmissionsförlusterna minskar, är att energibalansen i värmesystemet förbättras. Det översta våningsplanet kommer inte att ha en lika kall yta uppåt och effektbehovet för detta våningsplan minskar. Energibalansen i värmesystemet kan ibland vara besvärligt, speciellt i äldre byggnader där isolerförmågan är dålig. En dålig energibalans, och ofta dåligt injusterat värmesystem, är många gånger synligt på huset utsida. De lägenheter som ligger närmast undercentralen har då en högre innetemperatur och de som ligger långt ifrån en lägre, detta gör att de lägenheter som ligger nära undercentralen låter fönster stå på glänt för att vädra bort överskottsvärmen. En aspekt som måste beaktas vid en tilläggsisolering av vindsbjälklaget är att temperaturen på vinden kommer att sänkas vilket kan medföra fuktproblem. Detta måste undersökas närmare vid en eventuell åtgärd.

När det kommer till en förbättring av ytterväggarna i huset så är byggnadstekniskt och energimässigt en utvändig tilläggsisolering att föredra. Detta eftersom att den befintliga väggen kommer att placeras innanför tilläggsisoleringen och gör att väggens temperatur höjs, vilket innebär ett torrare klimat i väggen. En annan fördel med utvändig tilläggsisolering är att isoleringen inte måste brytas på samma sätt som vid en invändig isolering. En invändig isolering kommer att brytas vid bjälklagen och innerväggarna. Vilket medför att köldbryggornas inverkan kan förstärkas. Detta kan undkommas vid en utvändig isolering. Där måste man inte ta lika stor hänsyn till bjälklagen eftersom att isoleringen ligger utanför dess infästningar. Detta gör att tidigare köldbryggor kan byggas bort. En annan fördel är att det uthyrningsbara arean inte minskas vid en utvändig isolering, man behöver inte heller tänka på att hålla isoleringsskiktet så tunt som möjligt. Den stora nackdelen med en utvändig tilläggsisolering är kostnaden för att montera ner fasaden och bygga upp en ny.

7.2 Ventilation

Den allra första slutsatsen som drogs efter den inledande byggnadssimuleringen i VIP+ var att över 50 % av den energi som tillförs byggnaden försvinner ut med frånluften. Att fönstren är dåliga och släpper ut mycket värme är lätt att gissa men att ventilationen står för så stora förluster är svårare att tippa. En enkel och billig lösning att minska denna kostnad är att reducera ventilationsflödet. Men innan man sänker luftflödet måste man först säkerställa att luftkvaliteten inne i lägenheterna inte blir för dålig, luftkvaliteten bör även mätas efter att reduktionen är genomförd. Det värdet som vi har jämfört mot olika riktvärden är ett värde som är baserat på det totala ventilationsflödet och det kan finnas stora skillnader i systemet som kan göra att vissa lägenheter inte har någon ventilation alls.

Att enbart reducera ventilationsflödet är ett bra och billigt alternativ men det räcker inte för att få ner förlusterna på en acceptabel nivå. Det finns ett antal olika lösningar som syftar till att återvinna värmen i den luft som lämnar byggnaden, vissa är väldigt kostsamma att installera och andra mindre kostsamma. Den lösning som vi har valt att titta närmare på, frånluftsvärmepumpen, är en förhållandevis enkel lösning som inte kräver alltför stora ingrepp i byggnaden.

Innan vi började räkna på pumpen trodde vi att den energibesparande effekten skulle bli betydligt sämre än FTX-lösningen. Att bygga ett FTX-system är ett väldigt stort ingrepp i byggnaden och kostar mycket pengar, i alla fall när det gäller befintliga hus. I nybyggnadsfallet så blir det inte en lika stor summa eftersom att det i förväg går att göra plats för till exempel kanaler. Beräkningarna som gjordes på frånluftsvärmepumpen visar att den lösningen är nästan lika lönsam som FTX-systemet, detta är något som känns väldigt konstigt. Varför installerar man inte alltid frånluftsvärmepumpar i så fall? Då finns det ju ingen vits med att bygga utrymmeskrävande FTX-lösningar som kostar en massa pengar. De beräkningar som finns presenterade i denna rapport gäller i "bästa möjliga fall". Det är väldigt svårt att säga hur långt från detta fall man kommer att hamna om projektet genomfördes i verkligheten. I villor räknar Energirådgivningen med en återbetalningstid i storleksordningen 8-20 år, lite beroende på hur pumpen används och vilken typ av frånluftsvärmepump det är. Att lägga ner stora summor pengar på en frånluftsvärmepump när man inte med säkerhet kan säga hur mycket man kommer att tjäna på den är förstås väldigt svårt för ett företag. Men om man är intresserad av att långsiktigt äga och förvalta en byggnad så ser det ut som en bra idé. En stor fördel med FTX-systemet är att det blir lättare att reglera hur mycket luft som rör sig in och ut ur byggnaden, något som i stor utsträckning kan påverka komforten för de boende.

7.3 Termografering

Termograferingen visade fönstrens dåliga värmemotstånd och resultatet blev ett stort värmeutsläpp. Att byta ut fönstren mot mer energieffektiva fönster hade minskat värmeutsläppet. Fönstren skulle fortfarande släppa ut mer värme än väggen men minskat temperaturskillnaden.

Vi hittade stora värmeutsläpp längs med grunden. Det är inte så förvånansvärt då källarväggen har 3 cm mindre mineralull än ytterväggen. Det största värmeutsläppet fanns vid grunden under en balkong. Rummet som släppte ut värme låg i källaren och var förmodligen ett torkrum eller tvättrum. Resultatet visar att en bättre isolering bör göras på uppvärmda källarrum. Entrédörrarna visade även ett resultat på mycket värmeläckage, framförallt vid övre dörrkarmen. Värmeutsläppet bör åtgärdas med ny tätning eller byte av entrédörrar.

Resultatet från termograferingen visade inget värmeläckage vid balkongfästningen. Förmodligen hade man kunnat se värmeutsläppet ifall man gjort en termografering

inomhus. En inomhus termografering hade även kunnat visa förekomsten av kalldrag vid fönster och olika värmeläckage som kan orsaka drag.

7.4 Enkätundersökning

Vi fick 30 svar av 80 utskick i enkätundersökningen som skulle ge en klarare bild av hur hyresgästerna på Professorgatan 8 upplevde sitt boende. Det är svårt att få ett 100 % deltagande och med enbart seriösa svar. Om man ser på de 30 inlämnade enkäterna så svarade ett fåtal boende samma upplevda besvär/nöjdhet på alla påstående vilket tyder på oseriösa svar. Några områden lämnades helt obesvarade. Utöver dessa felkällor, är antalet besvarade enkäter från undersökningen tillräckligt och kan ses som ett godtyckligt resultat som motsvarar hela bostaden.

De boende verkar generellt nöjda med sin bostad, påståenden var antingen acceptabla eller bra. Ljud, temperatur och värmekomfort var de påståenden där nöjdheten "endast" blev acceptabelt. Vill man förbättra nöjdheten gällande detta, passar en tilläggsisolering av väggen och tätare fönster bra. Det ger klimatskalet en lägre temperaturskillnad mellan ute och inne. Vilket leder till högre värmekomfort då man minskar strålningsdrag och kallras. Åtgärderna gör även att klimatskalet isolerar bort buller effektivare och de boende får en lugnare akustikmiljö. Luftkvaliteten upplevdes som bra vilket tyder på att åtgärder inte behöver göras gällande ventilation. Man kan istället använda detta resultat till en sänkning av ventilationen som leder till en lägre energianvändning. Det blir ett val där man antingen prioriterar ekonomiskt besparande eller att riskera minskad nöjdhet.

Det upplevda besväret var generellt ganska lågt gällande inomhusmiljön för de boende och återspeglar sig med nöjdheten om bostaden i allmänhet. Största bekymret var påståendet om för låg rumstemperatur. Man kan se en koppling med att upplevelsen; drag, nästan ligger på samma nivå, vilket kan tyda på att känslan av låg rumstemperatur kan bero på strålningsdrag och kallras. Dessa två fenomen bidrar till en låg operativ temperatur. Åtgärder man detta blir förmodligen även för låg rumstemperatur upplevt som mindre besvärligt. Ett högt drag kan även tyda på för hög ventilation vilket förstärker möjligheten till att sänka ventilationseffekten. Resultatet om inomhusmiljön visar att somliga upplever bullerbesvär, som man även kan läsa om i bilagan B2 där de boende speciellt påpekar hur detta uppkommer. Förutom en förbättring av klimatskalet hade nya entrédörrar bidragit till att åtgärda bullerbesvären som kommer från trapphuset.

Temperatur och värmekomfort värderosen visar tydligare vad för sorts drag de boende känner. Största anledningen till drag kommer från fönster vilket inte är så förvånansvärt då fönstren på Professorgatan 8 har ett U-värde på 2,7 W/m²K. Många boende upplevde även besvär av drag från entrédörren som beror på gamla dörrar. Precis som fönsterna så har även entrédörrarna inte bytts sedan nybyggnadsåret.

Påståendena gällande besvär med luftkvaliteten, ger möjlighet till att analysera en eventuell minskning av ventilationseffekten. Resultatet visar att de boende knappast upplever något besvär av unken lukt, instängd lukt eller svårighet att bli av med fuktig luft i badrum. Däremot ser man att det förekommer luftkvalitets besvär i köket. Eftersom det förekommer besvär med imma på fönstren vid matlagning, egen matos som sprids i bostaden och några boende känner även grannars matos. Svårighet att påverka ventilationen själv, var ett påstående som även upplevdes som besvärligt vilket kanske anknyter till köksbesvärerna. För att åtgärda dessa köksbesvär kan man installera en bättre köksfläkt som är manuellt reglerbar.

7.5 Elanvändning

Kollar man på elanvändningen för Professorsgatan 8 så sänktes den 20 000 kWh från år 2007 till år 2009. Sänkningen kan bero på att Stena fastigheter erbjuder nyinflyttade hyresgäster lågenergilampor. En annan faktor kan vara att de boende har ett större miljömedvetande och försöker minimera elanvändningen eller att de helt enkelt behöver använda mindre el. Elanvändningen ändras inte så mycket beroende på årstid. Man kan se en liten ökning under vinterhalvåret som kan förklaras med att dagarna är mörkare och behovet av belysningen blir större. Kan även tänkas att de boende befinner sig mer i hemmet än utomhus under vintern.

Enligt diagram 1 (Lindén, 2008) så står kyl/frys och belysning för ungefär 43 % av hushållselen i lägenheter. Eftersom de boende på Professorsgatan 8 står för kostnaden av hushållsel så kan det tänkas vara svårt för Stena att prioritera byte av vitvaror och belysning för en bättre energieffektivitet. Däremot när vitvaror ej går att använda längre och ett byte krävs så borde Stena satsa på energieffektiva vitvaror. Åtgärden skulle inte vara av ekonomiskt intresse utan ett bidrag för mindre utsläpp av växthusgaser. Ett initiativ som Stena redan gör är att de erbjuder nyinflyttade hyresgäster energilampor. Vilket gynnar de boendes ekonomi och bidrar till en mindre energianvändning.

Oavsett om de boende betalar hushållsel så förekommer alltid en kostnad för fastighetsel. För att sänka användningen av fastighetsel bör all belysning energieffektiviseras med energisnåla lampor och närvarostyrd belysning. Fastigheter med tvättmaskiner och torktumlare bör genomgå en undersökning om det finns effektivare produkter som bidrar till att energianvändningen sänks. Har fastigheten torkrum bör man se över så att fläkten har rätt verkningsgrad. Torkfläktar kräver en hög energianvändning eftersom energiåtgången är stor när fuktig och varm luft ska ventileras bort.

7.6 Energiprisutveckling

Statistiken visar att energipriserna har stigit de senaste årtionden oavsett energikälla. Något annat än en fortsatt ökning av energipriserna verkar inte aktuellt.

Energieffektivisering av miljonprogrammet

Framsiktiga prognoser talar för ökningen medan kraven på att sänka energianvändningen i bostäder blir allt större från långsiktigt satta planer av politikerna vilket talar emot ökad energianvändning. År 2009 infördes lagen att varje hus som säljs ska energideklareras. Detta kommer att ge köparen en klarare syn på vilka åtgärder som kan göras för att uppnå en energiminskning. Energiminskningen kommer inte bara att gynna miljön utan kan även gynna köparens långsiktiga ekonomi.

Att minska energianvändning blir det bästa sättet att motverka energiprisutvecklingen så länge man inte hittar billigare sätt att utvinna energi. Framsiktigt så kommer det gynna bostäderna ekonomiskt och bidrar till de mål politikerna sätter för att motverka miljöhoten. Lösningar med miljövänlig och "gratis" energi är väldigt aktuellt t.ex. solceller och små vindkraftverk. Priserna och den tekniska utvinningen är idag inte tillräckligt bra för att vara aktuell som en ersättning för energibehovet. De åtgärder rapporten tar upp ser vi mer potential i och att en stor del av Sveriges fastighetsbestånd kommer genomgå liknande åtgärder.

8. Slutsatser och rekommendationer

1. Man bör undersöka om ventilationsflödet kan minskas. De utredningar som är gjorda i denna rapport pekar mot att flödet är större än det behöver vara men för att kunna vara säker på detta måste dessa mätas. Förutsatt att kravet på 4 l/s person och 0,5 oms/h kan vidhållas i alla rum så skulle en reduktion av ventilationen med 20 % (från 1,04 oms/h till 0,83 oms/h) sänka värmeenergiebehovet med cirka 100 000 kWh per år. Se kommentar i kapitel 9, fortsatta studier.
2. Fönstren i huset bör bytas. De är med nutida mått mätt dåliga ur energisynpunkt och de börjar närma sig sin tekniska livslängd. Att ersätta de befintliga fönstren med moderna 3-glasfönster (U-värde $\approx 1,1$) skulle innebära en lika stor värmeenergiebesparing som att minska ventilationen med 20 % alltså 100 000 kWh per år.
3. Alldeles för stor mängd energi förs bort från byggnaden via frånluften. Analysen visar att hälften av den energi som tillförs byggnaden ventileras bort, här finns en stor potential att ta vara på energi. Den frånluftsvärmepump som har studerats i rapporten skulle kunna ge en maximal besparing på 235 000 kWh per år.
4. En tilläggsisolering av ytterväggarna är aktuell när fasaden är i behov av upprustning. Beräkningar visar att en utvändig tilläggsisolering sparar mer energi jämfört med en invändig tilläggsisolering, vid samma isoleringstjocklek. Om en utvändig tilläggsisolering genomförs finns det även möjlighet att bygga bort förekommande köldbryggor plus att den uthyrningsbara arean inte reduceras.
5. Tilläggsisolering av vindsbjälklaget är generellt sett en bra och billig lösning för att minska energianvändningen i en byggnad men i fallet med Professorgatan 8 blir det en mer komplicerad fråga eftersom att vinden används som lägenhetsförråd. Det är då inte möjligt att isolera med lösull eftersom man måste kunna beträda vinden.

Värdena på kWh som presenteras här är baserade på 2009 års normalårskorrigerade användning. Vid en reducering av ventilationsflödet och vid tilläggsisolering av vinden bör fuktberäkningar genomföras och kontrollmätas.

9. Fortsatta studier

De ventilationsvärden som denna rapport är baserad på är endast det totala luftflödet i respektive trapphus. För att kunna göra en mer exakt bedömning av hur mycket ventilationsflödet kan sänkas utan att luftkvaliteten blir för dålig måste kontrollmätningar göras. De mätningar som måste genomföras är:

- Luftflödesmätningar i alla badrum
- Luftflödesmätningar i alla kök
- Luftflödesmätningar i alla sovrum

En annan mätning som kan vara av intresse är en kompletterande termografering, denna gång gjord inne i huset. Detta borde visa mer tydligt var de stora luftläckagen finns.

Om man vill stärka argumenten för ett fönsterbyte skulle man kunna mäta den operativa temperaturen inne i lägenheterna. Detta för att visa hur låg temperaturen upplevs på grund av strålningens inverkan.

Litteraturförteckning

Tryckt litteratur

Abel & Elmroth, 2006. *Byggnaden som system*. Formas, Stockholm.

Lindén, 2008. *Hushållsel*. Media-Tryck Sociologen, Lund

Fröling & Dalenbäck, 2007. *Energieffektiv bebyggelse och fjärrvärme*. Svensk Fjärrvärme AB, Stockholm

Johansson, 2001. *Befintliga frånluftsvärmepumpar i flerbostadshus*. Miljö & Projektledning, Stockholm.

Krögerström, 2007. *Fönster*. Energimyndigheten, Eskilstuna.

Nevander & Elmarsson, 1994. *Fukthandbok. Praktik och teori*. Svensk Byggtjänst, Stockholm.

Peterson, 2004. *Tillämpad byggnadsfysik*. Studentlitteratur, Lund.

REPAB, 2008. *Bostäder, nyckeltal för kostnader och förbrukningar*. Livréna AB, Göteborg.

Sandin, 2004. *Praktisk husbyggnadsteknik*. KFS i Lund AB, Lund.

Selinder mfl, 2003. *Kopplingsprinciper för fjärrvärmecentral och frånluftsvärmepump*. Svenska fjärrvärmeföreningens service ab, Stockholm.

Statens energimyndighet & SCB, 2010. *Prisutveckling på el och naturgas*. SCB, Örebro

Ström, 2010. *Elpriserna kommer att stiga med 20-30 procent*. Sydsvenskan, Lund

Arvehammar & Jönsson, 2010. *Effektiv beräkning av energiåtgärder*. Avdelningarna för Byggnadsfysik och Byggproduktion, Lunds universitet

Elektroniska källor

Building physics, 2009. *HEAT2.*

www.buildingphysics.com [Hämtad 2010-09-23]

Energikunskap, 2009. *Energianvändning per sektor.*

www.energikunskap.se/sv/FAKTABASEN/ [Hämtad 2010-10-26]

Energimyndigheten, 2007 (1). *Ventilation.*

www.energimyndigheten.se/sv/Hushall/ [Hämtad 2010-08-13]

Energimyndigheten, 2007 (2). *Tips på hur du spar energi.*

www.energimyndigheten.se/sv/Hushall/ [Hämtad 2010-11-12]

Energirådgivningen, 2010. *Frånluftsvärmepumpar.*

www.energiradgivningen.se [hämtad 2010-11-10]

Fjärrvärme, 2005. *Hur fungerar det?*

www.fjarrvarme.se/hur-fungerar-det/ [Hämtad 2010-10-25]

Hemljus, 2010. *5 gånger bättre energiutnyttjande.*

www.hemljus.se/Lagenerg.htm [Hämtad 2010-10-12]

Iwa, 2010. *Kallras & strålningsdrag.*

www.iwa21.se/node/8 [Hämtad 2010-09-02]

SCB, 2009. *Total energianvändning i flerbostadshus, 1992–2008.*

www.scb.se/Pages/TableAndChart____20111.aspx [Hämtad 2010-11-02]

Skellefteå museum, 2010. *Tilläggsisolering.*

<http://www.skellefteamuseum.se/hallahus> [hämtad 2010-09-03]

Socialstyrelsen, 1999. *Ventilation.*

www.socialstyrelsen.se/sosfs/1999-25 [Hämtad 2010-08-26]

Stena, 2010. *Stena Sfären.*

www.stena.com/sv/Sphere/About+stena+sphere/Om+stena+sfaren.htm [Hämtad 2010-06-23]

Stenafastigheter, 2010. *Våra orter.*

www.stenafastigheter.se/V%c3%a5raOrter/ [Hämtad 2010-06-23]

Svenskfast, 2008. *Omdiskuterade bostäder med potential.*

www.svenskfast.se/Templates/Page____4934.aspx [Hämtad 2010-06-29]

Varmahus, 2006. *Isolering och täthet*

www.varmahus.se/varmebehov/isolering_tathet_varme.php [Hämtad 2010-08-26]

VIP+, 2010. *Om VIP+.*

www.VIP.strusoft.com [Hämtad 2010-09-16]

Figurförteckning

- Figur 1.** *Översiktsvy Professorsgatan 8.* (Eniro, 2010)
- Figur 2.** *Tilläggsisolering av vindsbjälklag* (Warfvinge, 2010)
- Figur 3.** *Självdragsystem* (Energimyndigheten, 2007)
- Figur 4.** *Frånluftventilation med återvinning* (Energimyndigheten, 2007)
- Figur 5.** *FTX-system* (Energimyndigheten, 2007)
- Figur 6.** *Fjärrvärme* (Fjärrvärme, 2005)
- Figur 7.** *Den allmänna ytterväggen, tagen ur de ursprungliga k-ritningarna.*
- Figur 8.** *Källarväggen och bottenplattans utformning*
- Figur 9.** *Vindsbjälklaget infästning*
- Figur 10.** *Invändig tilläggsisolering av yttervägg*
- Figur 11.** *Utvändig tilläggsisolering av yttervägg*
- Figur 12.** *Tilläggsisolering av vindsbjälklaget, alt 1*
- Figur 13.** *Tilläggsisolering av vindsbjälklaget, alt 2*
- Figur 14.** *Illustration av beräkningarna gjorda i HEAT2*

Diagramförteckning

- Diagram 1.** *Fönsters energiförluster* (Krögerström, 2007)
- Diagram 2.** *Samband, isoleringstjocklek och värmeförlust* (Warfvinge, 2010)
- Diagram 3.** *Hushållsel* (Lindén, 2008)
- Diagram 4.** *Energianvändning i flerbostadshus år 2008* (SCB, 2009)
- Diagram 5.** *Fjärrvärmearvändning* (Fröling & Dalenbäck, 2007)
- Diagram 6.** *Elprisutvecklingen exkl. moms* (Statens energimyndighet & SCB, 2010)
- Diagram 7.** *Elpris för hushållskunder* (Statens energimyndighet & SCB, 2010)
- Diagram 8.** *Fjärrvärmepriser* (Statens energimyndighet & SCB, 2010)
- Diagram 9.** *Energi som tillförs Professorsgatan 8*
- Diagram 10.** *Var energin som tillförs byggnaden tar vägen*
- Diagram 11.** *Fönstrens isolerande effekt*
- Diagram 12.** *Hur ytterväggens u-värde beror på isoleringstjockleken*
- Diagram 13.** *Utvändig respektive invändig tilläggsisolering av yttervägg*
- Diagram 14.** *Tilläggsisolering enligt alternativ 1*
- Diagram 15.** *Tilläggsisolering enligt alternativ 2*
- Diagram 16.** *FTX-system*
- Diagram 17.** *Allmän nöjdhet av bostaden*
- Diagram 18.** *Besvär i innemiljön*
- Diagram 19.** *Besvär av temperatur och värmekomfort*
- Diagram 20.** *Besvär av luftkvalitet*

Tabellförteckning

- Tabell 1.** *Några olika materials förmåga att leda värme* (Varmahus, 2010)
- Tabell 2.** *För- och nackdelar med olika ventilationssystem*
- Tabell 3.** *Fläktens elanvändning* (Warfvinge, 2010)
- Tabell 4.** *Bostäder som har annat uppvärmningssätt än elvärme* (BFS 2008:20)
- Tabell 5.** *Bostäder med elvärme* (BFS 2008:20)
- Tabell 6.** *Lågenergilampans effekt* (Hemljus, 2010)
- Tabell 7.** *Energianvändning Professorgatan 8*
- Tabell 8.** *Effekten av enbart fönsterbyte*
- Tabell 9.** *Effekter av en invändig tilläggsisolering enligt givna kriterier*
- Tabell 10.** *Effekter av en utvändigt tilläggsisolering enligt givna kriterier*
- Tabell 11.** *Tilläggsisolering enligt alternativ 1*
- Tabell 12.** *Tilläggsisolering enligt alternativ 2*
- Tabell 13.** *Värden från simuleringar med respektive utan balkonger*
- Tabell 14.** *Renoveringsförslag*
- Tabell 15.** *Åtgärdsbeskrivningar*

Bilagor

B1. Enkätundersökning lägenhet

Enkätundersökning lägenhet

Lunds tekniska högskola i samarbete med Stena fastigheter



**LUNDS
UNIVERSITET**
Lunds Tekniska Högskola



Hur upplever du inomhusmiljön?

Syftet med undersökningen är att få ett underlag där svar kan sökas om och i sådana fall hur inomhusmiljön påverkar de boende i Professorsgatan 8. Bostadsmiljön är viktig eftersom vi tillbringar en stor del av tiden hemma. Undersökningen genomförs av Lunds universitet i samarbete med Stena fastigheter.

Alla svar är viktiga

Er medverkan är frivillig, men svaren är mycket viktiga och bidrar till att undersökningens resultat blir tillförlitligt. Resultatet från er bostad kan inte ersättas med någon annans.

Enkäten gäller er bostad och fylls lämpligen i av de vuxna i hushållet tillsammans. Vi ber dig svara på frågorna om **er bostad** och lämna blanketten i lådan som är placerad i trapphusets entré så snart som möjligt.

När vi får tillbaka ett besvarat frågeformulär innebär det samtycke till att delta i undersökningen. Ett stort tack på förhand för din medverkan!

+
DIN HÄLSA OCH INNEMILJÖN

+
VUXNA

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"/>		
2. Hur pass nöjd eller missnöjd är du med bostaden vad gäller...						
	Mycket nöjd	Ganska nöjd	Varken/eller	Ganska missnöjd	Mycket missnöjd	
	1	2	3	4	5	
a.	... storlek?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b.	... standard?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c.	... planlösning?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d.	... dagsljus?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e.	... utseende, skönhetsvärde?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f.	... trivsel?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g.	... boendekostnad?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h.	... bostadsområde, grannskap?	<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	Nej, aldrig
		1	2	3
a.	Drag	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b.	För hög rumstemperatur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c.	Varierande rumstemperatur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d.	För låg rumstemperatur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e.	Instängd ("dålig") luft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f.	Torr luft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g.	Obehaglig lukt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h.	Statisk elektricitet som gör att man lätt får stötar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i.	Andras tobaksrök	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
j.	Buller	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
k.	Damm och smuts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
l.	Annat, vad: SKRIV HÄR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

+

1

+



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"/>
b.	... alltför varmt på vinterhalvåret?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c.	... alltför kallt på sommarhalvåret?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d.	... alltför varmt på sommarhalvåret?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e.	... kalla golv?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f.	... drag från fönster?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g.	... drag från ytterdörr?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h.	... varierande rumstemperatur vid temperaturväxlingar utomhus?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i.	... svårigheter att själv påverka rumstemperaturen?	<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"/>
b.	... grannars matos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c.	... tobaksrök eller annan lukt från grannar?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8. 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"/>
b.	... grillkök/restaurang/industrier?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c.	... vedeldningsrök?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Energieffektivisering av miljonprogrammet

+

+

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 byggnaden 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 liknande 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"/>

+

3

+

Energieffektivisering av miljonprogrammet

+

+

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 störs	<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"/>

Nuvarande besvär

15. Har du under de senaste 3 månaderna haft något/några av nedanstående besvär?

Om ja, tror du att detta beror på din bostadsmiljö?

	Ja, ofta (varje vecka)	Ja, ibland	Nej, aldrig		
	1	2	3	Ja	Nej
				1	2
a. Trötthet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Tung i huvudet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Huvudvärk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Illamående/ yrsel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. Koncentrationssvårigheter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f. Klåda, sveda, irritation i ögonen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g. Irriterad, täppt eller rinnande näsa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h. Heshet, halstorrhet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i. Hosta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
j. Torr eller rodnad hud i ansiktet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
k. Fjällning/klåda i hårbotten/öron	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
l. Torr, kliande, rodnad hud på händerna	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

+

4

+

B2. Sammanställning av enkätundersökning – Övriga synpunkter

Dessa synpunkter är lätt censurerade. Personliga attacker, påhopp av vissa nationer och fula ord är ersatta med "-----". I övrigt är synpunkterna publicerade i sin ursprungliga form.

"Störs väldigt mycket och ofta av mopedister. Desa kör på cykelväg. Dålig städning utav tvättrummen. Alldeles för tunn vägg i köket. Grannen hör när det diskas. Ej fungerande ventilation i matskåpet ovanför frysen. Har anmälts men har ej åtgärdats. Grannarna har liknande problem med sina skåp."

"----- grannar dem sitta så sent på natten med sina gäster, när det dags gästerna ska gå hem och dem pratar framför dörren länge och dem väcker andra boende mig också mig, jag menar ingen respekt sina grannar."

"Betr.punkt 9 (instängd el. unken lukt): Vi upplever att trapphuset är dåligt ventilerat, (nästan stillastående luft) under den varma årstiden. Det är då som man även kan tycka att luften i lägenheten/hallen känns mindre frisk. Vi tycker att ventilation i trapphuset blivit sämre (särskilt sommartid) ända sedan de två stora ventilerna innanför ytterdörren resp. ovanför vindstrappan stängdes och ersattes med en fläkt över ytterdörren i bottenplanet. (Detta skedde före Stenas övertagande av fastigheten). Kanske har skiftet från ventilerna till fläkten ingen betydelse för ventilationen - det är bara en reflektion."

"Det hade kanske inte skadat o skickat ut ordningsregler till alla hushåll. Så att man slipper att bli väckt eller ej kunna somna av att det finns personer som diskar, dammsuger, duschar långt efter 22⁰⁰. Och det är väl också så att det skall vara tyst 22⁰⁰. Men att man skall lugna ner sig redan 21⁰⁰. Inte speciellt roligt o komma hem från jobb sent på kvällen. Sätta sig i soffan för att varva ner. O då behöva lyssna på någon som håller på att städa som en -----. Sen tycker jag att ni kan måla i linjerna på parkeringsplatsen så vissa kanske vet var dom skall parkera. Inte så kul när man behöver klättra ut på passagerar sidan för vissa inte kan parkera!!!"

"Jag har vinden ovanpå min lägenheten. Har trappan vid min lägenhet ibland är där någon som är uppe väsnas och bär ner möbler mycket sent på kvällen(även nattetid)."

"Jag trivs enormt i min lägenhet och har inga nackdelar eller ngt att klaga. Tacksam för all hjälp."

"Tycker mycket om min lägenhet. Den är mysig och bra att bo i..."

"Fönster behöver bytas då träet mellan fönsterna är ruttet och uppslitet. Har ej -- sedan huset byggdes 1963."

Innemiljön: Annat, vad:

"Ibland vissa grannar bla ----- tycker om att smälla igen, deras ytterdörrar när dom går in eller ut från deras lägenheter. Mycket högt buller!"

"Ibland vissa grannar bla, ----- tycker om att smälla mycket högt deras ytterdörrar"

"Tunna väggar"

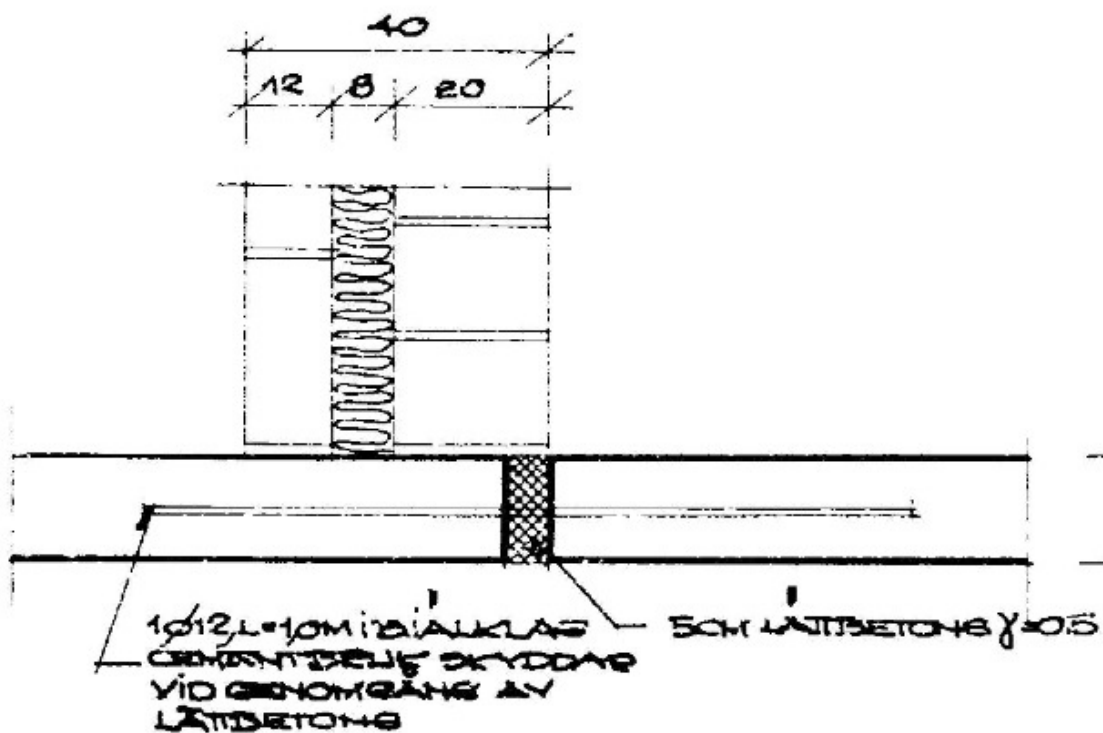
"Boendes sena o störande besök på vinden"

"Nötskal o papper kastas i hiss o trappa"

"Smuts i källare"

"Renovera balkongen"

B3. K-ritning, balkonginfästning



B4. Typfastighet enligt REPAB

Värmeförbrukning

Riktvärde för typfastighet normal enligt REPAB

- Fastighet med värmeisolering motsvarande nybyggnadsstandard 1960-1974.
- Ventilation med värmeåtervinning alternativt enbart frånluftsventilation.
- Rumstemperatur 21 °C
 - ➔ Riktvärde årsförbrukning (klimatzon 3): 150 kWh/m² BOA

Justeras mot:

- + Ingen återvinning.
- + Byggnadsår och isoleringsstandard före 1975.
- + Drifttid ventilation 24 h/dygn
- - Lufttemp 20 °C

B5. Värme-, el- och vattenförbrukning

Stena Fastigheter AB

2010-06-23

Marknadsområde, MMX, Hermodsdal 2.

Hermodsdal 2 (Hermodsdal 2)

Värme

Normalårskorrigerad förbrukning (kWh)

	2007	2008	2009	2010	Diff/period	Diff/år
jan	106 150	104 962	104 152	101 667	-2%	-1%
feb	95 665	97 192	95 403	94 998	-0%	-1%
mar	93 076	95 036	96 006	99 169	+3%	-1%
apr	57 231	70 922	70 249	76 538	+9%	+0%
maj	61 170	49 839	49 809	52 539	+5%	+0%
jun	28 395	29 314	34 233		0%	0%
jul	26 652	27 092	26 520		0%	0%
aug	27 280	29 033	26 116		0%	0%
sep	37 360	39 302	32 653		0%	0%
okt	60 805	62 696	64 651		0%	0%
nov	83 468	84 330	81 008		0%	0%
dec	106 339	99 112	99 661		0%	0%
Summa:	783 590	788 831	780 461	424 911		
Ackum.:	413 291	417 951	415 619	424 911	+2%	

Professorsgatan 8

Dåligt styr-system

Övrig el

Förbrukning (kWh)

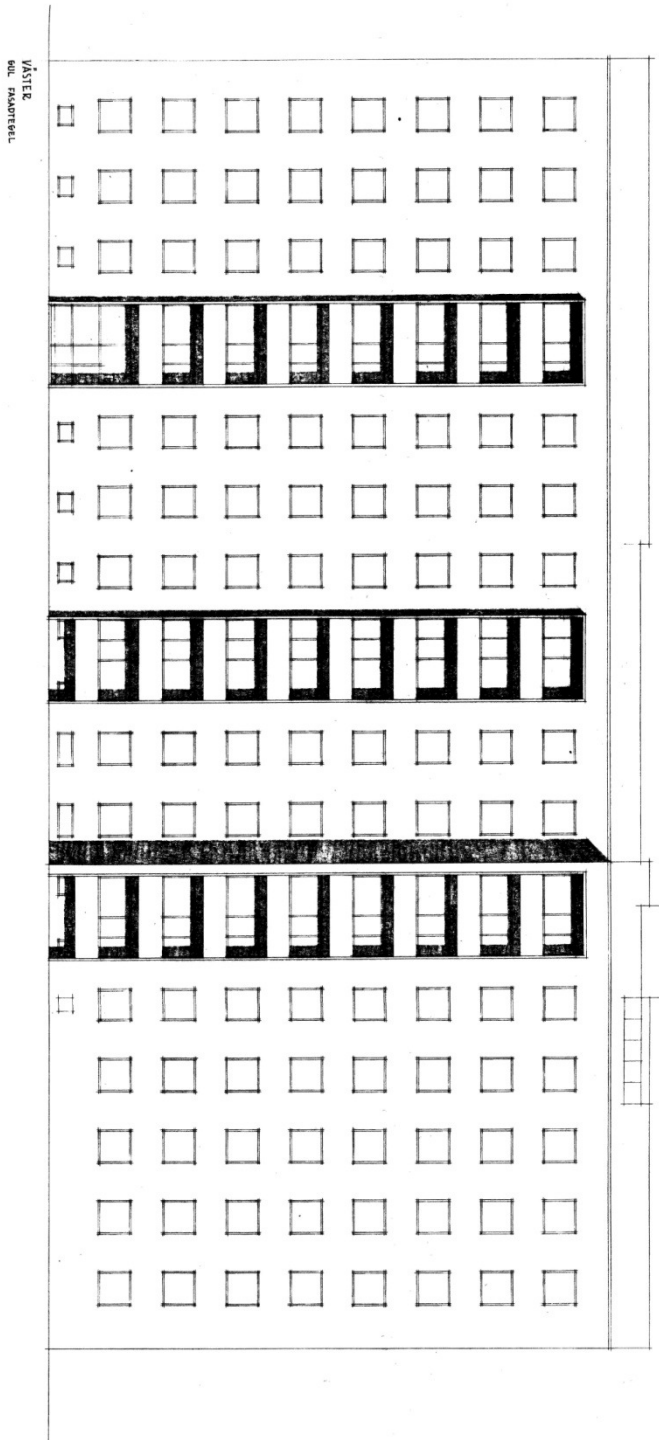
	2007	2008	2009	2010	Diff/period	Diff/år
jan	13 077	14 536	12 292	12 283	-0%	-4%
feb	11 801	13 586	10 985	11 709	+7%	-1%
mar	12 759	13 382	11 896	12 619	+6%	+0%
apr	12 279	11 944	11 562	11 326	-2%	+0%
maj	12 245	11 340	11 113	11 527	+4%	+1%
jun	11 919	10 579	10 205		0%	0%
jul	11 992	10 475	9 960		0%	0%
aug	11 771	10 059	10 099		0%	0%
sep	12 398	10 439	10 678		0%	0%
okt	13 292	11 603	12 279		0%	0%
nov	13 155	14 904	11 323		0%	0%
dec	14 797	9 073	12 191		0%	0%
Summa:	151 486	141 921	134 584	59 464		
Ackum.:	62 162	64 789	57 848	59 464	+3%	

Vatten

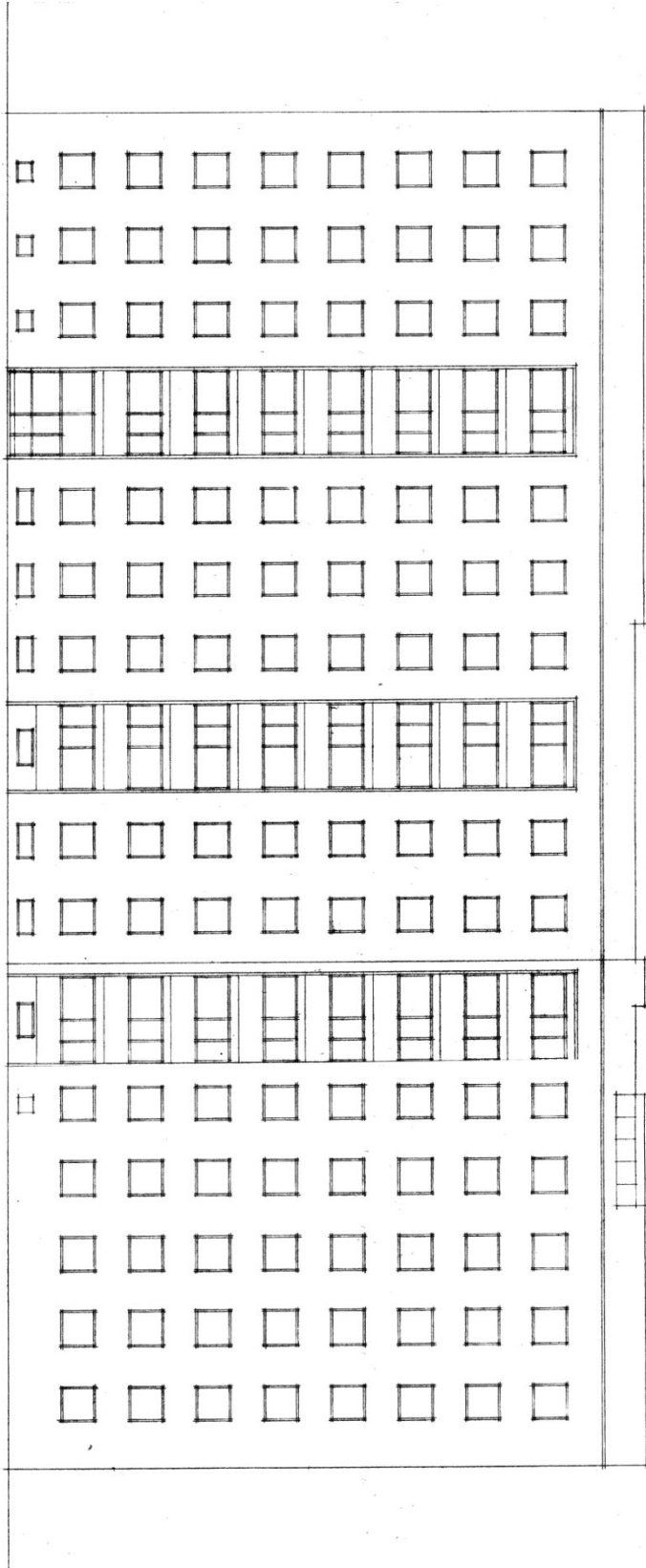
Förbrukning (m3)

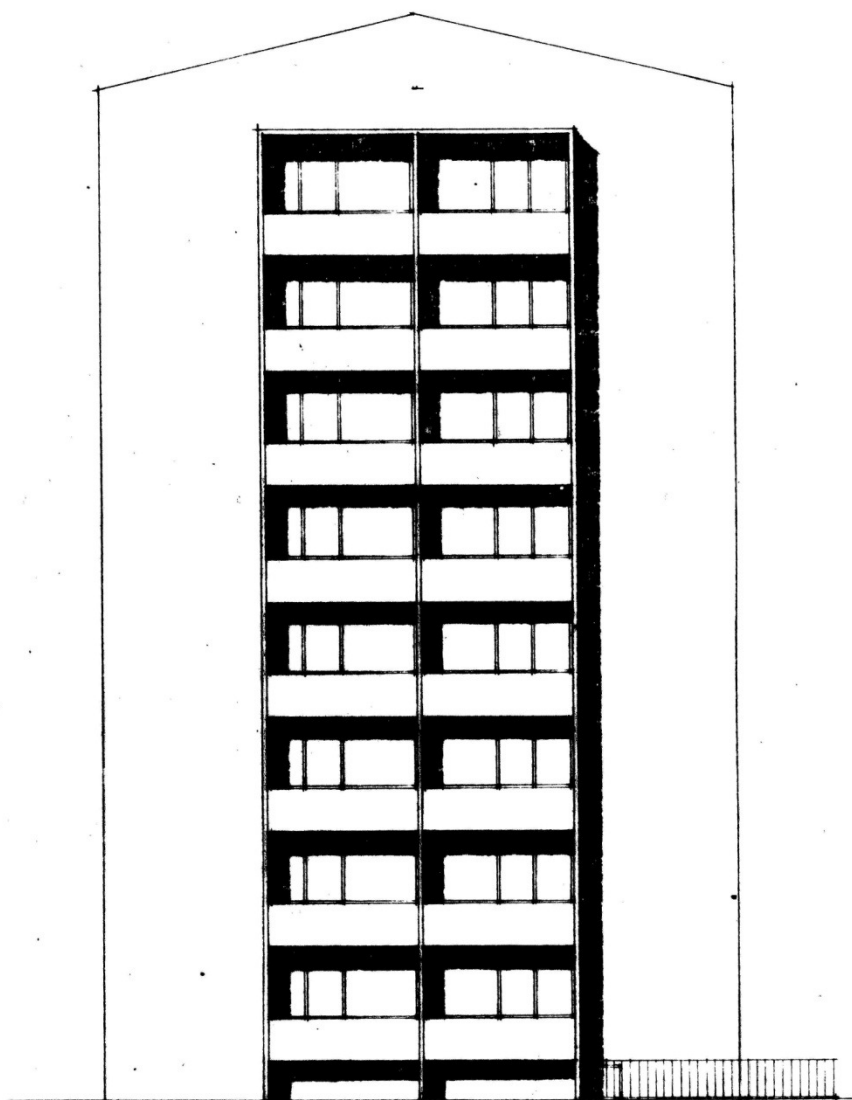
	2007	2008	2009	2010	Diff/period	Diff/år
jan	1 019	1 056	1 000	946	-5%	-2%
feb	925	951	950	907	-5%	-2%
mar	1 019	1 027	997	960	-4%	-2%
apr	1 166	1 019	993	948	-5%	-2%
maj	1 255	1 036	961	997	+4%	-1%
jun	1 154	973	878		0%	0%
jul	1 072	921	860		0%	0%
aug	952	957	959		0%	0%
sep	943	1 000	1 141		0%	0%
okt	1 042	1 013	916		0%	0%
nov	1 033	1 028	1 134		0%	0%
dec	1 182	1 007	1 012		0%	0%
Summa:	12 762	11 987	11 803	4 758		
Ackum.:	5 384	5 088	4 902	4 758	-3%	

B6. Fasadritningar



ÖSTRE
SILL FRÅNDRÖMEL

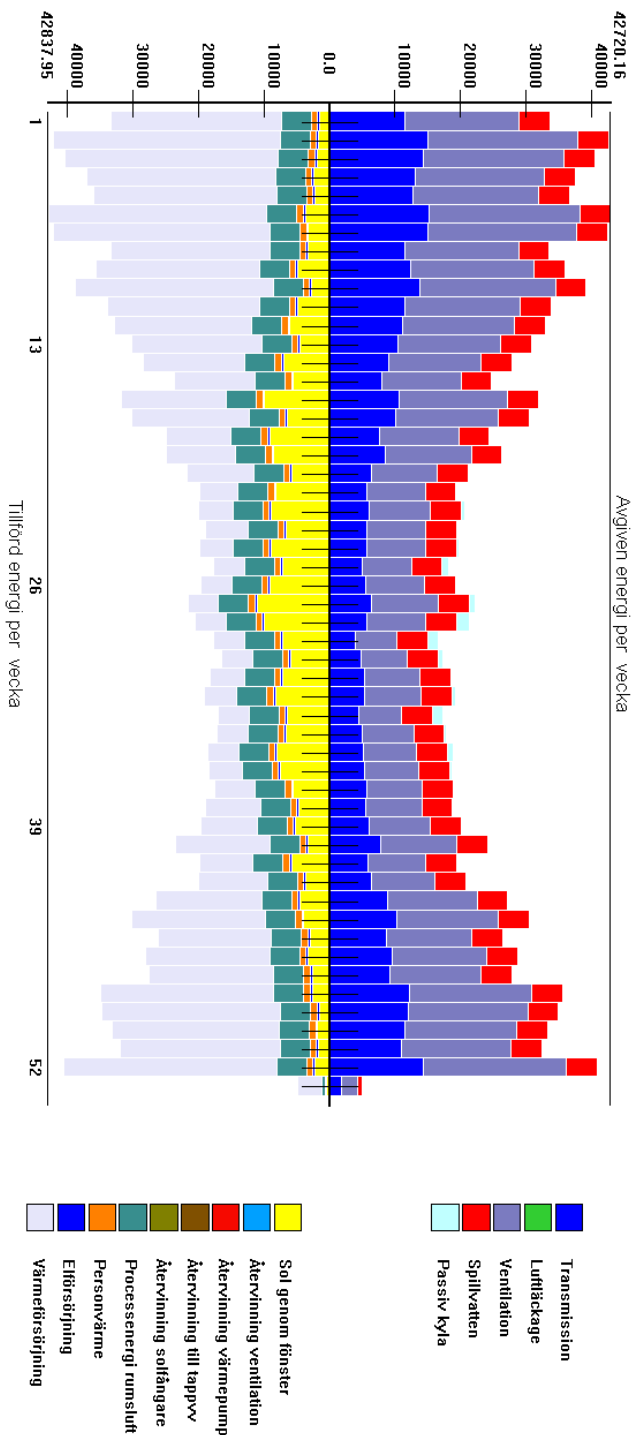




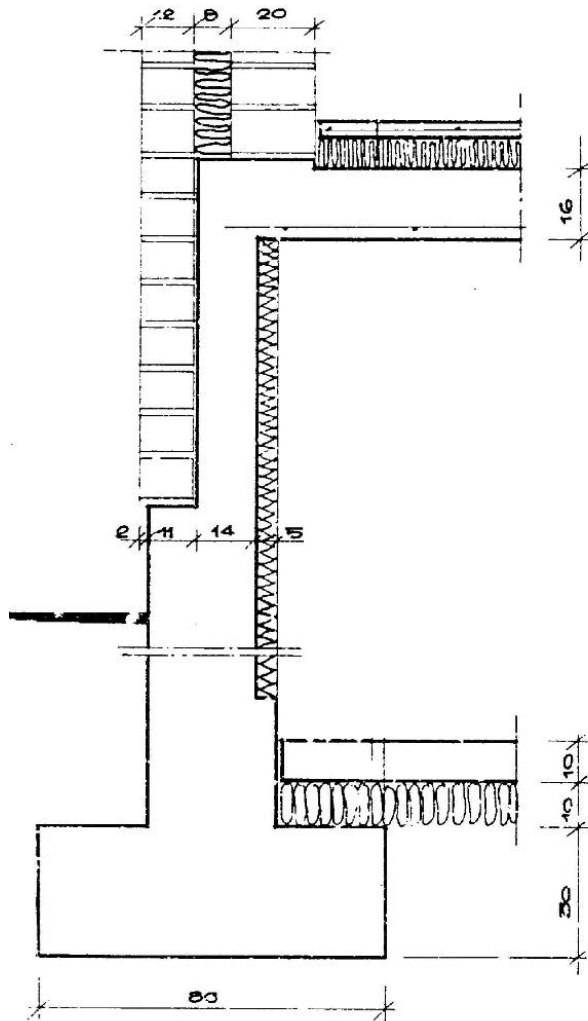
GAVEL
GUL FASADTEGEL

B7. Diagram från VIP+

Diagrammet nedan visar var den till huset tillförda energin tar vägen. Diagrammet avser Professorsgatan 8 i sitt nuvarande skick.



B8. K-ritning, källarvägg



B9. K-ritning, källarvägg under balkonger

