

Avdelningen för Byggnadsfysik

Examensarbete TVBH-5059

Lund 2009

Energideklaration av en äldre villa

- En praktisk tillämpning

Tobias Mårtensson



LUNDS UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

Energideklaration av en äldre villa

- En praktisk tillämpning

Tobias Mårtensson

Avdelningen för Byggnadsfysik
Lunds universitet
Box 118
221 00 Lund
Sverige

ISRN LUTVDG/TVBH--09/5059--SE(133)
©2009 Tobias Mårtensson

Förord

Den 11 december 1997 i Japan skrev många av världens industriländer under ett protokoll som innebär ett åtagande att minska växthusgaserna med 5,0 % mellan 1990 och 2008-2012. Protokollet är det välkända Kyoto-protokollet. Inom EU har det sedan förhandlats inbördes och respektive EU-land har fått olika enskilda kvoter. Sverige tillhör ett av de länder som redan uppfyllt denna nivå vilket gjort att resurser har kunnat läggas på utländska projekt som syftar till minskning i utsläpp av växthusgaser. År 2002 beslutade EU om direktivet om byggnaders energiprestanda. Detta direktiv är en del av EU:s sätt att bl.a. införliva Kyoto-protokollet. I Sverige har detta direktiv införlivats 2006 med lagen om energideklarationer av byggnader. Lagen omfattar i stort sätt alla byggnader som hyrs ut eller säljs. Energideklarationen har skapat mycket diskussioner i medier och har bl.a. medfört att nya byggregler har skrivits. Dessa diskussioner väckte mitt intresse kring ämnet. Jag började fundera på frågor som; Hur energideklareras ett gammalt hus med okänd konstruktion? Vilka mätmetoder finns för att samla information avseende energianvändningen i ett hus? Dessa frågor ledde till detta examensarbete som behandlar ett pratiskt utförande och en teoretisk tillämpning av lagen om energideklaration av byggnader. Objektet som studerats är en 60-tals villa i norra Lund i ett välkänt villaområde som i allmänna ordalag även kallas Mildner-husen. Tyngdpunkten har legat på att i möjligaste mån mäta upp villans energianvändning med mer eller mindre beprövade mätmetoder. Resultatet från denna studie ska förhoppningsvis inspirera till fortsatta arbeten med att koppla teori med praktik.

Glostorp i januari 2009

Tobias Mårtensson

Sammanfattning

- Titel:** Energideklaration av en äldre villa
- *En praktisk tillämpning*
- Författare:** Tobias Mårtensson
- Handledare:** Karin Adalberth
Avdelningen för Byggnadsfysik
Lunds Tekniska Högskola, Lunds Universitet
- Problemställning:** EU:s implementering av direktiv 2002/91/EG, om byggnaders energiprestanda, innebär förenklat att samtliga byggnader som byggs nytt, säljs eller hyrs ut ska vara energideklarerade i samband med försäljning eller överlåtelse. Energideklarationen får vara maximalt 10 år gammal. Hur ser en energideklaration ut av en äldre villa? Denna rapport redovisar en grundlig undersökning av en villa från 60-talet i norra Lund. Villans byggnadsfysikaliska egenskaper har så långt som möjligt uppmätts för att sedan jämföras med teoretiska värden, beräkningar och metoder.
- Syfte:** Syftet med detta arbete har varit att studera hur en energideklaration ser ut av en äldre villa.
- Metod:** Husets energiprestanda har tagits fram på tre olika sätt.

1. Genom uppmätning på objektet

Genom att nyttja mer eller mindre beprövade mätmetoder har villans termiska egenskaper uppmätts. Detta har skett genom nedan beskrivna mätmetoder.

➤ Spårgasmätning

Då villan är naturligt ventilerad genom otätheter i klimatskalet har denna metod valts för att studera villan ventilationsegenskaper. Genom att fördela ut en icke naturligt förekommande gas i villans samtliga utrymmen och samtidigt mäta avtagandet av gaskoncentrationen m.h.a en spårgasmätare kunde villans ventilationssystem bedömas.

➤ Värmeflödesmätning genom två typer hjälpväggsmetoder.

Två typer av flödesmätare användes för att beskriva de termiska egenskaperna i villans vindsbjälklag, yttervägg och grund. Den ena flödesmätaren var en cellplastskiva med monterade termoelement på var sin sida om skivan och genom att mäta temperaturgradienten över skivan ta hänsyn till skivans termiska egenskaper beskriva

värmeflödet genom väggen. Den andra mätaren var en fabriksbyggd flödesmätare som består av en kalibrerad plastingjuten termospiral som avger en spänning vid en temperaturgradient över skivan som sedan, genom en kalibreringsfaktor, kan omvandlas till ett värmeflöde. Ovanstående flödesmätare har använts parallellt och tillsammans med en loggning av yttemperaturerna i undersökta byggnadsdelar har byggnadsdelarnas okända termiska egenskaper studerats.

2. Genom teoretisk beräkning

Ritningar och tidsenliga bygghandlingar har legat till grund för en teoretisk uppbyggnad av villans termiska egenskaper med uppdelningen vind, yttervägg och grund. Denna teoretiska modell (Flödesmätarmodell) har sedan matchats mot den praktiska undersökningen av villans termiska egenskaper i beräkningsprogrammet VIP+ 3.0.

3. Genom uppmätt levererad energi

Resultat:

Spårgasmätning

Två mätningar utfördes med en genomsnittlig ventilationsgrad på 0,32 oms/h som efter normering gav en ventilationsgrad på 1,1 oms/h.

Värmeflödesmätning genom två typer hjälpväggsmetoder

Resultatet från värmeflödesmätningarna är redovisade som ett uppmätt värmemotstånd. I samband med värmeflödesmätningarna uppmättes värmetrögheten i respektive byggnadsdel.

| | <i>Cellplastskiva</i> (m ² *K/W) | <i>Termomätare</i> (m ² *K/W) | <i>Värmetröghet</i> (min) |
|--------------|--|---|------------------------------|
| <i>Vind</i> | 9,33 | 8,07 | 250 |
| <i>Vägg</i> | 2,73 | 3,69 | 580 |
| <i>Grund</i> | 6,07 | 7,56 | <i>Ej möjlig att mäta</i> |

Genom teoretisk beräkning

| | <i>Flödesmätarmodell</i> | <i>Teoretisk modell</i> |
|---|--------------------------|-------------------------|
| <i>Energiprestanda</i> (kWh/m ²) | 139 | 170 |

Genom uppmätt levererad energi

| | Levererad energi (kWh) | Levererad energi (kWh/m ²) |
|--------------------------------|---------------------------|---|
| Årsenergianvändning år 2003 | 14 000 | 88 |
| Normalårskorrigerad +20% | 16 800 | 106 |

Slutsatser:

De tre metoderna skiljer sig kraftigt åt vad gäller slutgiltig energiprestanda (106-170 kWh/m²,år). Anledningar till detta är många. Störst vikt anses vara brukarbeteendet. Med ett medvetet brukande av byggnaden kan energibehovet påverkas mycket. Då den enligt Boverket antagna metoden för energiprestandan bygger på uppmätt levererad energi spelar brukarbeteendet en stor roll. I detta fall den helt avgörande om huset anses ha en normal förbrukning eller ej. Att enbart utgå från fältmätningar för att deklarerat byggnaden kan ge stora skillnader från verkligt fall. Värme-flödesmätning med cellplastskivan innebär ett antagande om 1-dimensionellt flöde genom byggnadsdelen och flödesmätaren. Detta antagande går inte att helt göra då flödesmätaren skapar ett motstånd som värmeenergin vill undgå genom att ta genvägar och alltså inte gå rakt genom cellplastskivan som förutsatts. Detta är den största anledningen till att resultaten från flödesmätaren ej helt går att koppla till en verklig termisk egenskap av byggnadsdelen. Vidarutveckling av mätmetoden krävs för att förbättra användbarheten.

Nyckelord:

Energideklaration, värme-flödesmätare, VIP+, spårgasmätning, energiberäkning, energisparåtgärd, EU direktiv.

Summary

- Title:** Energy performance of an elder building
- *A practical application*
- Authors:** Tobias Mårtensson
- Supervisor:** Karin Adalberth
Department of Building physics
Lund Institute of Technology, Lund University
- Complex of problem:** The implementation of the directive 2002/91/EG of the European parliament and of the council, the energy performance of buildings, means that that all constructed, sold or rented out buildings an energy performance certificates should be made. The energy performance certificate should not be older than 10 years. Now, how do you perform an energy performance certificate on a building with an unknown building physical characteristic? This thesis shows an exhaustive investigation of a building from the -60: s in the northern of Lund. The buildings physical characteristics has been measured and compared with theoretical calculations and methods.
- Purpose:** The purpose with this thesis is to study an energy performance certificate of an elder building.
- Method:** The compilation energy performance of the building was made with three different methods:
- 1. Through surveying.**
By using more or less reliable method of measurement and studying of the thermal characteristics. The methods which were used are listed below:
 - **Tracer gas measuring.**
The studied building is naturally ventilated through leakage in the building envelope therefore this method of measurement was used. By distributing a non natural tracer gas throughout the rooms of the building and then measure the decline in concentration with an tracer gas device the characteristics of the ventilation can be studied.
 - **Two types of heat-flow meters.**
Two types of heat-flow meters were used to describe the thermal characteristics of the loft ceiling, the external wall and the floor over crawl space. One of the heat-flow meters was an expanded plastics board with, on both sides, mounted thermo element and by measure the temperature gradient and take the thermal characteristic

into account of the board describe the heat flow through the building element. The second heat-flow meter was factory build plastic plate containing a thermo element spiral. A temperature gradient creates a voltage that is converted to a heat-flow rate by multiplying with a calibration factor. These two heat-flow meters were used together and by logging the surface temperature of surveyed building element the unknown thermal characteristics were studied.

2. Through theoretical calculation.

Drawings and building documents and regulations were the foundation of a theoretical calculation of the thermal characteristics of the loft ceiling, the external wall and the floor over crawl space. This study was then compared with the results from the above made measurements in the thermal calculation program VIP+ 3.0.

3. Delivered and measured energy.

Result:

Tracer gas measuring

Two measurements were made with an average ventilation of 0,32 oms/h, 1,1 oms/h after normalization.

Two types of heat-flow meters

The results from the heat-flow measuring are presented as heat-flow resistance. The specific heat capacity or heat of inertia was also measured and presented as inertia in minutes for each building element.

| | <i>Expanded plastics board (m²*K/W)</i> | <i>Thermal meter (m²*K/W)</i> | <i>Heat of inertia (min)</i> |
|---------------------|--|--|----------------------------------|
| <i>Attic</i> | 9,33 | 8,07 | 250 |
| <i>Wall</i> | 2,73 | 3,69 | 580 |
| <i>Ground floor</i> | 6,07 | 7,56 | <i>Not possible to measure</i> |

Through theoretical calculation

| | <i>Heat flow model</i> | <i>Theoretical model</i> |
|---|------------------------|--------------------------|
| <i>Energy performance (kWh/m²)</i> | 139 | 170 |

Delivered and measured energy

| | <i>Delivered energy (kWh)</i> | <i>Delivered energy (kWh/m²)</i> |
|---|-----------------------------------|---|
| <i>Year consumption of electricity 2003</i> | 14.000 | 88 |
| <i>Mean year corrected +20%</i> | 16.800 | 106 |

Conclusions:

The three methods differ in energy performance of the building (106-170 kWh/m², year). The explanation is many but the most importing factor is the behavior of the users. With awareness the total energy consumption of the building can be affected a lot. Due to the nationally used method to calculate the energy performance certificate by measuring the delivered energy the influence of the users' behavior has a great affect. In this study the crucial one. To only use surveying to perform an energy performance certificate can differ from actual energy performance. Heat-flow metering with the above used expanded plastics board presumes a 1-dimension heat-flow through the building element and the heat-flow meter. This assumption can not be made due to the resistance that the heat-flow try to avoid by taking the shortest way and that is not straight trough the board as presumed. This defect in the presumed heat-flow is the greatest reason way the results from the heat-flow meters can not be used to describe the thermal characteristic of the building element. Further development of the heat-flow meter is to be made to improve the results.

Keywords:

Energy performance certificate, heat-flow meter, VIP+, tracer gas measurement, calculation of energy consumption, energy saving measure, directive of the European parliament and of the council.

Innehållsförteckning

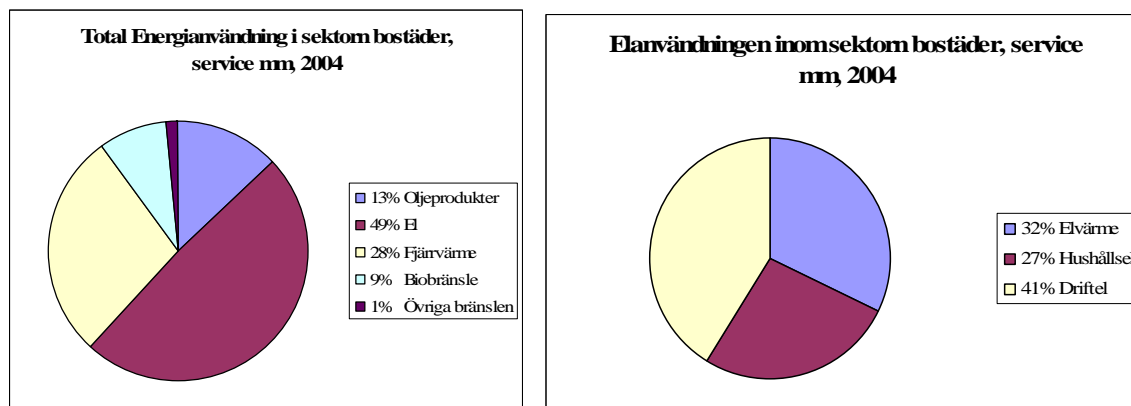
| | | |
|-----------|--|----|
| 1 | Inledning | 1 |
| 1.1 | Bakgrund | 1 |
| 1.1.1 | Direktiv 2002/91/EG, om byggnaders energiprestanda | 1 |
| 1.1.2 | SOU 2004:78 Byggnadsdeklarationer- Inomhusmiljö och energianvändning | 2 |
| 1.1.3 | SOU 2004:109 Energideklarering av byggnader, delbetänkande | 3 |
| 1.1.4 | SOU 2005:69 Energideklarationer, slutbetänkande | 3 |
| 1.1.5 | Prop. 2005/06:145 Nationellt program för energieffektivisering samt energismart byggande | 5 |
| 1.1.5.1 | SFS 2006:985 Lagen om energideklaration av byggnader, valda delar | 7 |
| 1.2 | Problemformulering | 9 |
| 1.3 | Syfte | 10 |
| 1.4 | Målgrupp | 10 |
| 1.5 | Avgränsningar | 10 |
| 2 | Beskrivning av studerat hus | 11 |
| 3 | Metodik | 15 |
| 3.1 | Litteraturstudie | 15 |
| 3.2 | Spårgasmätning | 15 |
| 3.2.1 | Analys | 16 |
| 3.3 | Värmeflödesmätning | 17 |
| 3.3.1 | Cellplastskiva | 17 |
| 3.3.2 | Värmeflödesmätare TPD WS 31 | 17 |
| 3.3.3 | Metodernas för och nackdelar | 18 |
| 3.4 | Datormodeller | 19 |
| 3.4.1 | VIP+ 3.0 | 19 |
| 4 | Energideklaration | 21 |
| 4.1 | Fältnätningar | 21 |
| 4.1.1 | Spårgasmätning | 21 |
| 4.1.1.1 | Utförande | 21 |
| 4.1.1.2 | Analys | 21 |
| 4.1.1.3 | Resultat | 22 |
| 4.1.1.4 | Sammanfattande resultat | 24 |
| 4.1.2 | Radonmätning | 24 |
| 4.1.3 | Värmeflödesmätning | 25 |
| 4.1.3.1 | Verifieringstest i laborationsmiljö | 25 |
| 4.1.3.2 | Slutsatser från verifieringstestet i laborationsmiljö | 25 |
| 4.1.3.3 | Teori | 26 |
| 4.1.3.3.1 | Cellplastskiva | 27 |
| 4.1.3.3.2 | Termomätare | 27 |
| 4.1.3.4 | Vind | 28 |
| 4.1.3.4.1 | Utförande | 28 |
| 4.1.3.4.2 | Analys | 29 |
| 4.1.3.4.3 | Resultat | 36 |
| 4.1.3.5 | Vägg | 37 |
| 4.1.3.5.1 | Utförande | 37 |
| 4.1.3.5.2 | Analys | 39 |
| 4.1.3.5.3 | Resultat | 41 |
| 4.1.3.6 | Grund | 42 |
| 4.1.3.6.1 | Utförande | 42 |
| 4.1.3.6.2 | Analys | 44 |
| 4.1.3.6.3 | Resultat | 45 |
| 4.1.4 | Sammanfattning av resultaten | 46 |
| 4.2 | Teoretiska beräkningar | 46 |

| | | |
|---------|--|-----|
| 4.2.1 | VIP+ 3.0 | 47 |
| 4.2.1.1 | Indata | 48 |
| 4.2.1.2 | Utdata | 51 |
| 4.3 | Referensvärde | 52 |
| 4.4 | Åtgärdsförslag | 54 |
| 4.4.1 | Förordning (2005:1255) om stöd för konvertering från direktverkande elvärme i bostadshus | 55 |
| 4.4.2 | Förordning (2005:1256) om stöd för konvertering från oljeuppvärmningssystem i bostadshus | 55 |
| 4.4.3 | Förordning (2000:287) om statligt bidrag till investeringar i solvärme | 56 |
| 4.4.4 | Tillämpning på Mätaregränden 3 | 56 |
| 4.5 | Resultat | 59 |
| 4.6 | Slutsatser | 60 |
| 5 | Diskussion | 61 |
| 5.1 | Direktiv | 61 |
| 5.2 | Beräkningsmetod | 61 |
| 5.3 | Åtgärdsbehov | 61 |
| 6 | Referenser | 63 |
| 7 | Bilagor | 65 |
| 7.1 | Bilaga 1 - Elenergiläget i siffror 2005 | 65 |
| 7.2 | Bilaga 2 – SFS 2006:985 Lagen om energideklaration av byggnader | 67 |
| 7.3 | Bilaga 3 - Normering av spårgasmätning | 73 |
| 7.4 | Bilaga 4 – Spårgasmätning Nr 1 | 75 |
| 7.5 | Bilaga 5 – Spårgasmätning Nr 2 | 77 |
| 7.6 | Bilaga 6 – Radonmätning | 79 |
| 7.7 | Bilaga 7 – VIP+ analys, flödesmätarresultat | 81 |
| 7.8 | Bilaga 8 – VIP+ analys, teoretiska modellen | 89 |
| 7.9 | Bilaga 9 – Referensvärde enligt WSP Enviromental | 97 |
| 7.10 | Bilaga 10 VIP+ Tilläggsisolering Vind | 99 |
| 7.11 | Bilaga 11 VIP+ Nya Fönster | 107 |
| 7.12 | Bilaga 12 VIP+ Lägre inomhustemperatur | 115 |
| 7.13 | Bilaga 13 Boverkets formulär för energideklaration | 123 |

1 Inledning

1.1 Bakgrund

I Sverige använde sektorn byggnader och service 149 TWh energi 2004. Till sektorn hör bostäder, lokaler exklusive industrins lokaler, fritidshus och övrig service vilket inkluderar byggsektorn, gatu- och vägbelysning, avlopps- och reningsverk samt el- och vattenverk. Denna energiförbrukning motsvarar 39 % av Sveriges totala energianvändning. Av dessa 149 TWh kan ca 100 TWh (67 %) hänföras till uppvärmning och varmvatten, 19,5 TWh (13 %) gick till hushållsel och resterande ca 30 TWh (20 %) förbrukades som driftel¹. Dessa siffror är intressanta då de redovisar ett riksgenomsnitt. Årsenergianvändningen varierar något från år till år beroende på klimatet men även på bostadspolitiska förändringar. Intressant är dock att årsförbrukningen har legat runt 140-160 TWh sedan 1970. Detta kan förklaras på många sätt men stora faktorer till detta är ett ökat byggande samtidigt som kraven på minskad energiförbrukningen i byggnader har ökat. Dock ligger kWh/m² på i princip samma orörda nivå nu som det gjorde 1993. Detta beror till största del på oförändrade byggregler och krav på energihushållning. Däremot har energislagen ändrats och skiftat ordning. Från 70-talet då olja var det största energislaget till 2004 där el är det största. Den kraftiga minskningen av oljeprodukter, från 1970 års nivå 118,6 TWh till 2004 års nivå 19,4 TWh, har omfördelats till dels elanvändningen men även fjärrvärme som gått från 12,1 TWh (1970) till 42,1 TWh (2004). För noggrannare analys se bilaga 1 som visar en utskrift från Statens Energimyndighet (STEM), Energiläget 2005.



Figur 1: Energiförbrukning i bostäder

1.1.1 Direktiv 2002/91/EG, om byggnaders energiprestanda

År 2002 beslutades direktivet 2002/91/EG, om byggnaders energiprestanda, i EU. Direktivet antogs av en rad anledningar. De tyngsta var de handlingsprogram och åtgärder som Kyotoprotokollet föreskriver för att minska utsläppen av växthusgaser, en annan tung anledning är den statistik som visar på att nära 40 % av den energi som förbrukas inom EU förbrukas av bostads- och tjänstesektorn².

”Syftet med detta direktiv är att främja en förbättring av energiprestanda i byggnader i gemenskapen samtidigt som hänsyn tas till utomhusklimat och lokala förhållanden samt till krav på inomhusklimat och kostnadseffektivitet.” (Europeiska gemenskapernas officiella

¹ Energiläget i siffror 2005, Statens Energimyndighet

² Europeiska gemenskapernas officiella tidning, 2002-01-04, SV

tidning, 2002-01-04, SV)

Direktivet innehåller fem viktiga krav som ska säkerställa syftet:³

- Krav på beräkningsmetodik för byggnaders integrerade energiprestanda,
- minimikrav avseende energiprestanda för nya byggnader och byggnader som genomgår större renovering,
- energicertifiering av byggnader,
- regelbundna kontroller alternativt rådgivningsinsatser avseende värmepannor, och
- regelbundna kontroller av luftkonditioneringssystem.

Direktivet föreskriver inte vilka metoder som ska användas för att ovanställda krav ska uppfyllas utan där får varje nation mer eller mindre fria händer. Vidare föreskriver direktivet en lägsta kravnivå vilket gör att varje nation får ställa högre krav än vad direktivet säger.

Direktivet trädde i kraft den 1 jan 2006 här i Sverige och den 1 oktober 2006 antogs ”SFS 2006:985 Lagen om energideklaration av byggnader”. Kortfattat kommer lagen att innebära alla byggnader/lägenheter som säljs/hyrs ut/nybyggs eller övergår till bostadsrätt ska energideklareras. Utifrån byggnadens konstruktion och användning tas ett värde fram som ur konsumentperspektiv ska kunna jämföra med ett ”referensvärde”, ett liknande objekt med en energiförbrukning som är förväntad. Det framgår även i direktivet att värmepannor och stora kylanläggningar ska kontrolleras regelbundet då dessa ofta går att energieffektivisera.

1.1.2 SOU 2004:78 Byggnadsdeklarationer- Inomhusmiljö och energianvändning

Denna utredning tillsattes för att ta fram ett förslag på en byggnadsdeklaration med fokus på inomhusmiljön. Den skulle innehålla information om radonmätning har utförts, och i så fall redovisning av mätvärdet. Deklarationen skulle även innehålla information om ventilationssystemet samt energianvändandet. Målet med deklARATIONEN var att ägaren och brukarna skulle få värdefull information om inomhusmiljön men även på en statlig nivå få ett underlag på hur fastighetsbeståndet i Sverige verkligen mår. När utredningen redovisades var EU direktivet 2002/91/EG, om byggnaders energiprestanda, redan på tal men dock ej färdigutredd. Författarna till detta betänkande har därför varit något återhållsamma vad gäller krav och utseende på redovisning av energianvändandet. De säger: ”Frågan hur dessa uppgifter skall redovisas anser vi dock måste behandlas efter de förslag som utredningen om byggnaders energiprestanda lägger.” (SOU 2004:78 Byggnadsdeklarationer - Inomhusmiljö och energianvändningen)

Dock anser utredarna att byggnadsdeklarationen ska innehålla information om det finns en energisparplan samt om det finns en särskild redovisning av energianvändandet i byggnaden. Byggnadsdeklaration ska, enligt utredarna, tas fram för samtliga fastigheter som innefattas av förordningen (1991:1273) om funktionskontroll av ventilationssystem (OVK). Dessutom ska samtliga 1- och 2-familjshus deklarerars dock efter att EU direktivet om byggnaders energiprestanda införlivats. Deklarationen ska utföras av fastighetsägaren och ska vara mindre än 10 år gammal. Deklarationen ska senast tas fram vid uppförande, försäljning eller uthyrning av en byggnad. Deklarationen ska lämnas till kommunen som i sin tur ansvarar för

³ Direktiv 2002/91/EG, om byggnaders energiprestanda

att deklARATIONEN läggs in i fastighetsregistret. Det kommer då vara Lantmäteriet som ansvarar för underhåll, support och hantering av utdrag från registret.⁴

1.1.3 SOU 2004:109 Energideklarering av byggnader, delbetänkande

I Sverige tillsatte regeringen en statlig utredning om hur direktivet skulle implementeras i Sverige där Bengt Nyman var ansvarig regeringsutredare. Detta har resulterat i ”*Betänkande av Utredningen om byggnaders energiprestanda, SOU 2004:109 och SOU 2005:67*”. Utredningen redovisar förslag på olika myndigheters ansvarsområden. Boverket kommer ha en central roll i införlivandet av direktivet med bl.a. kontroll, utveckling, registerföring samt tillsynsansvar. Utredningen anser vidare att direktivets krav på värmepannors energieffektivitet kan åstadkommas genom aktivt informations- och rådgivningsaktiviteter och detta anser utredarna att Energimyndigheten ska ansvara för. Företag som ska utföra deklARATIONERNA måste vara ackrediterade och ha certifierade energiexperter. Ackreditering ska utföras av SWEDAC (Styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll) och tillsammans med Boverket ska dessa två myndigheter ansvara för utbildningen av certifierade energiexperter. Regeringsutredarna fick ett tilläggsuppdrag av regeringen som innebär att de skulle ta fram beräkningsmetoder för energideklARATIONEN, vilka kompetenskrav som bör ställas på den som utför deklARATIONEN samt vilken typ av registerhållning som kan vara aktuell. Detta har resulterat i nedanstående slutbetänkande.⁵

1.1.4 SOU 2005:69 EnergideklARATIONER, slutbetänkande

I tilläggsuppdraget redovisas vilka olika typer av mått och storheter som ska beskriva byggnadens energiprestanda. Utredarna har sneplat på det parallella jobb som pågår på EU nivå. Det europeiska standardiseringsorganet, CEN, arbetar för att förenkla introduktionen av direktivet i Europa. De har arbetat fram olika sätt att mäta energiprestandan för en byggnad:⁶

- levererad energi som viktas,
- primärenergi,
- CO₂-belastning, samt
- total energikostnad.

Utredarna föreslår att levererad energi som ev. viktas ska användas som prestandamått. Dock kvarstår arbete med att ta fram värden på olika typer av viktning. DeklARATIONEN bör, enligt utredarna, innehålla följande information:

- En sammanfattande sida i färg med de viktigaste uppgifterna (*energianslag*). Denna sida ska användas som offentlig information, om byggnadens energiprestanda, på väl synlig plats i de byggnader som detta krävs.
- En komplett del som innehåller ytterligare dokumentation (*energideklARATION*). I deklARATIONEN återfinns exempelvis beräkningsförutsättningar, fördelning av energianvändning på ändamål och detaljer i åtgärdsförslag.

⁴ SOU 2004:78 ByggnadsdeklARATIONER – Innomhusmiljö och energianvändning

⁵ SOU 2004:109 Energideklarering av byggnader, För effektivare energianvändning

⁶ SOU 2005:67 EnergideklARATIONER, Metoder, utformning, register och experkompetens

Informationen ska vara pedagogiskt uppbyggt och enkelt för en brukare att se om byggnaden är bra eller dålig, ur ett energiperspektiv. I själva energideklarationen ska, som ovan nämns, förutsättningarna för byggnadens energiprestanda framgå. Nedan framgår rubrikerna som utredningen anser ska finnas med i en energideklaration:⁷

- *Energiprestandamått*
Samlat energiprestandamått för byggnaden (levererad energi, som eventuellt viktas).
- *Referensvärden till energiprestandamåttet*
 - Värden för liknande byggnader i landet eller,
 - prestanda för motsvarande byggnad uppförd enligt nybyggnadsregler eller,
 - byggnadens energiprestanda efter att föreslagna åtgärder har genomförts.
- *Levererad energi per energislag*
Normalårskorrigerade uppgifter i specifika tal (kWh el, m³ olja etc. per m²).
Energislagen anges också för den energi som behöver levereras till byggnaden när föreslagna åtgärder är genomförda.
- *CO₂-indikator (kg/m² och år)*
Indikator beräknas på hela kedjan av utvinning, omvandling och slutanvändning enligt CEN-standardförslaget.
- *Sammanfattande uppgifter om de åtgärder som föreslagits.*
- *Kort upplysningstext om vad energiprestandamåttet innebär m.m.*
- *Vissa tekniska data.*
- *Vissa administrativa uppgifter.*

Utredarna visar även på två skilda metoder att ta fram värdet *levererad energi*. En för 1- och 2-familjshus och en för flerfamiljshus/lokaler. När det gäller 1- och 2-familjshus anser utredarna att en beräkning av energiprestandan är att föredra. Beräkningen ska innefatta all energi till värme, kyla, varmvatten och hushållsanvändning, vid normal (genomsnittlig) användning av byggnaden. I enskilda hushåll spelar brukarnas beteende en stor roll i den totala energiförbrukningen. Därför anser utredarna, för att kunna jämföra med liknade byggnader i riket, att metoden med att mäta faktisk levererad energi är missvisande. Dock ska elförbrukningen nämnas i deklARATIONEN då denna ofta innehåller stor sparpotential.⁷

I flerfamiljshus är metoden att mäta faktisk levererad energi en bättre metod. Ju fler brukare som kan påverka den totala energikonsumtionen, per byggnad, desto närmre medelbrukarbeteendet hamnar bygganden. Detta gör att metoden att mäta levererad energi är mer användbar för dessa typer av byggnader. Det som ska mätas är energi för värme, komfortkyla, varmvatten och den el som är gemensam för fastigheten, s.k. fastighetsel. Dock kan inte hushållselen tas med då fastighetsägarna oftast inte har tillgång till denna information.⁷

I byggnader som innehåller lokaler ska prestandavärdet grunda sig på värden för uppvärmning, komfortkyla, varmvatten och all verksamhetsanknuten energi (huvudsakligen el). I de fall man inte har tillgång till den enskilde brukarens elförbrukning får schabloner

⁷ SOU 2005:67 Energideklarationer, Metoder , utformning, register och experkompetens

användas. Dessa måste dock plockas fram för diverse verksamhetstyper. Anledningen till att utredarna vill ta med verksamhetsknuten elförbrukning grundar sig till största del på att denna energiförbrukning påverkar till stor del den totala förbrukningen, och inte minst komfortkylbehovet, i fastigheten.⁸

Då prestandamåttet ska beskrivas per m² föreslår utredningen en gemensam metod för uträkning av ytor. Alla utrymme som aktivt värms upp till över 10⁰C ska medräknas. Den totala arenan avser arean mätt på varje våningsplan fram till omgivande ytterväggars (klimatskärmens) insida.⁸

Utredningen föreslår att certifierade energiexperter ska få utföra energideklarering. Certifieringen ska ske i två nivåer. Den första, enklare, nivån omfattar bostäder medan den mer avancerade ska omfatta lokaler. Utredarna föreslår SWEDAC (Styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll) som myndighet att ackrediterar företag som vill utföra energideklareringar. SWEDAC ska tillsammans med Boverket ta fram föreskrifter om krav på grundläggande utbildning, yrkeserfarenhet och teknisk kompetens som skall gälla för respektive nivå. Boverket kommer att svara för att en detaljerad handbok tas fram inför certifieringen av energiexperter.⁸

1.1.5 Prop. 2005/06:145 Nationellt program för energieffektivisering samt energismart byggande

Ovanstående tre utredningar har resulterat i en proposition från regeringen om hur Sverige ska införliva Direktiv 2002/91/EG, om byggnaders energiprestanda. Idag finns ett antal frivilliga system för deklARATIONER, dokumentation eller märkning av byggnadsbeståndet. Dessa behandlar i olika utsträckning frågor om inomhusmiljö, energianvändning och radon (EcoEffect, Miljöinventering av Innomiljö i Befintlig Bebyggelse (MIBB), Miljöbedömning av fastigheter, Miljöstatus för byggnader, P-märkning, Sund Innomiljö, Svensk Miljöbesiktning och Frisk bostad).⁹ Tanken med Energideklaration av byggnader är inte för att ta bort dessa frivilliga system utan för att skapa ett gemensamt system som brukare/ägare känner till. Man har valt att sammanfoga byggnadsdeklarationen med energideklarationen och på så sätt få en enhetlig deklARATION som beskriver bygganden dels ur ett energiresurskrävande perspektiv men även ur ett brukarmässigt inomhusmiljöperspektiv (redovisning av OVK samt radonmätning). Regeringen har satt upp mål på energieffektivisering i bostäder och lokaler som sträcker sig enda fram till år 2050. Fösta delmålet är att den totala energianvändningen per uppvärmd areaenhet i bostäder och lokaler ska ha minskat med 20 % år 2020 relativt nivån för år 1995 och 50 % år 2050. Samtidigt skall beroendet av fossila bränslen för energianvändningen i bebyggelsesektorn vara brutet till år 2020⁹. Implementeringen av energideklarationen anses som ett av stegen till att nå dessa mål. Propositionen presenterar även pågående och planerade arbeten för att energieffektivisera bebyggelsen. Nedan redovisas några av dessa arbeten:

Krav på energihushållning vid nybyggnad av flerbostadshus bör skärpas

I Boverkets byggregler 2002 föreskrivs krav på att begränsa byggnadens energiförluster. Regeringens förslag är att ändra definitionen till att föreskriva en maximal energiåtgång på m² uppvärmd yta och år. Byggnadsägaren ska efter en viss tid redovisa den verkliga energiförbrukningen. Regeringen anser att Boverkets byggregler (BBR) är viktiga styrmedel

⁸ SOU 2005:67 Energideklarationer, Metoder, utformning, register och experkompetens

⁹ Prop. 2005/06:145 Nationellt program för energieffektivisering samt energismart byggande

när det gäller energieffektivisering inom bostäder och lokaler. Högre krav leder till minskad energiförbrukning men även en påtvingad teknikutveckling åt mer energisnålt byggande.¹⁰

Särskilda energihushållningskrav bör införas vid nybyggnad av eluppvärmda bostäder och lokaler

Då trenden gått mot mer och mer el-användande i bostäder och lokaler anser regeringen att genom att ställa krav på energihushållning vid nybyggnad av el-uppvärmda bostäder och lokaler kan man ändra denna negativa trend. Eftersom el som energiform är svår att byta ut måste krafter läggas på de ställen där det går att byta ut. Regeringen vill att man medräknar elförbrukningen vid dimensionering av olika typer av uppvärmningssystem. Ett exempel är användandet av värmepumpar där man idag inte räknar med driftenergin vid beräkandet av avgiven effekt från värmepumpen.¹⁰

Krav på energieffektivisering i den befintliga bebyggelsen vid byggnadsarbeten som ändrar en byggnad

Målet med denna punkt är att Boverkets ska kunna ta fram föreskrifter för energieffektiviserande vid större ombyggnader av byggnader. Det svåra är att avgöra vad som menas med *ändring av en byggnad*. Här kvarstår arbete från Boverkets sida. Dock kan man konstatera att det är bara en tidsfråga innan byggregler, avseende byggnadens energieffektiviserande, finns vid större renoveringar.¹⁰

Förslag på energieffektivisering av ventilationssystemet vid OVK

Eftersom stor del av energiförbrukningen i en byggnad går till att värma upp luften, som sedan ska ventileras, anser regeringen genom att införa ett krav på att ge förslag till energieffektiviserande åtgärder på ventilationssystemet kan bidra till införlivandet av Sveriges långsiktiga energimål som redovisades ovan. Denna information ska även vara gynnsam vid framtida energideklarering.¹⁰

Individuell mätning av el- respektive varmvattenförbrukningen i flerbostadshus

Trenden idag är att fler och fler flerbostadshus upphandlar en gemensam elleverantör som kan ge ett förmånligt pris. Brukarna får då ett mer förmånligt elpris men förlorar i sin tur kontrollen över dens förbrukning. Det finns risker att brukarna tappar medvetandet över deras egen elkonsumtion vilket gör att motiveringen till att ändra beteende minskar. Denna trend anser regeringen är negativ ur ett energieffektiviserande perspektiv. Regeringen har därför gett regeringsutredarna, för genomförandet av energitjänster, i uppdrag att utreda möjligheterna till dels individuell mätning av elkonsumtionen men även av varmvattenbehovet. Mätning av varmvattenbehovet är inget nytt påfund. Både Energimyndigheten och Boverket har gjort utredningar på möjligheten att individuellt mäta varmvattenförbrukningen men båda utredningarna har konstaterat att kostanden är för stor relativt energisparandet. Dock fortsätter energipriserna att stiga samtidigt som teknikutvecklingen bidrar till billigare mätare. År 2006 beräknades det finnas ca 15 000 varmvattenmätare installerade i lägenheter. Genom en individuell mätning av dessa energibärare tror regeringen på att brukarna medvetet väljer ett mer energisnålt användande.¹⁰

Nedan följer en mer noggrann redovisning hur direktivet 2002/91/EG, om byggnaders energiprestanda, ska införlivas i Sverige samt hur utseendet på den slutgiltiga energideklarationen kommer att se ut. Jag har valt att utgå från den lag som antogs 1 oktober, 2006 (SFS 2006:985 Lagen om energideklaration av byggnader) för att beskriva deklarationen. Det är enbart utvalda delar som redovisas nedan men hela lagen hittas under

¹⁰ Prop. 2005/06:145 Nationellt program för energieffektivisering samt energismart byggande

bilaga 2. Delarna nedan har nära anknytning till denna rapports huvudämne. Jag har även valt att inte kommentera varje paragraf då dessa är tillräckligt beskrivande i sig själv.

1.1.5.1 SFS 2006:985 Lagen om energideklaration av byggnader, valda delar

Fullständig lagtext hittas under Bilaga 2

5 § Den som äger en byggnad skall se till att det för byggnaden alltid finns en energideklaration som inte är äldre än tio år

1. om byggnaden är indelad som specialbyggnad enligt 2 kap. 2 § fastighetstaxeringslagen (1979:1152) och har en total användbar golvyta som är större än 1 000 kvadratmeter, eller

2. om byggnaden eller en del av byggnaden upplåts med nyttjanderätt.

Kommentar: Byggnader som tillhör 5§ 1 är till största del offentliga anläggningar som bibliotek, badhus mm. Generellt kan man säga att byggnader där man aktivt tillför energi för att påverka byggnadens inomhusklimat ska energideklarerat. Dock undantas, initialt, följande byggnader:¹¹

- Byggnader med särskilt kulturhistoriskt värde
- Byggnader som används för andakt och religiös verksamhet
- Industrianläggningar och verkstäder
- Bostadshus som är avsedda att användas 4 månader eller mindre om året
- Försvarsbyggnader
- Byggnader som avses att användas mindre än 2 år, jordbruksbyggnader samt fristående byggnader med mindre än 50 m² användbar golvyta

8 § Innan en energideklaration upprättas för en befintlig byggnad skall byggnadens ägare se till att byggnaden besiktigas, om det behövs för att en deklARATION skall kunna upprättas. Regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer får meddela föreskrifter om besiktning.

Kommentar: De byggnader som omfattas av energideklarationen skiljer sig mycket i konstruktionstekniska men även installationstekniska avseende. Därför kommer det i många fall bli energiexpertens uppgift att besiktiga byggnaden innan han upprättar deklARATIONEN. Lagen säger dock att då byggnadsägaren samlat ihop, enligt energiexpertens tycke, tillräcklig information så kan deklARATIONEN utföras utan att något platsbesök behövs. Detta för att ge ägaren möjlighet att påverka den totala kostnaden att utföra en deklARATION.

9 § I en energideklaration skall det anges

1. en uppgift om byggnadens energiprestanda,

2. om obligatorisk funktionskontroll av ventilationssystemet har utförts i byggnaden,

¹¹ Prop. 2005/06:145 Nationellt program för energieffektivisering samt energismart byggande

3. om radonmätning har utförts i byggnaden,

4. om byggnadens energiprestanda kan förbättras med beaktande av en god inomhusmiljö och, om så är fallet, rekommendationer om kostnadseffektiva åtgärder för att förbättra byggnadens energiprestanda, och

5. referensvärden, som gör det möjligt för konsumenter att bedöma byggnadens energiprestanda och att jämföra byggnadens energiprestanda med andra byggnader. Regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer får meddela föreskrifter om hur en byggnads energiprestanda enligt första stycket 1 skall fastställas, vilka referensvärden som skall användas enligt första stycket 5 och vilka uppgifter som utöver första stycket 1–5 skall lämnas i en deklARATION.

Kommentar 9 § 1: Vid lagskrivandet var metoden för framtagningen av en byggnads energiprestanda ej helt bestämt. Dock fanns där välformulerade föreskrifter på vad energiprestanda ska grunda sig på. Regeringen har här valt två typer av föreskrifter, beroende på vilken typ av byggnad som ska deklarerars. Gemensamt för de båda är att energiprestandan beskriver levererad energi per uppvärmd yta ($\text{kWh/m}^2 (A_{\text{temp}})$) till byggnaden:

- *1- och 2-familjshus*
Då energideklaration ska upprättas för 1- och 2-familjshus ska levererad energi *beräknas*. Detta konstaterade utredarna i SOU 2005:69 Energideklarationer, slutbetänkande (se ovan). Den största anledningen till varför just *beräkning* av levererad energi valts beror på att i en byggnad, där ett fåtal brukare vistas, påverkar brukarnas beteende den totala energiförbrukningen till stor del. Detta gör att man har svårt att jämföra två likvärdiga byggnader, fast med olika brukarbeteenden, med varandra om man väljer att mäta levererad energi. Denna metod kräver dock en relativt grundlig genomgång av byggnadens byggnadstekniska och installationstekniska bitar. Fördelen är att denna information är oftast nödvändig då presentation av energieffektiviserande åtgärder ska göras.
- *Flerfamiljshus och lokaler*
I dessa typer av byggnader vistas och brukar fler personer än i 1- och 2-familjshus. Detta gör att det totala brukarbeteendet närmar sig medelbeteendet för landet. Ju fler brukare som påverkar energiförbrukningen i en byggnad desto mer liknas energiförbrukningen med en medelförbrukning. Detta gör att byggnaderna kan lättare jämföras med varandra. Därför har regeringen valt att *mäta* levererad energi för att beskriva en byggnads energiprestanda. I övrigt har regeringen antagit det som regeringsutredarna kom fram till i SOU 2005:69 Energideklarationer, slutbetänkande, som beskrivs mer utförligt ovan.

Kommentar 9 § 5: Framtagning av referensvärde var vid lagskrivandet inte heller helt färdigutredd. Det finns flera sätt att jämföra likvärdiga byggnaders energiprestanda med varandra. Ett sätt kan vara ett rent statistiskt referensvärde där man hämtar information från ett statistiskt underlag för att beskriva en medelbyggnad av samma karaktär. En annan metod kan vara att jämföra aktuell energiprestanda med byggnadens förväntade energiprestanda uträknat utifrån de regler om energihushållnings om gällde när byggnaden uppfördes. Boverket gav, våren 2006, tre olika konsultföretag i uppdrag att ta fram referensvärden för de tre byggnadstyperna; småhus, flerfamiljshus samt lokaler. Resultaten från respektive konsultföretag hittas i rapporten, (Samlingsdokument - referensvärden, Underlagsrapporter för att ta fram referensvärden för energianvändning i befintliga småhus, flerbostadshus och

lokaler). För nybyggnation anser Boverket att de krav som ställs i byggreglerna, avsnitt 9, ska gälla som referensvärde för både 1- och 2-familjshus, flerfamiljshus och lokaler¹².

13 § Den som äger en byggnad skall se till att den energideklaration som senast har upprättats för byggnaden är tillgänglig

1. på en för allmänheten väl synlig och framträdande plats i byggnaden, om den är en sådan byggnad som anges i 5 § 1, eller

2. på en väl synlig plats i byggnaden, om den är en sådan byggnad som anges i 5 § 2.

Regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer får meddela föreskrifter om att en energideklaration får placeras på en annan plats i en byggnad eller i anslutning till en byggnad.

Kommentar: Anledningen att man har lagstiftat om tillgängligheten till deklarationen är att i direktivet betonas vikten av att den offentliga sektorns ska föregå med gott exempel. Därav ska deklarationen redovisas i dessa lokaler på en väl synlig och framträdande plats. Det samma gäller för de byggnader som anges i 5 § 2. I dessa fall är ofta ägare och brukare två olika personer vilket gör att deklarationen fungerar som ett informationsbevis till brukaren som på detta sätt kan se statusen på byggnaden. När byggnaden visar en bra energiprestanda kan ägaren använda deklarationen som försäljningsargument. När energiprestandan är mindre bra, som ofta påverkar brukarna ekonomiskt negativt, kan brukaren/brukarna använda informationen i en deklaration mot ägaren för att få genom en energieffektivisering.

23 § Den som för egen räkning uppför eller låter uppföra en byggnad med en total användbar golvyta som är större än 1 000 kvadratmeter skall innan byggnadsarbetena påbörjas låta utreda alternativa energiförsörjningssystem för byggnaden och redovisa om sådana system är tekniskt, miljömässigt och ekonomiskt genomförbara för byggnaden. Redovisningen skall lämnas till tillsynsmyndigheten.

Kommentar: Detta krav är tydligt formulerat i direktivet, ”I fråga om nya byggnader med en total användbar golvyta över 1 000 m² skall medlemsstaterna se till att det sker en bedömning av om alternativa system är tekniskt, miljömässigt och ekonomiskt genomförbara”¹³. Lagen kräver att innan en nybyggnad, av större storlek än 1000 m², startar ska det redovisas förslag på alternativa energiförsörjningssystem till tillsynsmyndigheten. Kärnan till detta direktiv är att man vid projekteringsstadiet, av en ny byggnad, har störst möjlighet att välja ett energiförsörjningssystem med god prestanda.

Som nämdes i början av detta kapitel har jag valt att plocka ut delar av lagen. Lagen beskriver förutom ovan nämnda även hur registreringen av deklarationerna ska ske, vem som ansvarar för tillsynen mm. Generellt kan man säga att den lag som beskrivs ovan är formulerad på ett sådant sätt att det finns utrymme för regeringen att lägga till paragrafer och föreskrifter som förbättrar och utvecklar lagen.

1.2 Problemformulering

Det är utifrån ovanstående information som mitt examensarbete utformades. Jag har utgått från gällande direktiv, statens offentliga utredningar (SOU) samt regeringens proposition för

¹² Samlingsdokument – referensvärden, Boverket; ISBN: 91-7147-959-7

¹³ Direktiv 2002/91/EG, om byggnaders energiprestanda

att utföra en praktisk deklaration av en villa i norra Lund. Det var direktivets innehåll som väckte mitt intresse att praktiskt undersöka hur en energideklaration kunde gå till. Den stora utmaningen som jag såg var att energideklarera hus som är av äldre datum, där konstruktion och funktion inte är helt självklar. Vad finns i väggarna? Hur fungerar ventilationen? Det är några av de frågetecken som kan dyka upp vid en energideklaration. Jag har i mitt arbete grundligt gått igenom villans byggnadsfysikaliska egenskaper och så långt som möjligt försökt jämföra teoretiska värden/beräkningar med praktiskt uppmätta. Detta för att åskådliggöra svårigheten med att ge en rättvis bild av energiförbrukningen i ett äldre hus.

1.3 Syfte

Syftet med detta arbete har varit att studera hur en energideklaration kan genomföras samt vilka problem och svårigheter som dyker upp när man tittar på ett äldre objekt med till synes okänd konstruktion och funktion. Tanken var att genom praktiska uppmätningar tillsammans med simulerade datormodeller kunna deklarerat objektet. Deklarationen består även av att ta fram energisparåtgärder.

1.4 Målgrupp

Studien riktar sig till yrkesfolk inom byggindustrin som har goda kunskaper och intresse för ämnet byggnadsfysik och framförallt energideklaration av byggnader. Rapporten ska även vara en hjälp för lekmannen att samla på sig mer kunskap inom området.

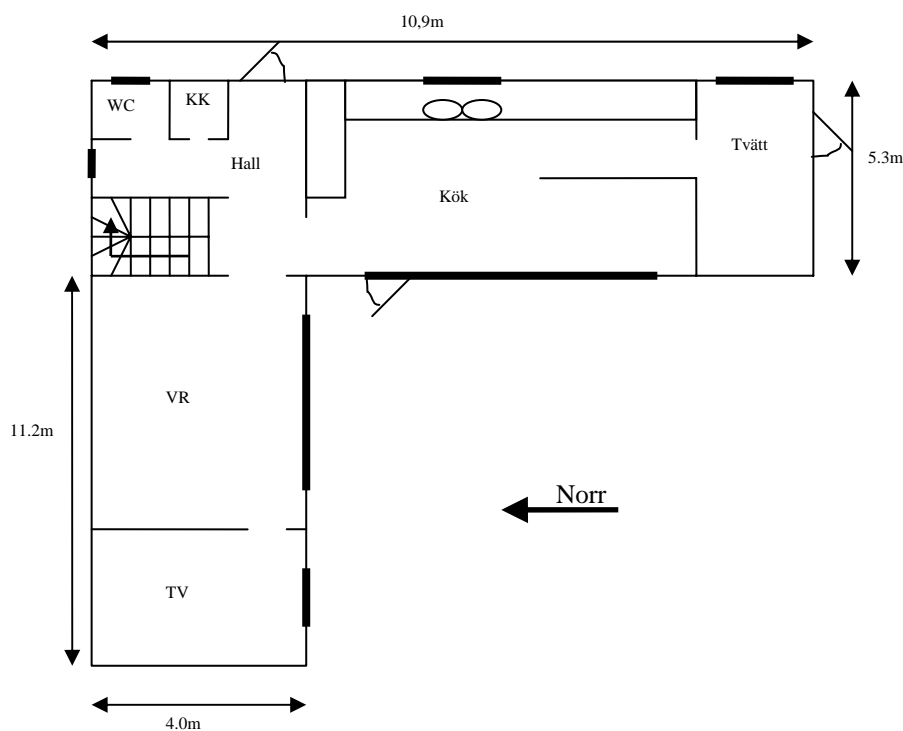
1.5 Avgränsningar

Direktivet är ämnat att täcka alla byggnader med undantag för fritidshus, lantbruksbyggnader samt sakrala och kulturhistoriska byggnader. Denna studie har avgränsat sig till en 2-plans villa byggd på 70-talet. Ur direktivets synvinkel är detta en snäv studie, men av författarens tycke, en intressant sådan. Studien har för övrigt använts sig av institutionens, vid den tiden, tillgängliga och mer eller mindre beprövade metoder. Detta har inneburit, till viss del, en utprovning av användbar metod innan fältmätning kunde göras.

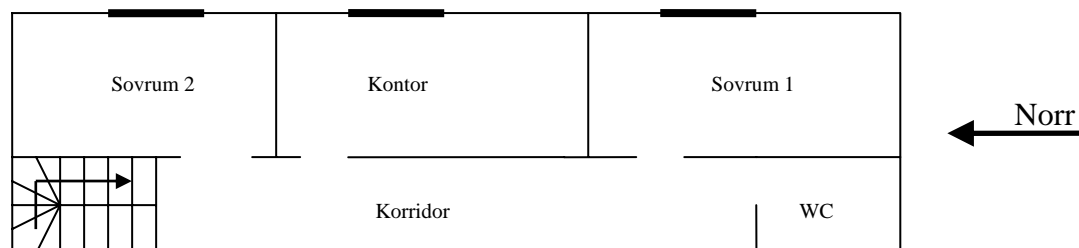
Direktivet och dess närmast efterföljande litteratur har till största del styrt denna studies innehåll och dess avgränsningar.

2 Beskrivning av studerat hus

Huset som denna studie har använts sig av är en friliggande villa i vinkel där ena vinkeln är två våningar med sadeltak och oinredd vind och den andra vinkeln är på en våning med pulpettak. Huset är placerat i norra lund i ett område med ett 60-tal villor som alla byggdes under samma tid och med liknande eller samma typ av konstruktion och planlösning. Huset som denna studie behandlar kommer framöver kallas för "Mätaregränden 3". Huset stod färdigt 1971 och har sedan dess ägts av Åke och Ingrid Svenstam. Konstruktionen har i mycket liten skala förändrats. Det som en gång var ett förråd har blivit ett extra rum med anslutning till vardagsrummet (se figur 2 nedan). Då huset till största del består av ursprunglig konstruktion och funktion är detta objekt en bra referensbyggnad till de omkringliggande mer eller mindre modifierade villorna. Nedan följer en mer detaljerad beskrivning av husets konstruktion och utseende. Husen ritades av arkitekterna Yngve Lundqvist (som för övrigt är bosatt i området) och Hans Rendahl. Byggnaden var konstruerad av Hultsfredsindustrierna (Hultsfredshus) och byggnadsentreprenör var ett lokalt företag, Byggnadsfirman Karl Mildner, därav det mer allmänt kända uttrycket för området, Mildnerhusen.



Figur 2: Mätaregränden 3, 1:a våningen



Figur 3: Mätaregränden 3, 2:a våningen

Uppvärmningen utgörs av direktverkande el-radiatorer. Huset ventileras med självdragsventilation där tilluften tas genom springor och otätheter i konstruktionen. Frånluften leds ut genom WC och kök på våning ett, och WC på våning två (se figur 2 och figur 3 ovan). Varmvattnet bereds i en eldriven varmvattenberedare.

Nedan följer detaljrik information om byggnadens alla ingående byggnadsdelar med tillhörande fysikaliska egenskaper. Information om konstruktionen är uteslutande hämtat från Lunds Stadsarkiv (tvärsnitt och tjocklekar) samt från Arkivcentrum Syd, Porfyrvägen 20 Lund (byggnadsbeskrivningar mm). Arbetet att fram nedanstående data har inte varit lätt då vissa av byggnadsmaterialen inte används vid dagens datum (bl.a. fiberplank). Informationen har dels hämtats från, vid tidpunkten för uppförandet, gällande byggregler och föreskrifter, dels från materialtillverkare. I vissa fall har informationen hämtats från nutida materialegenskaper på liknande material och konstruktion. Bedömningen är att skillnaderna är minimala och kan därför försummas i den totala analysen. Det är dock fördelaktigt att så långt som möjligt följa dåtidens materialdata. När annat inte nämns så är uppgifterna hämtade från "Värme och Fukt, Byggnadsfysik, Kenneth Sandin" samt "Byggnadsmaterial AK, Per Gunnar Burström".

| Byggdela | | Tjocklek | Densitet | Värme-konduktivitet | Värme-motstånd | Värme-kapacitet | Volymetrisk värmekapacitet |
|-----------------------|--|----------|-----------------------------|---------------------|-------------------------|-----------------|----------------------------|
| | | t (m) | ρ (kg/m ³) | λ (W/mK) | R (m ² *K/W) | c (J/(kg*K)) | C (MJ/m ³ *K) |
| Grundmur | Betonghålblock | | | | | | |
| | Vattenisolering | | | | | | |
| | Slamning | | | | | | |
| | Sockel, mtrl, ytbehd | | | | | | |
| | Puts | | | | | | |
| | Dränering | | | | | | |
| | 1 sträng 4" PVC-rör | | | | | | |
| Ytterväggar | 1/2 stens fasadtegel | 0,12 | 1500 | 0,70 | } 0,2 | 850 | 1,28 |
| | Luftspalt | 0,03 | 1,2 | 0,026 | | 1000 | 0,0012 |
| | Papp AC 150/200, icke difftät | | | | | | |
| | Fiberplank ¹⁴ | 0,1 | 290 | 0,078 | 1,28 | 1339 | 0,39 |
| | Papp YAC 400/150, difftät | | | | | | |
| | Porös träfiberskiva ¹⁵ | 0,013 | 300 | 0,05 ¹⁶ | 0,26 | 1339 | 0,40 |
| | | | | Summa: | 1,74 | | |
| Källarbjälklag | ERGE-bjälklag | | | Korrektionsfaktor | 0,75 | | |
| | Betongplatta | 0,035 | 2300 | 1,7 | 0,02 | 950 | 2,19 |
| | Mineralullsfilt+Uppregling ¹⁷ (uppreglat cc 600) | 0,08 | 50 | 0,046 | 1,72 | 750 | 0,04 |
| | Spånskiva ¹⁸ | 0,022 | 600 | 0,12 | 0,18 | | |
| | Parkettbrädor | 0,015 | 500 | 0,14 | 0,11 | 2700 | 1,35 |
| | | | | Summa: | 2,03 | | |

¹⁴ Enligt materialtillverkare, Hultsfredsindustrierna AB, informationsbroschyr

¹⁵ Data hämtad från BYGG 1959

¹⁶ Hämtat från BABS 1950:1

¹⁷ Enligt BYGG 1959

¹⁸ Enligt SBN 67

| Byggdela | | Tjocklek | Densitet | Värme-konduktivitet | Värme-motstånd | Värme-kapacitet | Volymetrisk värmekapacitet |
|---|---|----------|-----------------------------|---------------------|-------------------------|-----------------|----------------------------|
| | | t (m) | ρ (kg/m ³) | λ (W/mK) | R (m ² *K/W) | c (J/(kg*K)) | C (MJ/m ³ *K) |
| Vindsbjälklag | Underpanel av råspont | 0,017 | 500 | 0,14 | 0,12 | 2700 | 1,35 |
| | Papp, diff. tät | | | | | | |
| | Mineralullsfilt+träreglar ¹⁹ | 0,12 | 35-70 (50) | 0,046 | 2,58 | 750 | 0,04 |
| | Mineralullsmatta ²⁰ | 0,03 | 50-135 (90) | 0,046 | 0,65 | 750 | 0,07 |
| | Summa: | | | | 3,35 | | |
| Yttertak | Fackverkstakstol av trä c/c 120 | | | | | | |
| | Underlagspapp 1 lager | | | | | | |
| | Ytpapp 2 lager | | | | 0,25 | | |
| | Summa: | | | | 0,25 | | |
| Markförhållande | Lera vid 1m djup | | | | | | |
| Mellanbjälklag | Gipsplank, spontad panel | 0.017 | | | | | |
| | Papp YAC 150/200 | | | | | | |
| | Bjälkar 2-3x9" c/c 60 | 0.225 | | | | | |
| | Mineralullsmatta | 0.080 | | | | | |
| | Spånskivegolv | 0.022 | | | | | |
| | TOT | 0.264 | | | | | |
| Innerväggar | Bärande | | | | | | |
| | Spånskiva 50x50 | 10 | | | | | |
| | Twärwellit c 100 | 50 | | | | | |
| | Träreglar 49x49 c 1200 | 50 | | | | | |
| | Spånskiva 50x50 | 10 | | | | | |
| Förrådsbyggna d | | | | | | | |
| Långsida-kortsida-yttervägg som ovan yttervägg, i övrigt 1x2" reglar, | | | | | | | |
| diff. tät papp, lockpanel | | | | | | | |
| Övriga | | 20 | | | | | |
| 2 st spånskivor på stomme av tvärwellit-remsor | | | | | | | |
| Badrum | Svetsad plastmatta | | | | | | |
| Ventilation | Självdrag | | | | | | |
| Evak. Kanaler | Asbestcement | | | | | | |
| Imkanaler | Asbestcement | | | | | | |
| | U-värde (W/m²*K) | | | | | | |
| Fönster | Kopplade 2-glas ²¹ | 2,70 | | | | | |

Tabell 1: Husets ingående byggdelar.

År 2005 förbrukar Åke och Ingrid Svenstam ca 14.000 kWh/år. Årsförbrukningen har förändrats från år till år. Störst förbrukning hade familjen i början på 70-talet (28.860 kWh 1970) då familjen bestod av två tonårsdöttrar. I dagsläget är paret Svenstam pensionärer med

¹⁹ Enligt BYGG 1959

²⁰ Enligt BYGG 1959

²¹ Standardfönster hämtat från VIP+, Strusoft, Energiberäkningsprogram

ett stort energibespararmedvetande samt en välutnyttjad sommarstuga vilket har påverkat deras årsenergianvändning radikalt.

3 Metodik

Arbetet har utförts i nära samarbete med villaägarna Åke och Ingrid Svenstam, Åke och Ann-Marie Jernkvist samt med min handledare Karin Adalberth på Institutionen för Bygg och Miljöteknologi, avdelningen för Byggnadsfysik. Resultaten av nedan beskrivna metoder framgår längre fram i rapporten. Där kommer även mer noggrant beskrivas på vilket sätt metoderna har tillämpats i just denna studie. Här beskrivs enbart metoderna generellt.

3.1 Litteraturstudie

Den drivande frågan i denna rapport är hur direktivet kan användas. Därför har grunden byggts upp kring de handlingar som fanns tillgängliga vid tidpunkten för förstudien (2005-2006). Detta har inneburit till största delen digital litteratur hämtade från officiella internetportaler. Då direktivet grundar sig på existerande byggnadsfysikaliska teorier har mycket av den teoretiska biten hämtats från byggnormer och kurslitteratur. Litteraturen som används till de praktiska momenten har till största del hämtats från användarmanualer och tidigare dokumenterade erfarenheter.

3.2 Spårgasmätning

Då objektet ventilerades med självdrag genom otätheter i konstruktionen bedömdes denna metod som användbar för att undersöka ventilationssystemet. Metoden är gammal och välbeprövad. Metoden går ut på att en spårgasmätare suger spårgas från olika mätpunkter runt om i hela huset och registrerar avtagandet av spårgaskoncentrationen över tiden. Spårgasmätaren består av en gaskoncentrationsmätare och en skrivare. På detta sätt skapas en kontinuerligt avtagande kurva som visar hur spårgasen ventileras bort. När spårgaskoncentrationen plottas över tiden i ett linlog-diagram fås en antydning till rät linje där lutningen motsvarar luftomsättningen. Den praktiska delen består av två moment:

Montering av provningsutrustning.

Utrustningen består av en spårgasmätare, gasledningar i gummi som förbinder alla mätpunkterna samt trycksatt kvävgas. Spårgasmätaren sätts igång för att värmas upp och kalibreras. Gasledningarna dras och sammankopplas vid spårgasmätaren så att mätpunkterna fördelas ut jämt i hela huset. Detta för att erhålla en genomsnittlig luftomsättning för hela huset.

Uppmätning.

Spårgasmätarens skrivare sätts igång och sedan fördelas spårgasen ut jämt i huset. Mängden spårgas har mindre betydelse då mätaren beräknar det relativa koncentrationsavtagandet i hela huset. Detektorn kommer efter ett tag stabiliseras sig och sakta avta. Det viktiga är nu att markera tidpunkten när detektorn blir stabil, på skrivarpappret, för att senare kunna utföra korrekta och noggranna beräkningar. Målet är att koncentrationen ska hinna halveras två gånger innan mätningen avbryts. Detta brukar ta ca 2-3 timmar.

Felkällor vid en spårgasmätning kan vara att huset ventileras onaturligt under mätningens gång (brukarna vädrar genom fönster och dörrar). Andra faktorer som spelar in är klimatet. I detta fall, där huset ventileras med självdragsystem, spelar temperaturskillnaden mellan uteluft och inneluft stor roll, då de termiska krafterna är avgörande för ventilationens verkan.

Vindtrycket mot fasaden påverkar också ventilationen. Ovan givna faktorer är därför viktigt att ta hänsyn till och att registrera under mätningen.^{22,23,24}

3.2.1 Analys

Som nämntes ovan fås, efter plottning i lin-log diagram, ett värde på luftomsättningen vid tidpunkten för mätningen. I många situationer är detta just den information som söks (t.ex. vid test av olika typer av ventilationsdon vid olika luftflöden) men i denna rapport är ett normaliserat värde av flödet det som söks. Detta för att åstadkomma en korrekt energiförbrukning på årsbasis. Metoden som används finns beskriven i en rapport som presenterades på ”Ventilation for Energy Efficiency and Optimum Indoor Air Quality 13th AIVC Conference, Nice, France 15-18 September 1992”. Nedan följer en beskrivning av metoden.

Författarna har simulerat olika typer av byggnader med olika kombinationer av vindhastighet och utomhustemperatur i en simuleringsmodell som kallas AIDA (Liddament 1989). I denna modell har nedanstående formel simulerats:

$$(Ekv 1) \quad n = \frac{n_{50}}{50} \cdot (c_1 \cdot (T_{int} - T_{ext}) + c_2 \cdot u^2)^b$$

n = ventilationsomsättning (oms/h)

n_{50} = specifika luftläckaget vid 50Pa övertryck/undertryck (oms/h)

b = flödes exponent (-)

c_1 = mod ellkoefficient (Pa/°C)

c_2 = mod ellkoefficient (Pa/(m/s)²)

T_{int} = inomhustemperaturen (°C)

T_{ext} = utomhustemperaturen (°C)

u = Vindhastighet på 10 m höjd, standardmätning (m/s)

Formeln utgår från den mer allmänna exponential-funktionen;

$$(Ekv 2) \quad Q = a \cdot \Delta p^b \cdot A$$

Q = Volymetriska flödet genom byggnadsdel (m³/s)

a = Flödeskoefficient (m³/(s · m² · Pa^b))

Δp = Tryckskillnad (Pa)

b = Flödes exponent (-)

A = Ytan på studerad byggnadsdel (m²)

²² Sandin, Kenneth, 1990, Effekt- och energibehov Luftströmning, Utdrag ur Värme Luftströmning Fukt, Kompendium i Byggnadsfysik. Avdelningen för byggnadsfysik Lunds Tekniska Högskola

²³ Kronvall, Johnny, 1979. Mätningar och mätmetoder för luftäthet. ISBN: 91-540-2967-8

²⁴ Svensk Standard, 1998. Byggnader – Bestämning av totala tilluftsflödet av uteluft SS 021556 Utgåva 1. Standardiseringskommissionen i Sverige

Genom att sammanslå ovanstående formler utronas vad Ekv. 1 är uppbyggd av.

$$\frac{n_{50}}{50^b} \Leftrightarrow a \cdot A \quad (\text{Klimatskalets genomsnittliga permeabilitet})$$

$$(c_1 \cdot (T_{\text{int}} - T_{\text{ext}}) + c_2 \cdot u^2) \Leftrightarrow \Delta p \quad (\text{Klimatskalets genomsnittliga genomsläpplighet})$$

Det är ur ovanstående ekvationer och samband som har bidragit till uttrycket;

$$(\text{Ekv 3}) \quad n_j = n_i \cdot [(c_1 \cdot (T_{\text{int},2} - T_{\text{ext},2}) + c_2 \cdot u_2^2) / (c_1 \cdot (T_{\text{int},1} - T_{\text{ext},1}) + c_2 \cdot u_1^2)]^b$$

index i = mätvärden vid tiden för mätningen

index j = eftersökt mätvärde beroende på givna klimatdata

som ger möjligheten att översätta en mätning, som utförts under visst temperaturförhållande och vindhastighet, till ett normaliserat värde där ingångsdata är ortens årsmedeltemperatur och årsmedelvindhastighet. Det är detta slutgiltiga uttryck som ligger till grund för fortsatta analyser i denna rapport. Framtagna värden på modellkoefficienten c_1 och c_2 finns under bilaga 3 Normering av spårgasmätning.

3.3 Värmeflödesmätning

Tyngdpunkten i detta arbete har legat på att jämföra byggnadens energiflödestekniska egenskaper både teoretiskt och praktiskt. För att praktiskt mäta upp byggnadens värmeflödestekniska egenskaper har två typer av den så kallade hjälpväggsmetoden används. Hjälpväggsmetoden mäter temperaturskillnaden över ett känt material (hjälpväggen) som anbringats mot den vägg som undersöks. Resultatet ger ett värmeflöde genom hjälpväggsmaterialet. Detta värmeflöde kan senare analyseras med uppmätta skikt- och ytemperaturer för att tillsammans beskriva väggen värmetekniska egenskaper. Genom att koppla alla mätpunkter till en logger, som med korta intervaller lagrar värdena, sparas väggens termiska egenskaper. I denna studie har två typer av hjälpväggar med olika typer av konstruktion använts tillsammans med en datalogger som automatiskt kan spara mätvärden vid givna mellanrum. De två hjälpväggarna beskrivs nedan.

3.3.1 Cellplastskiva

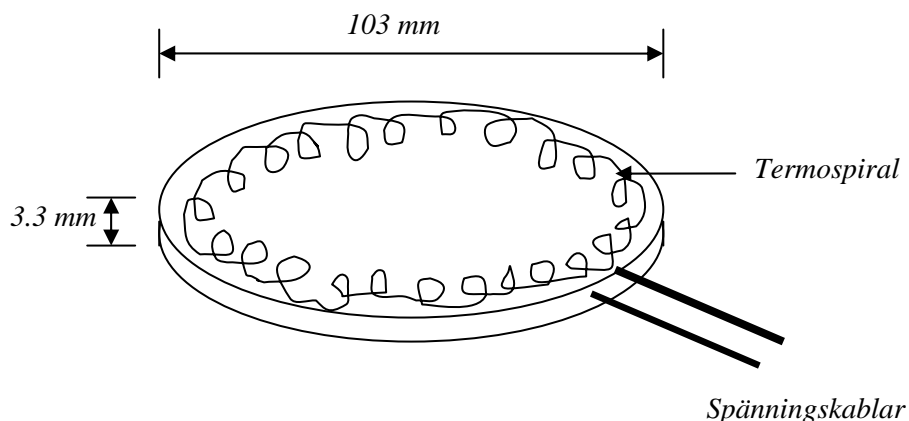
Denna typ av värmeflödesmätare är väldigt enkel att framställa. I denna studie bestod mätaren av en EPS cellplastskiva med känt värmeledningstal, λ ($\text{W/m}^{\circ}\text{C}$), och med dimensionerna 400x600x100 (BxHxD). I centrum på ovan och undersida anbringades termoelement, typ T, för att kunna mäta temperaturskillnaden över skivan. Dessa tre delar bildar tillsammans en värmeflödesmätare. Denna typ av flödesmätare kommer i texten benämnas enbart *cellplastskivan* eller bara *skivan*.

3.3.2 Värmeflödesmätare TPD WS 31

Denna mätare togs fram och såldes av det holländska universitetet Delft någon gång på 70-80 talet. Mätaren består av en cirkulär plastskiva som är 3.3 mm hög och 103 mm i diameter. Ingjuten i plasten finns en spiral med seriekopplade termoelementpar som är lindad från periferin och in till centrum (se figur 4 nedan). Termoelementspiralen består av en konstantan-tråd som till hälften är ytbehandlad med koppar. Funktionen skiljer sig lite från cellplastskivans, termoelementspiralen mäter och förstärker en spänning som bildas när det är temperaturskillnad mellan ovan och undersida dvs. ingen temperaturskillnad, ingen spänning. Spänningen är direkt proportionell mot temperaturskillnaden vilket gör att

utsignalen lätt omvandlas till ett värmefflöde med hjälp av den kalibreringskonstant som är specifik för varje enskild mätare.²⁵

Denna mätare är liten och behändig men kan vara opraktiskt att använda vid vissa mätningar då den måste limmas mot det undersökta underlaget. I denna studie var denna begränsning ett faktum då det inte var ett alternativ att limma mätaren direkt mot ytorna som skulle undersökas i huset. Det var då idén kom med att limma mätaren på cellplastskivan. På detta sätt blir mätningen icke förstörande, dvs. reproducerbar. Det blir även en simultan kontrollmätning av de båda mätmetodernas resultat. Denna typ av flödesmätare kommer i texten benämnas som *termomätare*.



Figur 3: Termomätare TPD WS 31

3.3.3 Metodernas för och nackdelar

Det finns många faktorer som avgör en väggs värmetekniska egenskaper och att utföra en mätning av alla dessa i fält är en svår uppgift. Ovanstående metoder förutsätter att en del av verkligheten idealiseras eller försummas för att resultatet ska ge en god bild om hur väggen fungerar. Den största förutsatta faktorn som påverkas av denna metod är det endimensionella flödet. Metoden förutsätter endimensionellt flöde för att kunna utvärdera resultaten och detta är en idealisering av verkligheten då flödet är tredimensionellt. Om en platta monteras med högt värmemotstånd och begränsad yta, på en vägg med endimensionellt flöde, kommer flödet deformeras. Som alla andra fysikaliska fenomen vill även värmefflödet gå närmsta vägen. I detta fall innebär inte närmsta vägen rakt genom plattan utan flödet kommer att svänga av och bli tredimensionellt. Genom att välja en "hjälpvägg" med stor anliggningsyta och där mätpunkten är koncentrerad i centrum av ytan, dvs. så lång från randytan som möjligt, så kommer modellen att mindre störa det endimensionella flödet som förutsätts.

Ovanstående problematik gäller båda mätmetoderna tillsammans eller enskilt. Vad som skiljer dem åt är hur mycket de var för sig deformerar flödet. Cellplastskivan deformerar flödet mest men har mätpunkterna placerade på sådant sätt att de påverkas minimalt av flödesdeformationen. Termomätaren har å andra sidan en mindre påverkan på värmefflödet men har istället en större intern mätyta som i sin tur påverkas av flödesdeformationen. Vid mätning av värmefflödet med enbart termomätaren måste ytemperaturen mätas på ett annat ställe än där värmefflödet mäts vilket kan påverka analysen av väggens termiska egenskaper på följande negativa sätt. Väggs värmefflöde antas ske genom ledning i väggen och detta är

²⁵ Johannesson, Gudni, 1979. Värmefflödesmätningar. Termoelektriska mätare, funktionsprinciper och felkällor. Institutionen för Byggnadsteknik Tekniska Högskolan i Lund

nära nog en verklig bild av det verkliga flödet. Dock övergår ledningen till termisk strålning och konvektion vid väggytan. Det är här som termomätaren kan påverka negativt. Termisk strålningen beror av ytans beskaffenhet och färg, gemensamt kallat emissionstal. Mätaren i detta fall är av mjuk grå plast vilket motsvarar en emmissivitet på 0.9 och detta är vad vanliga ytskikt inomhus i byggnader ligger omkring.²⁶ Cellplastskivan har även den ett emissionstal på 0.9. I ett sådana fall påverkar inte mätaren den termiska strålningen. Hade ytan på väggen istället varit polerad kopparplåt, med emissionstalet 0.03, hade felkällan varit större. Den konvektiva värmeöverföringen påverkas då flödesmätaren monteras mot en vägg. Generellt sägs att laminärt luftflöde har lättare för att leda bort värme än vad turbulent luftflöde har. Utmed släta ytor, som ofta innerväggar är, antas laminärt flöde. Om sedan en platta monteras på denna släta yta är risken stor att det uppstår turbulent flöde lokalt vid plattan. Detta innebär att värmeöverföringen blir sämre och därmed ett högre ytmotstånd. Om termomätaren enbart används är denna felkälla försumbar medan i fallet med cellplast är påverkan desto större.

3.4 Datormodeller

I den teoretiska studien av husets energianvändning användes programmet VIP+ 3.0 som är ett energiberäkningsverktyg som direkt ansluter till Boverkets byggregler 2002 (BBR 2002). Resultatet visar en energiförbrukning på årsbasis. Ett effektbehov för studerad byggnad. Detta åstadkoms dels genom att bygga upp husets konstruktion och funktion i en datormodell samt att programmet själv hämtar gällande klimatdata för gällande ort.

3.4.1 VIP+ 3.0

Programmet har utvecklats av Structural Design Software. Nedan följer en direkt kopia från användarmanualen till programmet.

”VIP+ är avsett för beräkning av en byggnads energiförbrukning under en tidsperiod som vanligtvis omfattar ett år men även kortare perioder kan beräknas. Programmet är uppbyggt kring en dynamisk beräkningsmodell vilket, innebär att beräkningen upprepas timme för timme. Energiflöden beräknas med hänsyn till påverkan av klimatfaktorer, som t ex utetemperatur, sol och vind. Varierande krav på rumstemperatur och luftväxling styr beräkningen”.²⁷

Begränsningarna i programmet är förutom mängden indata även att tillverkarna föreskriver att programmet enbart används vid beräkning av årsenergibehov och inte vid dimensionering av värme- och kylsystem. För övrigt är programmet ett bra verktyg för att se genomslaget av energieffektiviserande åtgärder. Det är enkelt att ändra indata och få fram energibehovet efter åtgärdsförslag. Denna funktion används i denna rapport för att värdera olika åtgärdsförslag utifrån ett energisparande perspektiv.

²⁶ Johannesson, Gudni, 1979. *Värmefflödesmätningar. Termoelektriska mätare, funktionsprinciper och felkällor*. Institutionen för Byggnadsteknik Tekniska Högskolan i Lund

²⁷ VIP+ Manual version 3.0.0, Structural Design Software 2002

4 Energideklaration

För att utföra en fullständig energideklaration av ovanstående objekt måste energianvändningen tas fram för den samma. I denna studie har jag valt att jämföra en praktisk uppmätning med den faktiska och teoretiskt framräknade energianvändningen. Detta för att studera om och hur en praktisk uppmätning kan utföras när man vill deklarerat ett objekt med okänd konstruktion. Energiåtgången i ett hus består av ventilationsförluster, transmissionsförluster i klimatskalet samt användandet av el till hushåll och installationer (VVB, pumpar mm). Ventilationsförluster har mätts med spårgasmätning och transmissionsförlusterna i klimatskalet har mätts med hjälp av värmeflödesmätare. El-energiförbrukningen har tagits fram från faktisk förbrukning (elräkningar) och statistiska studier om elenergifördelningen i en villa (Energiläget 2005, STEM). Den teoretiska studien har utgått ifrån bygghandlingar och ritningar av huset. Egenskaperna på de olika materialen har sedan lagts in i beräkningsprogrammen för att kunna teoretiskt studera husets byggnadsfysikaliska egenskaper.

4.1 Fältmätningar

Målet med fältundersökningarna var att mäta de byggnadsfysikaliska och installationstekniska delarna i byggnaden som påverkar den totala energianvändningen. Innan fältmätningarna genomfördes gjordes en utredning om hur huset fungerade byggnadsfysikaliskt samt en del försöksmätningar för att utprova rätt metod. I byggnadsutredningen gick bygghandlingar och ritningar igenom och några platsbesök gjordes för att undersöka huset. Resultatet från denna byggnadsundersökning kan ses i ovanstående beskrivning av studerat hus. Det var utifrån denna undersökning som fältmätningarna valdes. Försöksmätning utfördes, dock i väldigt liten skala, med metoden för värmeflödesmätning.

4.1.1 Spårgasmätning

Då studerat hus ventileras med självdragsventilation och att tilluften tas genom otätheter och springor i klimatskalet så valdes denna metod. Resultatet av denna mätning ger den verkliga ventilationen uttryckt som antalet omsättningar i timmen. Genom att beräkna rumsvolymen kan ventilationsgraden, uttryckt i l/s, tas fram. Denna typ av ventilationssystem är starkt beroende av innetemperatur, utetemperatur samt vindtrycket. Genom att tillämpa en studie gjord början på 90-talet (Correction of tracer gas measurement results for climatic factors, Karin Adalberth, Carl Axel Boman mfl), som beskrivs ovan, kan resultatet normeras och översättas till en årsmedeventilationsomsättning.

4.1.1.1 Utförande

Mätningen utfördes 2004-12-09 av Lars Ohlsson, ingenjör på Avdelningen för Byggnadsfysik LTH, samt Tobias Mårtensson, student och författare till denna rapport. Utrustningen kontrollerades och kalibrerades på LTH innan den förflyttades och monterades i huset. Två mätningar utfördes efter varandra med start kl. 11.40.

4.1.1.2 Analys

Då mätningarna, var för sig, sträcker sig över en viss tid (i detta fall ca 5.5 h) så förändras förutsättningarna med tiden. Framförallt lufttemperaturen utomhus förändras, men även vindhastigheten. Nedan framgår rådande klimatförhållande vid olika tidpunkter under mätningens gång.

Temperatur:

| Tid | Inne | Ute |
|--------|--------|-------|
| 11.30 | 18,0°C | 2,4°C |
| 17.30 | 18,4°C | 4,5°C |
| 22.45 | 18,2°C | 3,5°C |
| Medel: | 18,2°C | 3,5°C |

Väderlek:

Molnighet: Helmulet dvs. 8/8 av himlen är täckt av moln

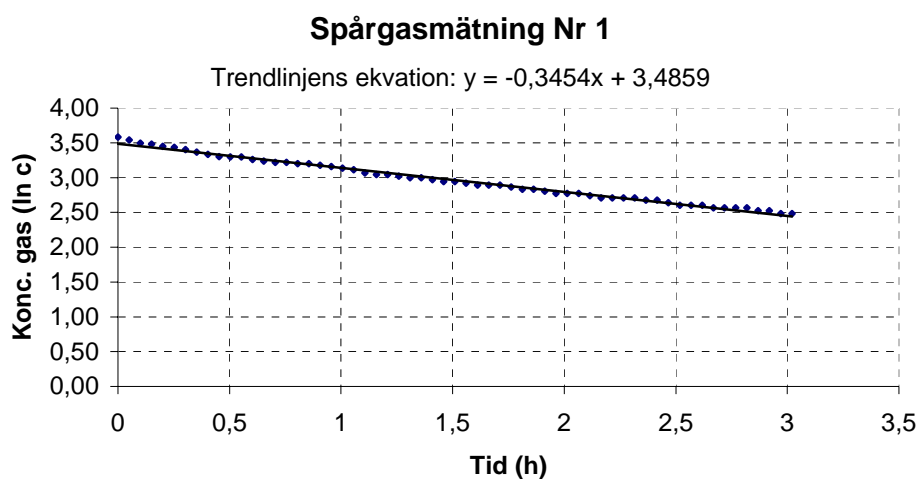
Vind: < 1m/s

Mätning 1

| | Tid |
|------------|----------------------------------|
| Start: | 11:40 |
| Slut: | 17:25 |
| Mättid: | 5h 45min |
| Mätvärden: | Se Bilaga 4: Spårgasmätning Nr 1 |

Mätning 2

| | Tid |
|------------|----------------------------------|
| Start: | 17:35 |
| Slut: | 22:35 |
| Mättid: | 5h |
| Mätvärden: | Se Bilaga 5: Spårgasmätning Nr 2 |

4.1.1.3 Resultat**Mätning 1****Logaritmering:**

Figur 5: Spårgasmätning Nr 1

Normering²⁸:

$$(Ekv 4) \quad n_{norm,2} = n_1 \cdot [(c_1 \cdot (T_{int,2} - T_{norm,ext,2}) + c_2 \cdot u_2^2) / (c_1 \cdot (T_{int,1} - T_{ext,1}) + c_2 \cdot u_1^2)]^b$$

$$n_1 = 0.35 \text{ (oms/h)}$$

$$c_1 = 0.022 \text{ (Pa/}^\circ\text{C)} \text{ Enligt bilaga 3, tabell 26.}$$

$$T_{int,2} = 18.2 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$T_{norm,ext,2} = 7.5^{29} \text{ (}^\circ\text{C)} \text{ (Uppmätt årsmedelvärde från väderstation på Sturup)}$$

$$c_2 = 0.006 \text{ (Pa/(m/s)}^2\text{)}$$

$$u_2 = < 1 \text{ (m/s)}$$

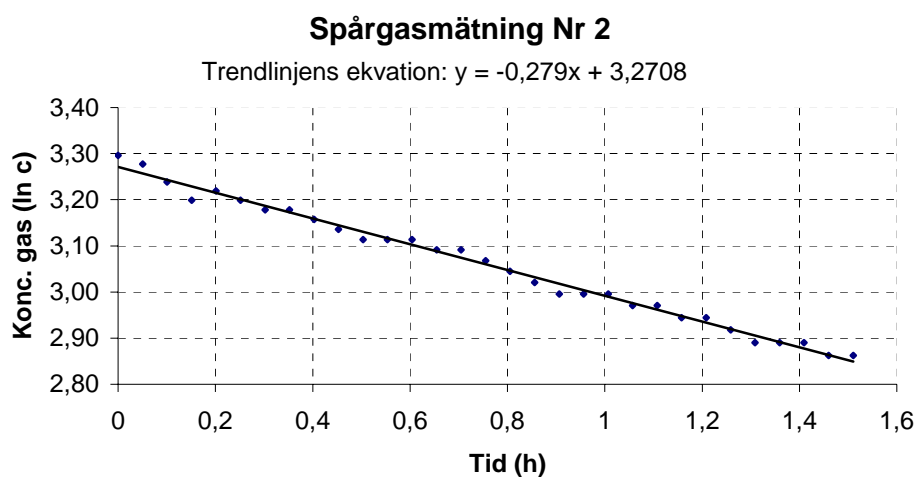
$$T_{int,1} = 18.2 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$T_{ext,1} = 3.5 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$u_1 = 4 \text{ (m/s)}$$

$$b = 0.7 \text{ Enligt "Corrections of trace gas measurement, results for climatic factors"}^{30}$$

$$\Rightarrow n_{norm,2} \approx 1.2 \text{ (oms/h)}$$

Mätning 2**Logaritmering:**

Figur 6: Spårgasmätning Nr 2

²⁸ Corrections of tracer gas measurement, results for climatic factors. Ventilation for Energi Efficiency and Optimum Indoor Air Quality. Karin Adalberth, Carl Axel Boman mfl.

²⁹ Nevander L E och Elmarsson B, 1994. *Fukthandbok. Praktik och teori*. Svensk Byggtjänst, Stockholm.

³⁰ Corrections of tracer gas measurement, results for climatic factors. Ventilation for Energi Efficiency and Optimum Indoor Air Quality. Karin Adalberth, Carl Axel Boman mfl.

Normering³¹:

$$(Ekv 4) n_{norm,2} = n_1 \cdot [(c_1 \cdot (T_{int,2} - T_{norm,ext,2}) + c_2 \cdot u_2^2) / (c_1 \cdot (T_{int,1} - T_{ext,1}) + c_2 \cdot u_1^2)]^b$$

$$n_1 = 0.28 \text{ (oms/h)}$$

$$c_1 = 0.022 \text{ (Pa/}^\circ\text{C)} \text{ Enligt bilaga 3, tabell 26.}$$

$$T_{int,2} = 18.2 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$T_{norm,ext,2} = 7.5^{32} \text{ (}^\circ\text{C)} \text{ (Uppmätt årsmedelvärde från väderstation på Sturup)}$$

$$c_2 = 0.006 \text{ (Pa/(m/s)}^2\text{)}$$

$$u_2 = < 1 \text{ (m/s)}$$

$$T_{int,1} = 18.2 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$T_{ext,1} = 3.5 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$u_1 = 4 \text{ (m/s)}$$

$$b = 0.7 \text{ Enligt "Corrections of trace gas measurement, results for climatic factors"}^{33}$$

$$\Rightarrow n_{norm,2} \approx 0.9 \text{ (oms/h)}$$

4.1.1.4 Sammanfattande resultat

Efter normering av de båda mätresultaten kan ett medelvärde beräknas till:

$$(Ekv 5) (n_1+n_2)/2 = 1.1 \text{ oms/h}$$

Detta värde kan sedan användas vid vidare energianalyser i VIP+ och för att jämföra med praktiskt tillämpbara värden på ventilation av samma typ. Dock så konstateras att värdet är osedvanligt högt. Vedertaget värde vid teoretiska analyser av ventilationsgraden i självdragsventilerade fastigheter ligger runt 0.5 oms/h. Ovanstående relativt höga värde kan också bero på metoden som använts för normalisering av värdena. Den innehåller vissa osäkerheter vad gäller val av koefficienter c_1 och c_2 då dessa är framtagna från empiriska analyser och är i denna analys genomsnittliga värden hämtade från rapporten som beskrivs ovan. Jag har därför valt att i vidare analyser använda mig av det vedertagna värdet 0.5 oms/h.

4.1.2 Radonmätning

En punkt i energideklarationen är om radonmätning har utförts i byggnaden. Detta är inget krav från direktivet men har valts att vara med då sammanslagningen av byggnadsdeklarationen och energideklarationen har blivit en realitet. Radonhalten i en ny byggnad får inte överskrida 200 bequerel per kubikmeter inomhusluft. Statens strålskyddsinstitut har tagit fram metodbeskrivningar för mätning av radon på arbetsplatser

³¹ Corrections of tracer gas measurement, results for climatic factors. Ventilation for Energi Efficiency and Optimum Indoor Air Quality. Karin Adalberth, Carl Axel Boman mfl.

³² Nevander L E och Elmarsson B, 1994. *Fukthandbok. Praktik och teori*. Svensk Byggtjänst, Stockholm.

³³ Corrections of tracer gas measurement, results for climatic factors. Ventilation for Energi Efficiency and Optimum Indoor Air Quality. Karin Adalberth, Carl Axel Boman mfl.

och i bostäder, i 2004:1 Metodbeskrivning för mätning av radon på arbetsplatser och i 2005:01 Metodbeskrivning för mätning av radon i bostäder³⁴. Radonmätning har utförts på Mätaregränden 3 och visar på ett årsmedelvärde på mindre än 50 Bq/m³. Mätningen utfördes 1991 mha av spårfilm. Protokollet över radonmätningen redovisas under bilaga 6 Radonmätning.

4.1.3 Värmefflödesmätning

4.1.3.1 Verifieringstest i laborationsmiljö

Fältmätningarna initierades med ett förarbete i laborationsmiljö. Då mätning utfördes med två typer av flödesmätare samtidigt, cellplastskivan och termoelementplattan, fick utrustningen byggas upp och provas i verkstaden på V-huset, LTH, innan den placerades i byggnaden. Målet med verifieringstestet i laborationsmiljö var dels att se hur praktisk metoden var att använda och dels hur störningskänslig den var. Laborationsmätningen byggdes upp som följer; termoelementen monterades på respektive sida om cellplastskivan (värmefflödesmätaren) och en provmätning gjordes genom att ersätta ett av fönstren i labblokalen med samma typ av cellplatsmaterial som i flödesmätaren. Momentana temperaturmätningar gjordes med termoelement på insidan (T_{inne}), på skivans yta inomhus (T_1), mellan cellplastskivorna (T_2), på den utvändiga cellplaskivans yta (T_3) samt i luften utomhus (T_{ute}). Genom att mäta temperaturen på insidan av skivan och med kända inomhus- och utomhustemperaturer, termoegenskaper på skivan, beräknades en förväntad T_2 och sedan jämföra den med uppmätt T_2 . Se även figur 7 nedan.

4.1.3.2 Slutsatser från verifieringstestet i laborationsmiljö

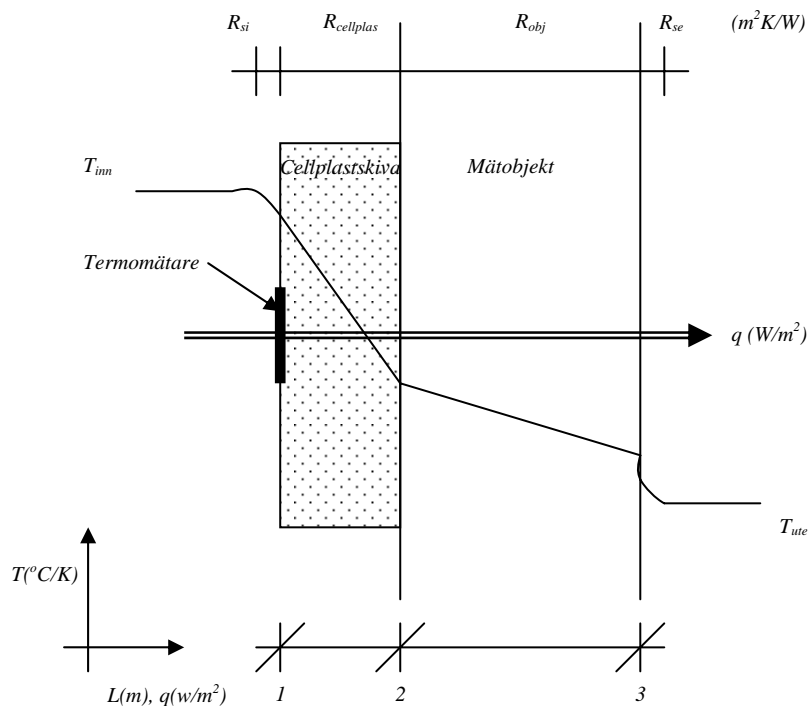
Testet konstaterade att termoelementen reagerade snabbt på luftrörelser/temperaturskillnader vilket medförde att ändarna på de termoelement som skulle mäta lufttemperatur kläddes in av en tunn plastpåse för att minimera luftrörelsernas påverkan på mätresultatet. Bild på försöksuppställningen kan ses i *figur 7 och 8*. Målet med fältmätningen var att mäta värmefflödet genom vinden, väggen och golvet. Detta skulle kräva tre separata mätutrustningar. Dock var förutsättningarna för Mätaregränden 3 att alla tre mätningarna inte gick att utföra samtidigt (se nedan) vilket gjorde att enbart två kompletta utrustningar behövdes byggas. Den stora utmaningen var att bygga en utrustning som kunde appliceras helt vertikalt (väggmontage) och en utrustning som skulle monteras upp-och-ned (takmontage). Lösningen fick bli en konstruktion som bestod av en bildomkraft och några meter 2"x2" regelvirke.



Figur 7: Provmätning med flödesmätarutrustning

Genom att utnyttja befintlig trappa som mothåll till väggmontaget kunde mätutrustningen appliceras med lyckat resultat. Detsamma gällde takmontaget där golvet i rummet fick fungera som mothåll. Samma funktion som stämpan vid valvformning tillämpades.

³⁴ Prop. 2005/06:145 Nationellt program för energieffektivisering samt energismart byggande



Figur 8: Schematisk bild över försökuppställningen

Jag har valt att redovisa takmätningen, väggmätningen och golvmätningen var för sig. Detta för att resultaten från respektive mätning skiljer sig åt. De kräver därför sin separata analys. Värmeflödesmätningen av vägg och tak utfördes på studerad villa, Mätaregränden 3. Golvmätningen utfördes på ett grannhus, Åke och Ann-Marie Jernkvist på Bygglovsgränden 15, där krypgrunden var åtkomlig. Detta krävdes för att mäta yttemperaturen på utsida golvkonstruktion (T_3) och lufttemperaturen i krypgrunden (T_{ute}). Konstruktionen ser för övrigt ut lika för de båda fastigheterna.

4.1.3.3 Teori

För att värmeflöde ska ske måste det finnas en temperaturskillnad. Flödet transporterar sig sedan på tre olika sätt, strålning, ledning eller konvektion. I denna studie är det nästan uteslutande ledning som är intressant att titta på. Som nämntes i kapitel 3.3 Värmeflödesmätning, idealiseras verkligheten för att göra en enkel analys av mätvärdena. Det som idealiseras är:

- Värmeflödet (q [W/s]) förutsätts vara endimensionellt genom hela konstruktionen.
- Emissiviteten för flödesmätarna antas vara samma som för ytorna som flödesmätarna är applicerade mot.
- Det energimotstånd som det turbulenta luftflöde, som med största sannolikhet skapas vid flödesmätarutrustningen, försummas allt räknas som likvärdig det värmemotstånd som väggen, utan flödesmätare, har (R_{si}).

När dessa antaganden är gjorda kan energiekvationerna sättas upp som beskriver värmeflödesmätningarna. Värmeflödet definieras som,

$$\text{(Ekv 6)} \quad q = \lambda_{1-2} \cdot \frac{T_1 - T_2}{L_{1-2}} \quad \left[\text{W/m}^2 \right] \quad (\text{se även figur 8 ovan})$$

Värmemotståndet (R) definieras,

$$\text{(Ekv 7)} \quad R = \frac{L}{\lambda} \quad \left[\text{m}^2 \text{K/W} \right] \quad (\text{se även figur 8 ovan})$$

Då jag använt mig av två olika typer av värmeflödesmätare i fältmätningen kommer jag dela upp den teoretiska beskrivningen med avseende på mätmetod. Först beskrivs värmeflödesmätaren som involverar *cellplastskivan* och sedan *termomätaren*.

4.1.3.3.1 Cellplastskiva

Genom att sammanfoga ekvation (6) med ekvation (7) och tillämpa dessa på illustrerad sammansatt konstruktion, *figur 8*, ges följande uttryck,

$$\text{(Ekv 8)} \quad q_T = \frac{T_{inne} - T_{ute}}{R_T} \quad \left[\text{W/m}^2 \right]$$

där,

$$\text{(Ekv 9)} \quad R_T = (R_{si} + R_{cellplast} + R_{objekt} + R_{se}) \quad \left[\text{m}^2 \cdot \text{K/W} \right]$$

Då förutsättningarna är endimensionellt och konstant flöde, kan ekvation (6) beskriva varje enskilt materialskikt i en sammansatt konstruktion. Denna teori har använts i denna rapport för att beskriva klimatskalets värmetekniska egenskaper. *Figur 8* visar försöksuppställningen som gjordes för tak, vägg respektive golv. Bryts kända, uppmätta och okända faktorer ut ur bilden och sammanfogar dessa i värmeflödesekvationerna fås följande ekvationer,

$$\text{(Ekv 10)} \quad q_T = q_{cellplast} = q_{objekt} = \frac{T_{inne} - T_{ute}}{R_T} = \frac{T_1 - T_2}{R_{cellplast}} = \frac{T_2 - T_3}{R_{objekt}} \quad \left[\text{W/m}^2 \right]$$

Då q , T_1 , T_2 , T_3 och $R_{cellplast}$ är kända/uppmätta variabler och R_{objekt} eftersöks, bryts denna variabel ut och vi får det slutgiltiga uttrycket för klimatskalets värmetekniska egenskap, värmemotstånd (R).

$$\text{(Ekv 11)} \quad R_{objekt} = \frac{(T_2 - T_3) \cdot R_{cellplast}}{(T_1 - T_2)} \quad \left[\text{m}^2 \cdot \text{K/W} \right]$$

4.1.3.3.2 Termomätare

Bakgrundsteorin är den samma för denna typ av flödesmätare dock är det ett enklare förfarande att analysera fram resultatet. Termomätaren ger, efter en enkel hänsyn till en proportionalitetskonstant, direkt värmeflödet (q),

$$\text{(Ekv 12)} \quad q_{termomätare} = U_{termomätare} \cdot k_{termomätare} \quad \left[\text{W/m}^2 \right]$$

där,

$U_{\text{termomätare}} = \text{Spänning som flödesmätaren avger vid ett visst värme flöde [mV]}$

$k_{\text{termomätare}} = \text{Proportionalitetskonstant för resp. termomätare [W/m}^2 \cdot \text{mV]}$

Genom att sammanfoga ekvation (10) med ekvation (12) fås följande samband,

$$\text{(Ekv 13) } q_{\text{termomätare}} = q_{\text{objekt}} = U_{\text{termomätare}} \cdot k_{\text{termomätare}} = \frac{T_2 - T_3}{R_{\text{objekt}}} \quad [\text{W/m}^2]$$

Då q , $U_{\text{termomätare}}$, $k_{\text{termomätare}}$, T_2 samt T_3 är kända/uppmätta faktorer och R_{objekt} eftersöks kan ekvationen (13) ändras om och få den eftersökta ekvationen nedan.

$$\text{(Ekv 14) } R_{\text{objekt}} = \frac{T_2 - T_3}{U_{\text{termomätare}} \cdot k_{\text{termomätare}}} \quad [\text{m}^2 \cdot \text{K/W}]$$

Storleken på R_{objekt} beskriver hur bra eller dålig byggnadsdelen isoleringsförmåga är. Ju större värde R_{objekt} har desto bättre isoleringsförmåga. Ett mer allmänt känt uttryck för isoleringsförmågan är U-värdet. Denna storhet är en inventering av R ,

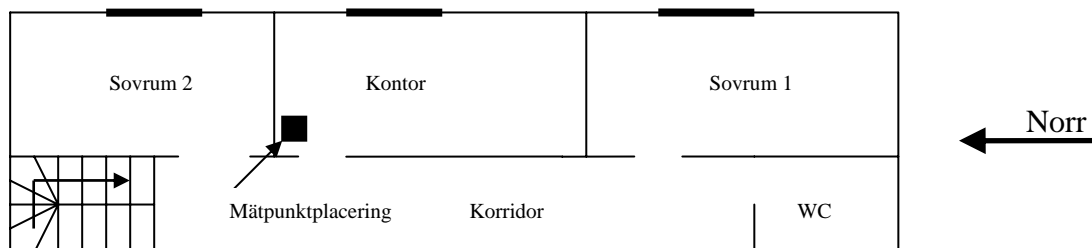
$$\text{(Ekv 15) } U_{\text{objekt}} = \frac{1}{R_{\text{objekt}}} \quad [\text{W/m}^2 \cdot \text{K}]$$

Jag har valt att i huvudsak använda mig av R i mina fortsatta analyser.

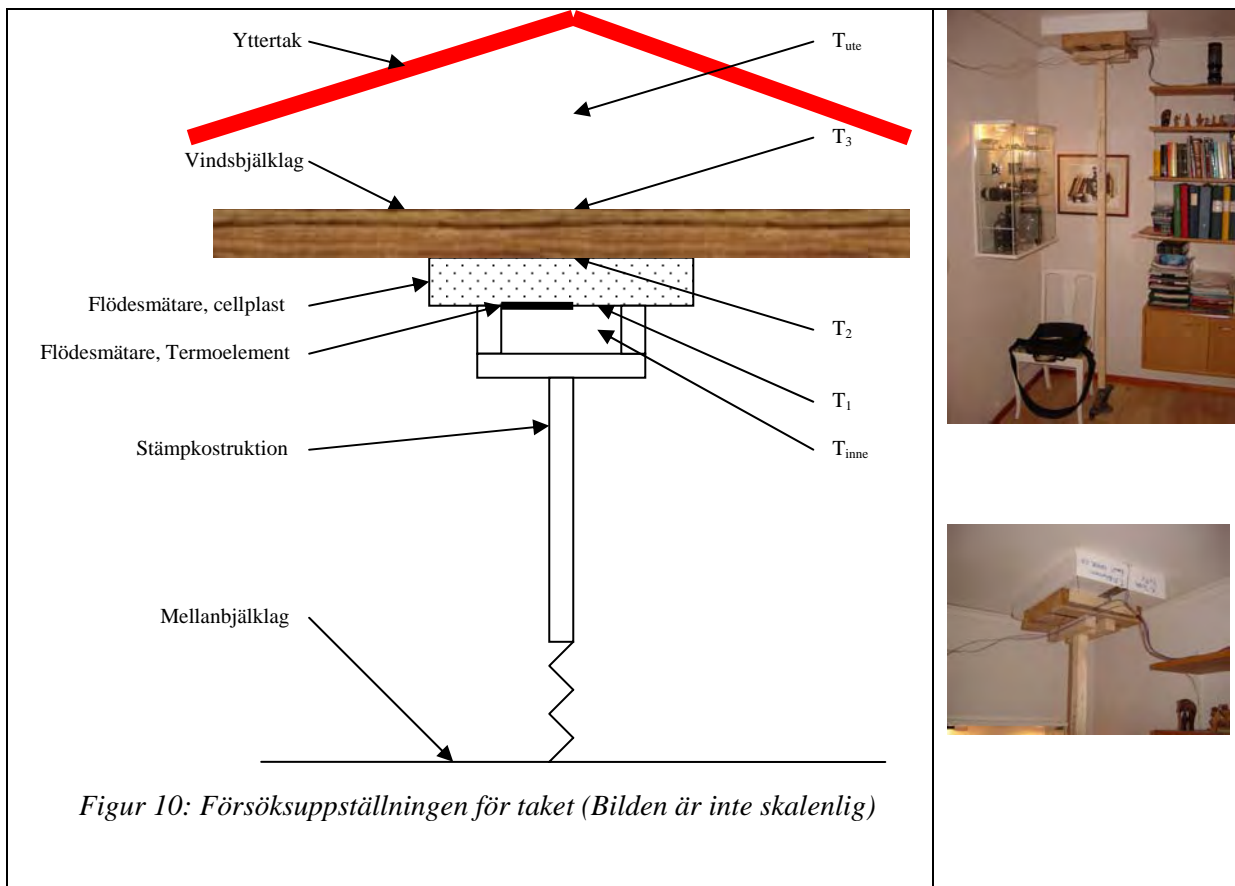
4.1.3.4 Vind

4.1.3.4.1 Utförande

För att randeffekterna vid takfot och gavelväggar skulle störa värme flödesmätningen så lite som möjligt valdes mätpunkten så centralt i byggnaden som möjligt. Detta blev Mätaregränden 3:s kontor på våning 2 (se figurer nedan). Stämpkonstruktionen anbringade utrustningen mot innertaket med ett måttligt tryck för att inte komprimera cellplatsen men ändå inte få någon luftspalt mellan innertaket och cellplatsskivan. Termoelement nr 3 (T_3) monterades på ytan av isoleringen på vindsbjälklaget. Ett snitt över mätutrustningen och takkonstruktionen kan ses i figur 10. Termoelementen kopplades sedan till datorn som stod på nedre våningen (ImpLog). Implog är fabrikatet på den utrustning som användes för att logga mätvärdena. Implog mäter spänningen som termoelementen avger. Genom att utnyttja en programvara som fanns förprogrammerad i ImpLog kunde spänningen från termoelementen omvandlas och sparas direkt som temperatur. ImpLog var programmerad att varje minut logga temperaturerna från de fem termoelementen och spänningen från den fastlimmade termomätaren.

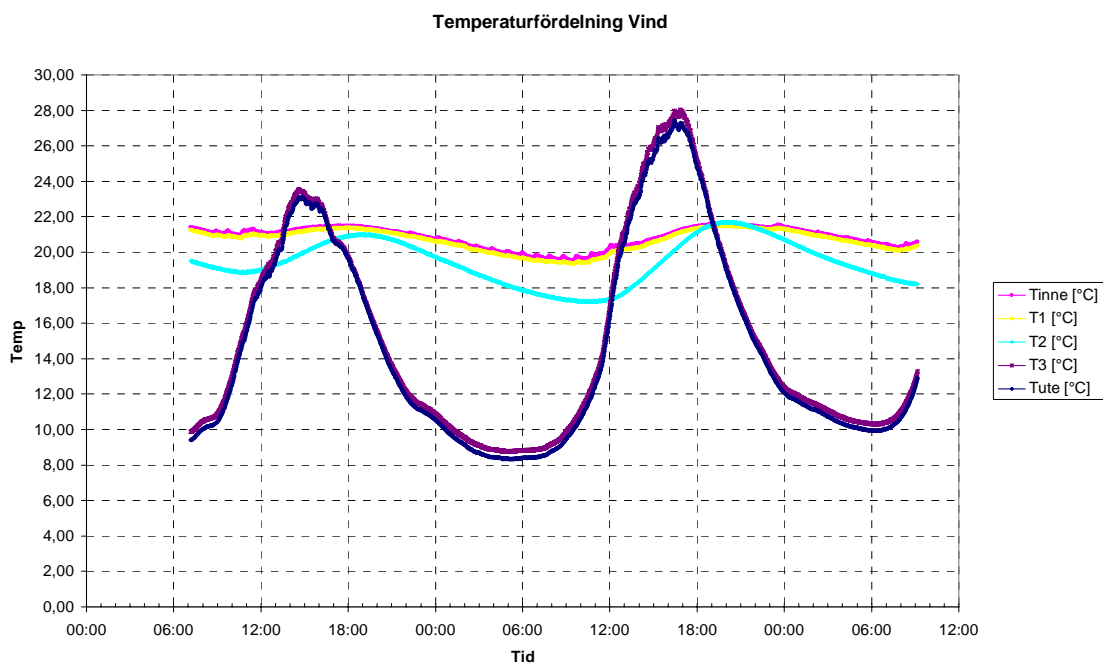


Figur 9: Planritning över placering av mätutrustning för vindmätning

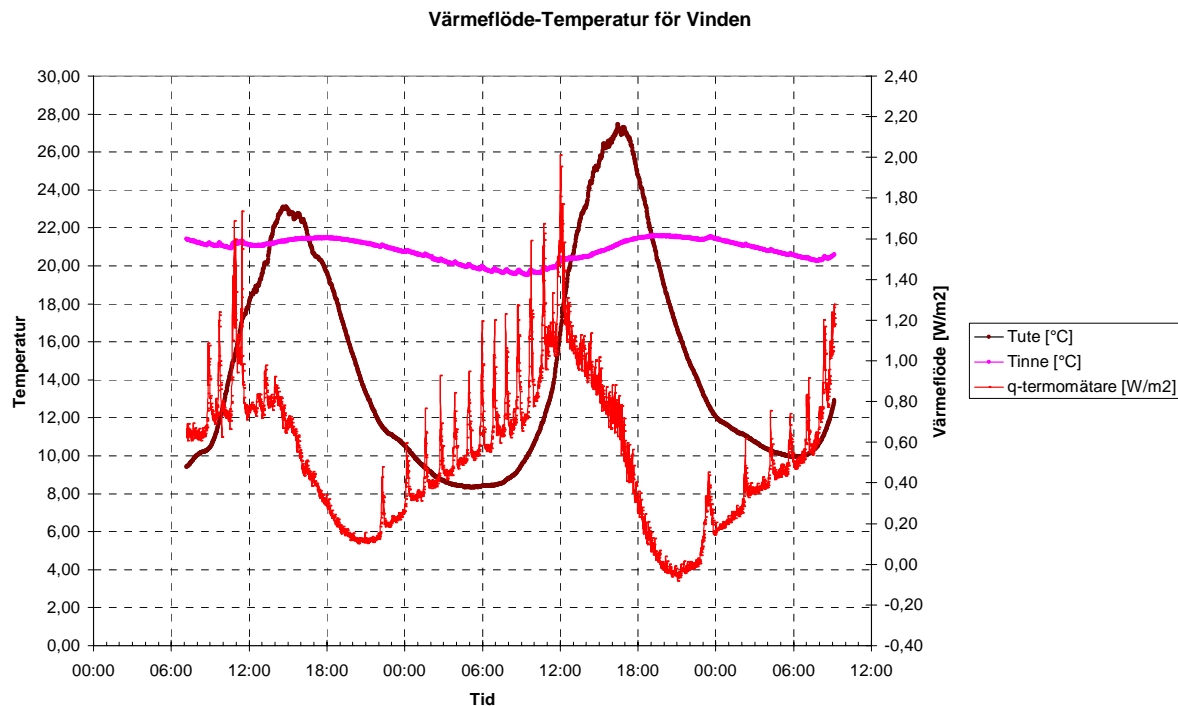


4.1.3.4.2 Analys

Då mätresultatet från ImpLog-mätaren innefattar stor datamängd redovisas enbart grafer och vissa utdrag från mätningen för att kunna analysera fram ett resultat. Nedan följer, grafiskt illustrerat, resultatet från temperaturmätningarna som utfördes.



Figur 11: Temperaturfördelning Vind



Figur 12: Värmeflöde-Temperatur för Vind

Analys av figur 11 Temperaturfördelning Vind

Som figuren visar så varierar utetemperaturen i ett sinusliknande mönster. Detta gör att temperaturfördelningen i konstruktionen även den antar ett liknande mönster om än med mindre amplitud, något fasförskjutet, fast dock med samma frekvens. Detta mätresultat öppnade dörrar som inte var förutspådda vid planeringen av mätningarna. Med ovan givna mätdata kan, förutom värmemotståndet, även konstruktionens värmetröghet studeras. I detta sammanhang är det intressant att para ihop rätt mätpunkter med varandra för att kunna beräkna värmemotståndet i konstruktionen. I och med att värmeflödet styrs av en temperaturskillnad är det viktigt att hitta den temperaturskillnad som hör samman med det studerade värmeflödet. I denna studie innebär det att när, t.ex., T_3 är som lägst ska det lägsta värdet för T_2 användas inom samma period. Utmaningen ligger i att hitta denna lägsta punkt för, i detta fall, T_2 . Då temperaturen varierar periodiskt är det viktigt att man håller sig inom samma period för både T_3 och T_2 , dvs. inom ett dygn eftersom det är periodens längd. Hur ska då rätt förskjutning/värmetröghet analyseras fram ur kurvorna? Nedan presenteras tre olika metoder och lösningar. Likheten mellan de två första metoderna är att derivatan för temperaturkurvorna används. Den första lösningen går ut på att genom att studera derivatan på kurvan för T_3 och T_2 kan den förskjutning som ger den minsta standardavvikelsen mellan skillnaden på kurvornas derivata hittas. Den analytiska beräkningen redovisas i tabell 2. I den andra och tredje lösningen letas respektive kurvas noll-derivata upp för att sedan kunna beräkna förskjutningen. Nedan definieras derivata samt standardavvikelse.

Definitionen för derivata lyder,

$$(Ekv 16) T_x'(t) = \frac{dT_x}{dt} \quad [^{\circ}C/min]$$

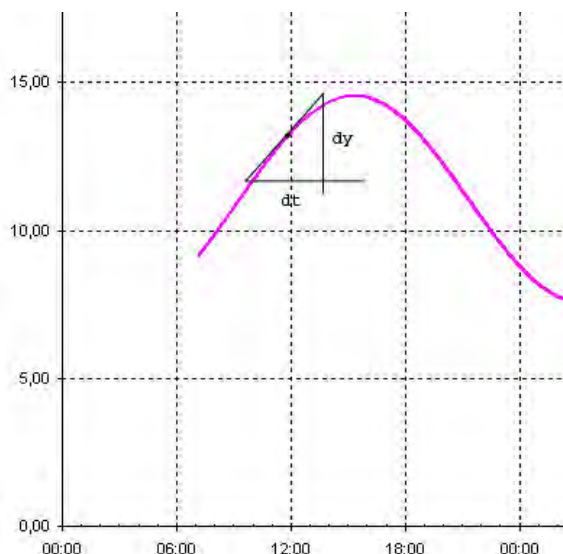
$$(Ekv 17) dT_x = (T_{x,i} - T_{x,i+1}) \quad [^{\circ}C]$$

$$(Ekv 18) dt = (t_{x,i} - t_{x,i+1}) = 1 \quad [min]$$

Förslag på lösning nr 1

Definitionen för standardavvikelse för en serie mätvärden lyder,

$$(Ekv 19) s = \sqrt{\frac{n \sum \Delta T_{2-3}^2 - (\sum \Delta T_{2-3})^2}{n(n-1)}}$$



där $\Delta T_{2-3} = (T_{2,i} - T_{2,i+1}) - (T_{3,i} - T_{3,i+(j+1)})$ och $n =$ antalet mätvärden (se tabell 2 nedan)

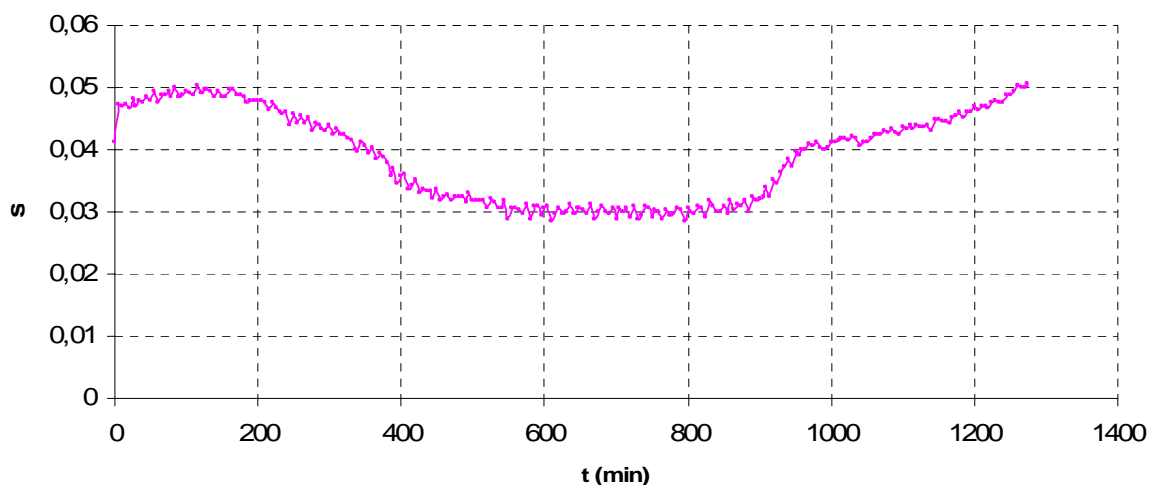
Figur 13: Definition av derivata

Nedan beskrivs den numeriska metoden för framtagning av förskjutningen mellan kurvorna. Tabellen är en beskrivning av det resultat som erhålls i figur 14 nedan. Analysen har körts i Microsoft Excel 2002.

| Tidsförskjutning (t/min) | 0 min | 5 min | 10 min | 15 min | j min |
|--|---|---|---|---|--|
| Standardavvikelse (s/dim. löst) | $\sqrt{\frac{j \sum A^2 - (\sum A)^2}{i(i-1)}}$ | $\sqrt{\frac{j \sum B^2 - (\sum B)^2}{i(i-1)}}$ | $\sqrt{\frac{j \sum C^2 - (\sum C)^2}{i(i-1)}}$ | $\sqrt{\frac{j \sum D^2 - (\sum D)^2}{i(i-1)}}$ | ... osv |
| Derivata uträkn. ($\Delta T_{2-3}'(t)$ / ($^{\circ}C/min$)) | Kolumn A | Kolumn B | Kolumn C | Kolumn D | ... osv |
| Rad 1 | (T2,1-T2,2)- (T3,1-T3,2) | (T2,1-T2,2) - (T3,6-T3,7) | (T2,1-T2,2)- (T3,11-T3,12) | (T2,1-T2,2)- (T3,16-T3,17) | ... osv |
| Rad 2 | (T2,2-T2,3)- (T3,2-T3,3) | (T2,2-T2,3)- (T3,7-T3,8) | (T2,2-T2,3)- (T3,12-T3,13) | (T2,1-T2,2)- (T3,17-T3,18) | ... osv |
| Rad 3 | (T2,3-T2,4)- (T3,3-T3,4) | (T2,3-T2,4)- (T3,8-T3,9) | (T2,3-T2,4)- (T3,13-T3,14) | (T2,3-T2,4)- (T3,18-T3,19) | ... osv |
| Rad i | (T2,i-T2,i+1)- (T3,i+1- T3,i+(0+1) | (T2,i-T2,i+1)- (T3,i+1- T3,i+(5+1) | (T2,i-T2,i+1)- (T3,i+1- T3,i+(10+1) | (T2,i-T2,i+1)- (T3,i+1- T3,i+(15+1) | (T2,i- T2,i+1)- (T3,i+1- T3,i+(j+1) |

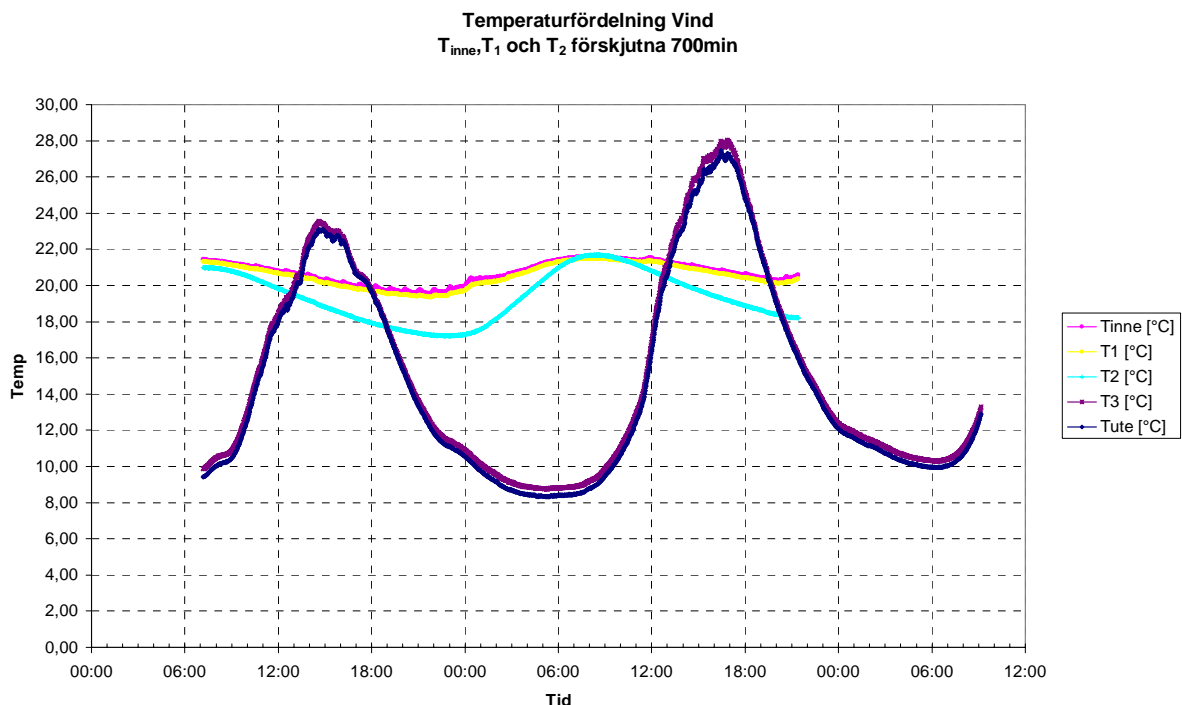
Tabell 2: Numerisk beskrivning av förskjutning

Nedan följer resultatet av en förskjutningsanalys för vinden,



Figur 14: Numerisk beskrivning av förskjutning

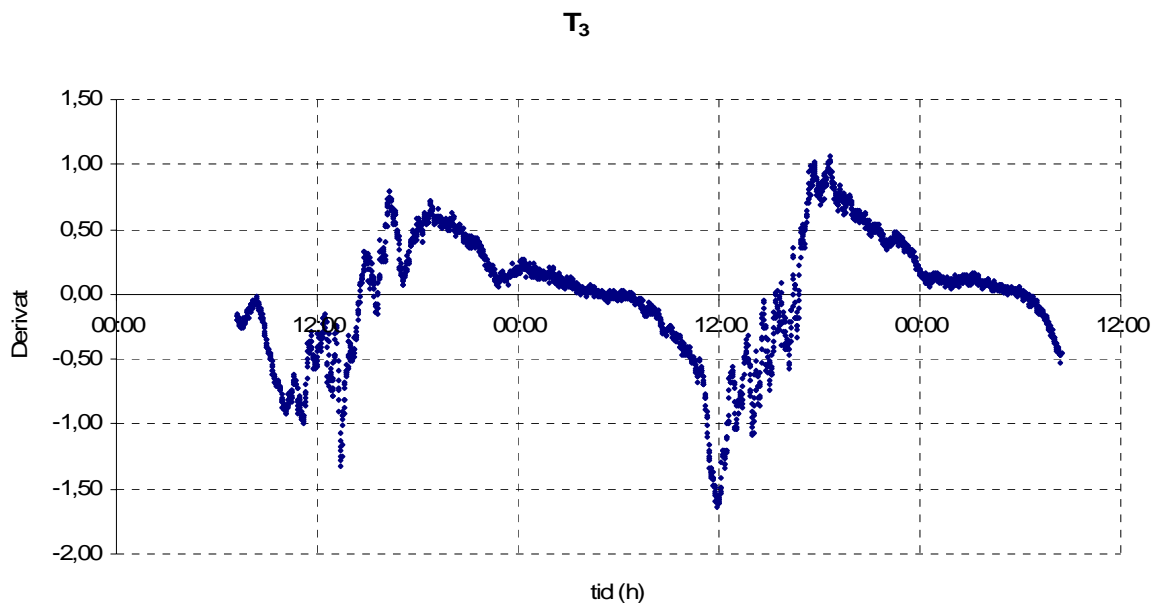
Ur ovanstående figur utläses att den minsta standardavvikelsen föreligger mellan 600-800 min. Detta skulle innebära att en temperaturskillnad på ex. 1 grad utomhus skulle ta 10-13 h innan det skulle märkas på insidan. Nedan (figur 15) presenteras resultatet från ovanstående analys av värmetrögheten.



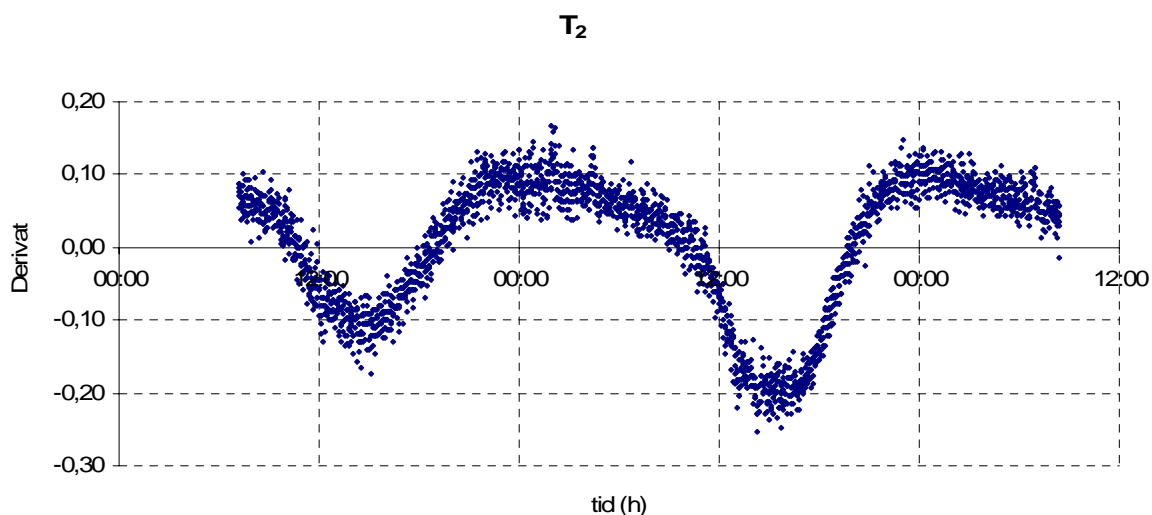
Figur 15: Förskjutning map standardavvikelse

Förslag på lösning nr 2

Genom att studera kurvorna T_3 och T_2 i figur 11 och tidpunkterna när deras derivata är noll kan kurvornas förskjutning fås fram. Svårigheten är att ta fram den tidpunkt, för en mätserie, där derivatan är noll. När dessa tidpunkter är kända kan sedan förskjutningen av kurvorna beskrivas som skillnaden, i tid, mellan dessa tidpunkter. Genom att utnyttja ovan beskrivna definition av derivata kan mätvärdena omvandlas från $T(t)$ till $T'(t)$. Nedan redovisas resultatet.



Figur 16: Förskjutning av T_3 map noll-derivatan

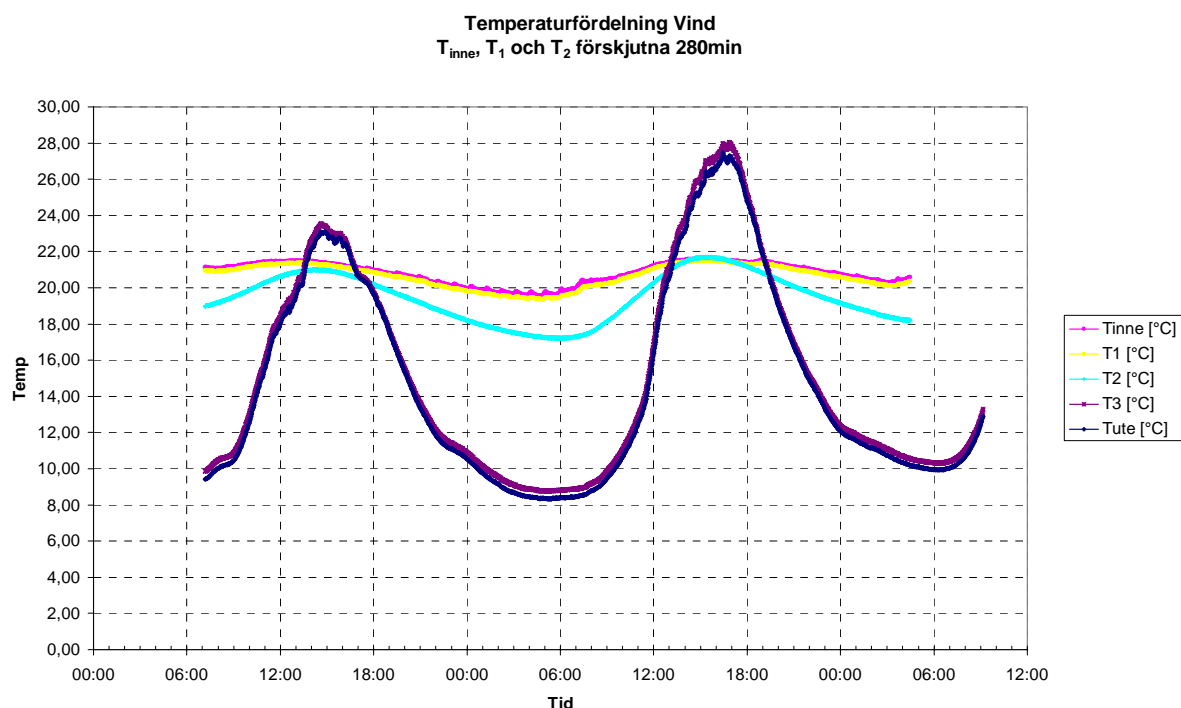


Figur 17: Förskjutning av T_2 map noll-derivatan

Genom att gå in och avläsa var respektive kurvas derivata skär x-axeln kan förskjutningen och värmetrögheten beräknas. Då spridningen är stor görs så många avläsningar som möjligt per mätresultat och ett medelvärde beräknas. I ovanstående mätning kan tre avläsningar göras med hjälp av den databehandling som gjorts i Microsoft Excel 2002. Resultatet redovisas i *tabell 3* och *figur 18*.

| T3 | T2 | Skillnad | |
|------------------|------------------|--------------|------------|
| | | h:min | min |
| 2005-04-13 15:00 | 2005-04-13 19:30 | 04:30 | 270 |
| 2005-04-14 05:00 | 2005-04-14 10:30 | 05:30 | 330 |
| 2005-04-14 16:30 | 2005-04-14 20:30 | 04:00 | 240 |
| Medel: | | 04:40 | 280 |

Tabell 3: Beräkning av temperaturförskjutningen för vinden

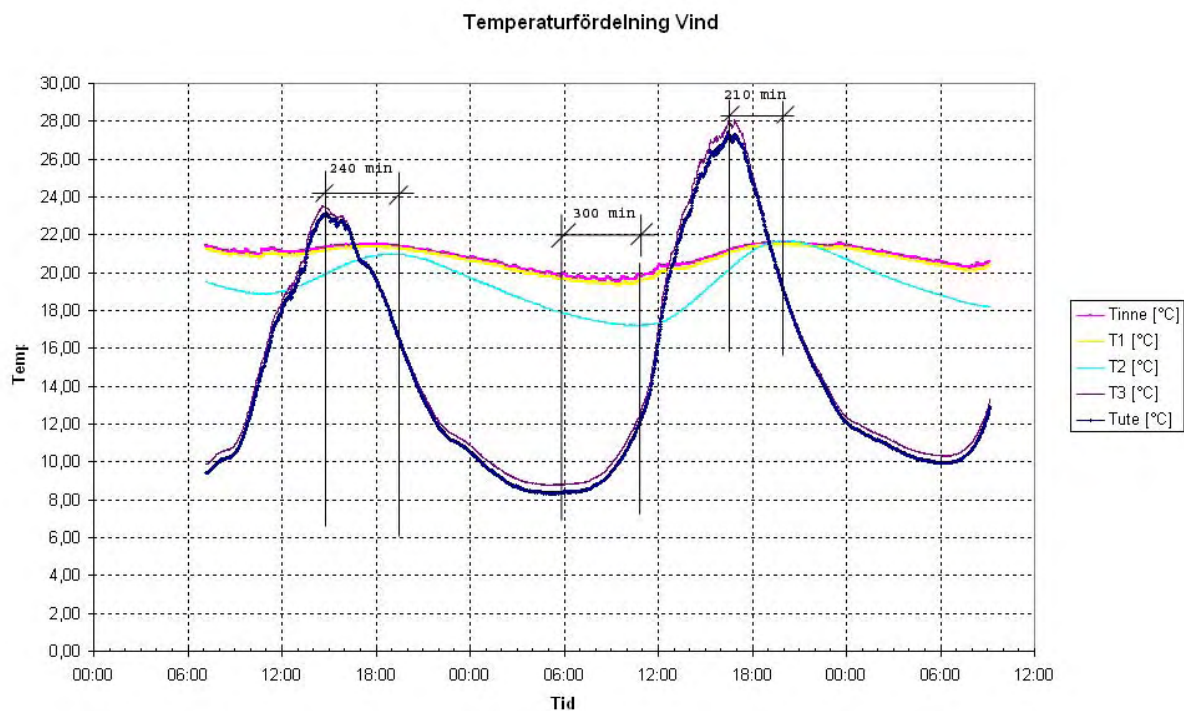


Figur 18: Förskjuten temperaturfördelning map noll-derivatan

Förslag på lösning nr 3

Genom att jämföra ovanstående två analyser på värmetrögheten kan det snabbt konstateras att noggrannheten i resultatet är mycket litet. Anledningen beror till största del på att mätvärdena består av 1000-tals momentana temperaturmätningar under en begränsad mätperiod (i detta fall två dygn) vilket gör det svårt att göra analytisk framtagning av värmetrögheten/förskjutningen. Noggrannheten är lika stor vid en manuell avlösning från temperaturkurvorna. Denna metod är dessutom resurssnål vilket gynnar direktivets ändamål. Ovanstående två analyser har dock redovisats för att beskriva möjligheterna och eventuellt underlätta andra liknande analyser där mätresultaten har mindre spridning. Den manuella

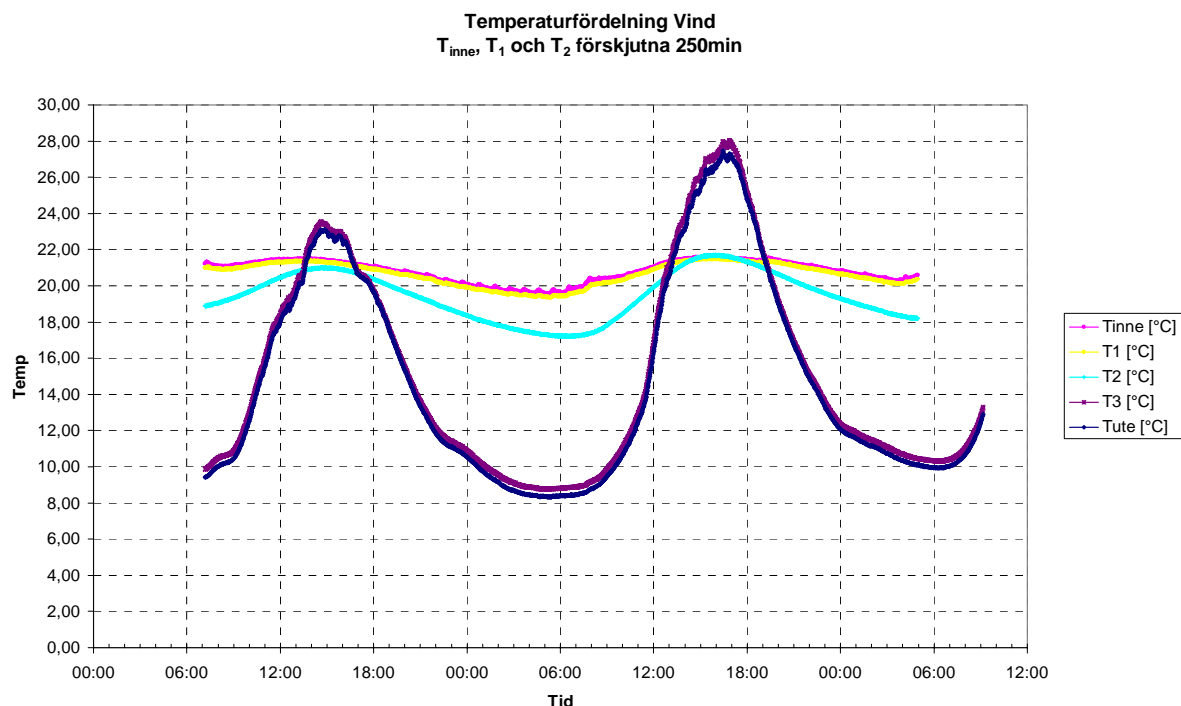
metoden kommer även att användas i fortsättningen av denna rapport. Nedan visas resultatet från vindmätningen.



Figur 19: Manuell analys av förskjutningen för Vindmätningen

| | T_3 | T_2, T_1 | Skillnad | |
|----|---------------|------------|--------------|------------|
| | | | h | Min |
| 1) | 15:00 | 19:00 | 04:00 | 240 |
| 2) | 05:30 | 10:30 | 05:00 | 300 |
| 3) | 17:00 | 20:30 | 03:30 | 210 |
| | Medel: | | 04:10 | 250 |

Tabell 4: Manuell analys av förskjutningen för Vindmätningen



Figur 20: Förskjuten temperaturfördelning manuell analys

4.1.3.4.3 Resultat

Uträkning av värmemotstånd (R_{vind})

Om temperaturfördelningen försummas att även vara periodisk över året, kan värmemotståndet (R) beräknas utifrån medeltemperaturen från mätserien. Det är dock viktigt att medelvärdet beräknas över hela perioder, dvs. 24h, 48h, 72h mm, annars avspeglas inte medeltemperaturen på korrekt sätt. Nedan presenteras resultatet utifrån vindmätningen. Medelvärdena är hämtade från mätserien som illustreras i figur 11.

| | |
|--------------------------|-----------|
| T _{inne, medel} | 20,9 [°C] |
| T _{1, medel} | 20,7 [°C] |
| T _{2, medel} | 19,5 [°C] |
| T _{3, medel} | 15,2 [°C] |
| T _{ute, medel} | 15,0 [°C] |

Tabell 5: Temperaturmedelvärde för vindmätningen

Värmemotståndet (R) kan sedan beräknas utifrån ovan givna resultat. Beräkningsförfarandet hämtas från teoriavsnittet ovan (ekv 6-15):

$$(Ekv 20) R_{vind, cellplast} = \frac{(T_2 - T_3) \cdot R_{cellplast}}{(T_1 - T_2)} \quad [m^2 \cdot K/W]$$

$$(Ekv 21) R_{vind, termomätare} = \frac{T_2 - T_3}{q_{vind, termomätare}} \quad [m^2 \cdot K/W]$$

Vilket ger resultatet,

| | |
|--------------------------------|----------------------------|
| $Q_{\text{vind,termomätare}}$ | 0,53 [W/m ²] |
| $R_{\text{vind,cellplast}}$ | 9,33 [m ² *K/W] |
| $R_{\text{vind,termomätare,}}$ | 8,07 [m ² *K/W] |

Tabell 6: Uppmätt värmemotstånd (R_{vind})

Om man utgår från hur konstruktionen är uppbyggd kan det teoretiskt beräknas ett förväntat värmemotstånd. Informationen till denna analys är inte alltid lätt då det kan vara svårt att veta hur konstruktionen ser ut. Studerat objekt, Mätaregränden 3, har dock noga dokumenterade ritningar och data. Dessa är presenterade i kap 2 *Beskrivning av studerat hus* och aktuella data för vinden visas nedan.

Förväntade resultat,

| | Tjocklek (d)/m | Värme- konduktivitet (λ)/(W/mK) | Värmemotstånd (R)/(W/m ² K) |
|---------------------------|-------------------|---|---|
| Underpanel av råspont | 0,017 | 0,14 | 0,12 |
| Papp, diff. Tät | | | |
| Mineralullsfilt+träreglar | 0,12 | 0,046 | 2,58 |
| Mineralullsmatta | 0,03 | 0,046 | 0,65 |
| | Summa: | | 3,35 |

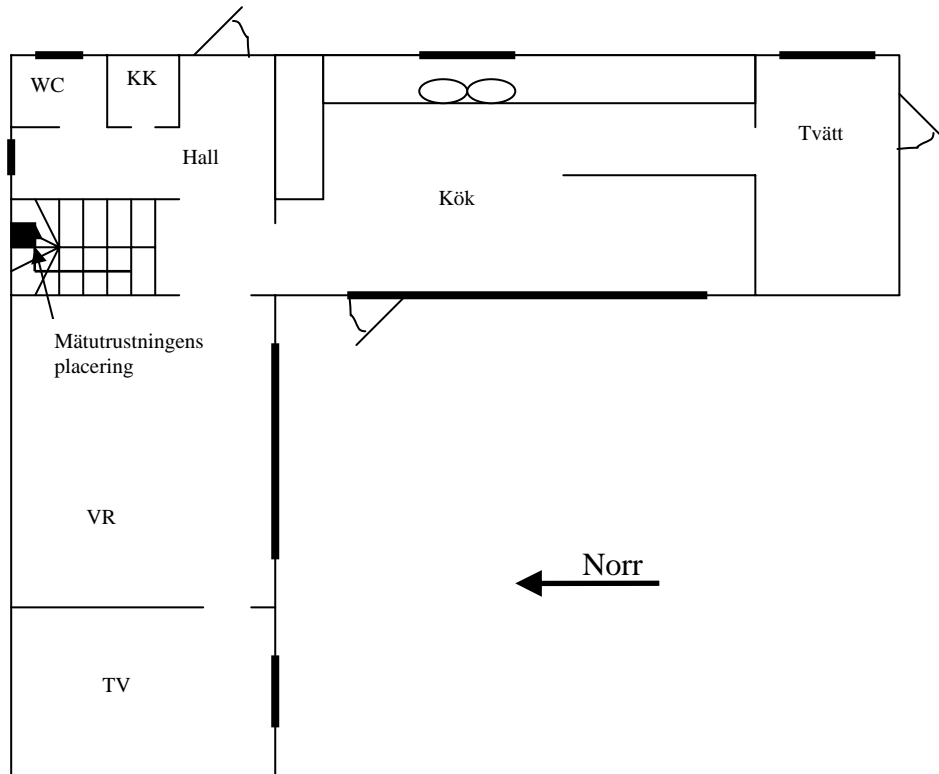
Tabell 7: Förväntat värmemotstånd (R_{vind})

Utifrån ovanstående resultat konstateras att väggen uppvisar ett betydligt högre värmemotstånd än vad det teoretiska, förväntade värmemotståndet är. Anledningarna till detta kan vara många. Några har förklarats under avsnitten 3.3.3 Metodernas för- och nackdelar. Dock är den största och mest troliga anledningen till differensen det antagande som gjordes innan försöket, att värmeflödet är endimensionellt. Värmen går den lättare vägen genom vindskonstruktionen vilket är bredvid cellplastskivan. Mätaren som är monterad mot vindsbjälklaget medför nära en fördubbling av värmemotståndet ($R_{\text{cellplast}} \approx 2,6 \text{ W/m}^2\text{K}$). Detta gör att flödesmätaren registrerar ett lägre värmefflöde vilket resulterar i ett högre uppmätt värmemotstånd (R_{vind}) i konstruktionen.

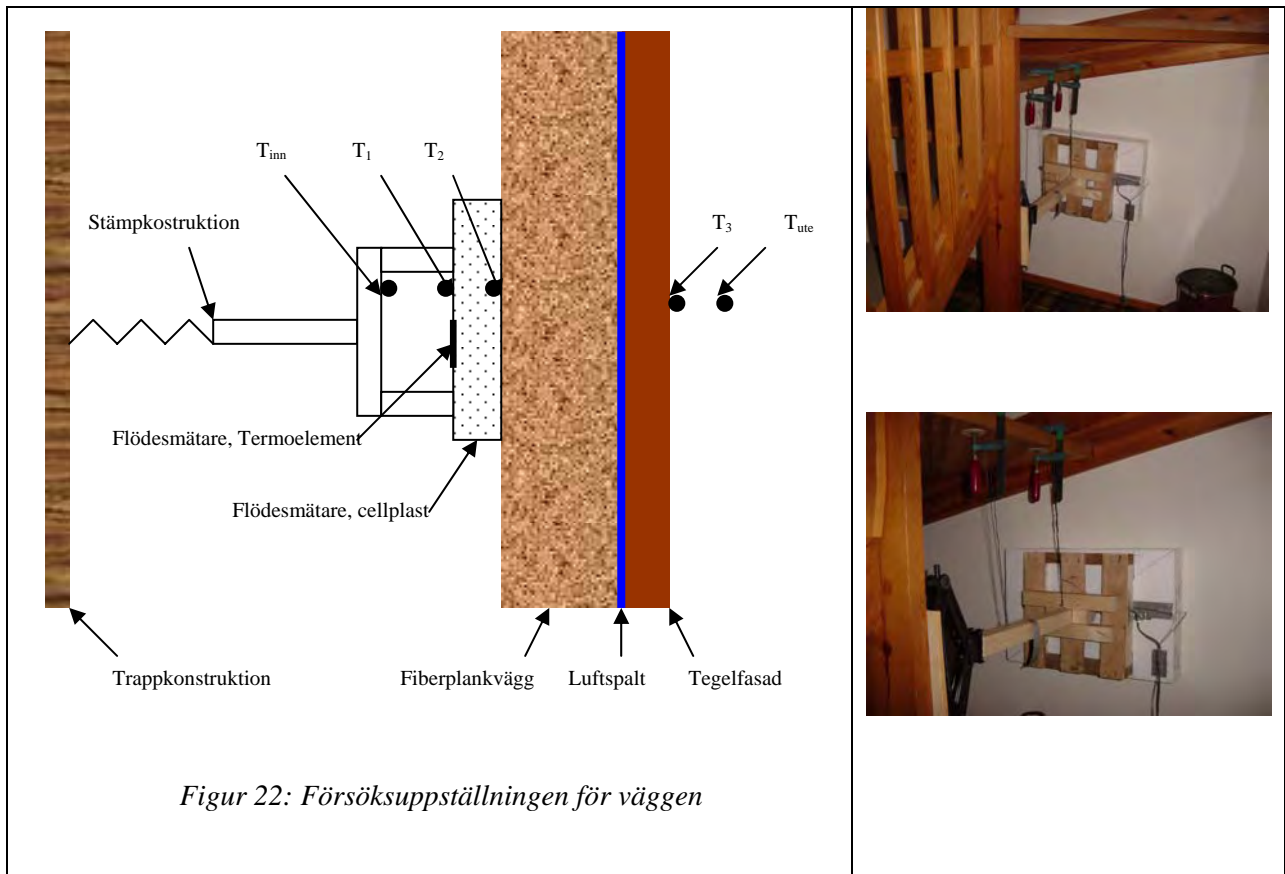
4.1.3.5 Vägg

4.1.3.5.1 Utförande

Värmefflödesmätningen på väggkonstruktionen kantades av många frågetecken och utmaningar inför utförandet. Den största utmaningen var att anbringa en utrustning som väger nära 10kg och som inte får förstöra underlaget eller resterande omgivning. Utrustningen skulle även placeras på sådant ställe att det minimalt påverkas av dess omgivning. Efter noggrannare studier på plats och på ritningar hittades en tänkbar mätpunkt (se figur 21 nedan). För att minimera åverkan på inredning och ytor konstruerades en stämpkonstruktion som genom att utnyttja trappans bärande mittpelare kunde anbringa mätutrustningen med ett lättare tryck mot väggen insida. Figur 22 visar försökupställningen för väggmätningen. I övrigt kopplades termoelementen på samma sätt som för vindmätningen. Termoelementen för mätningen av utetemperaturen drogs genom ett intilliggande fönster.



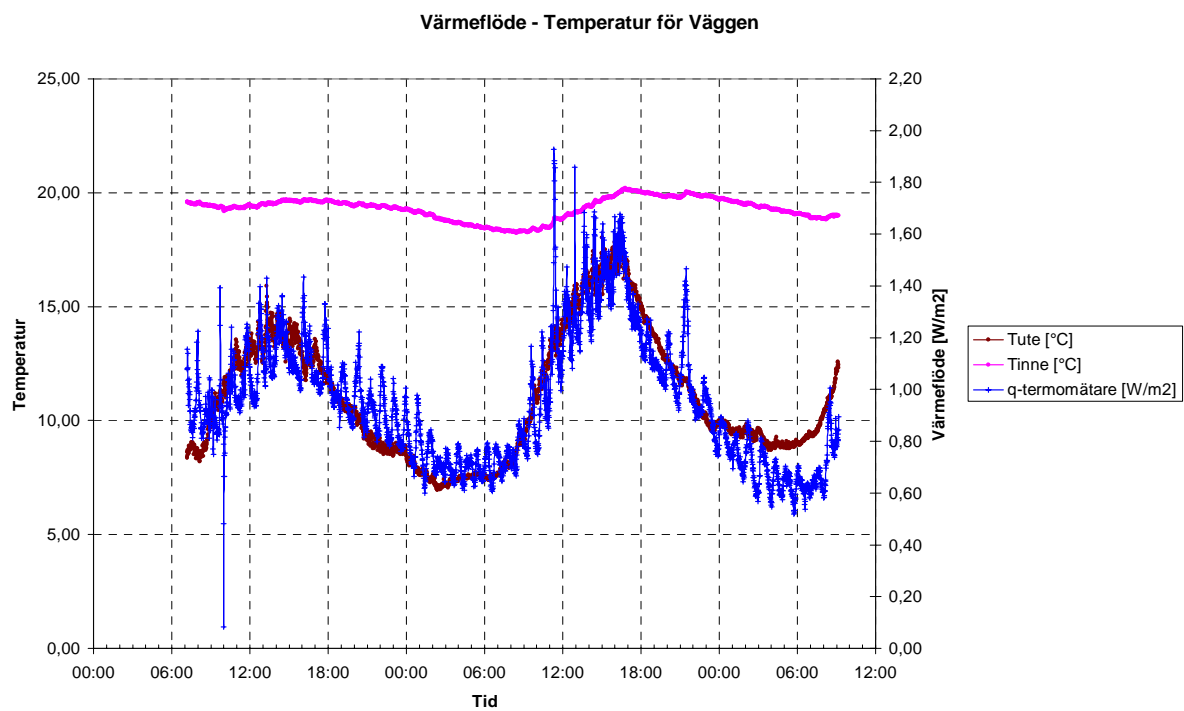
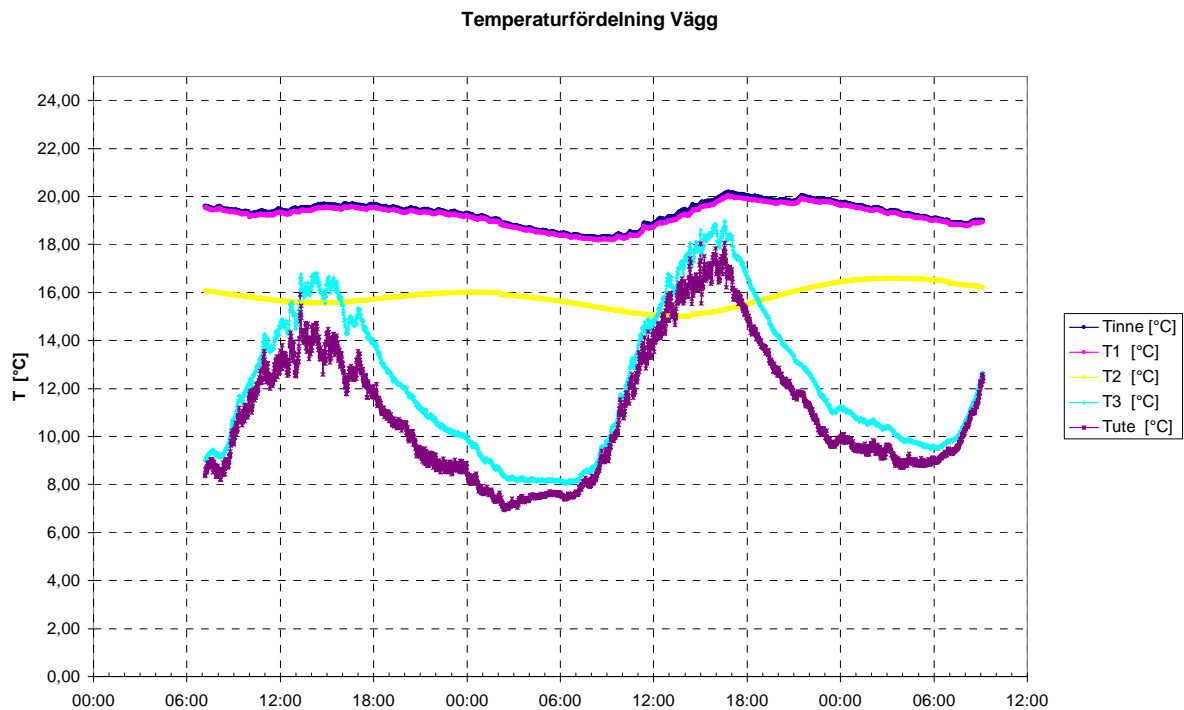
Figur 21: Planritning med vägmätutrustningens placering



Figur 22: Försökupställningen för väggen

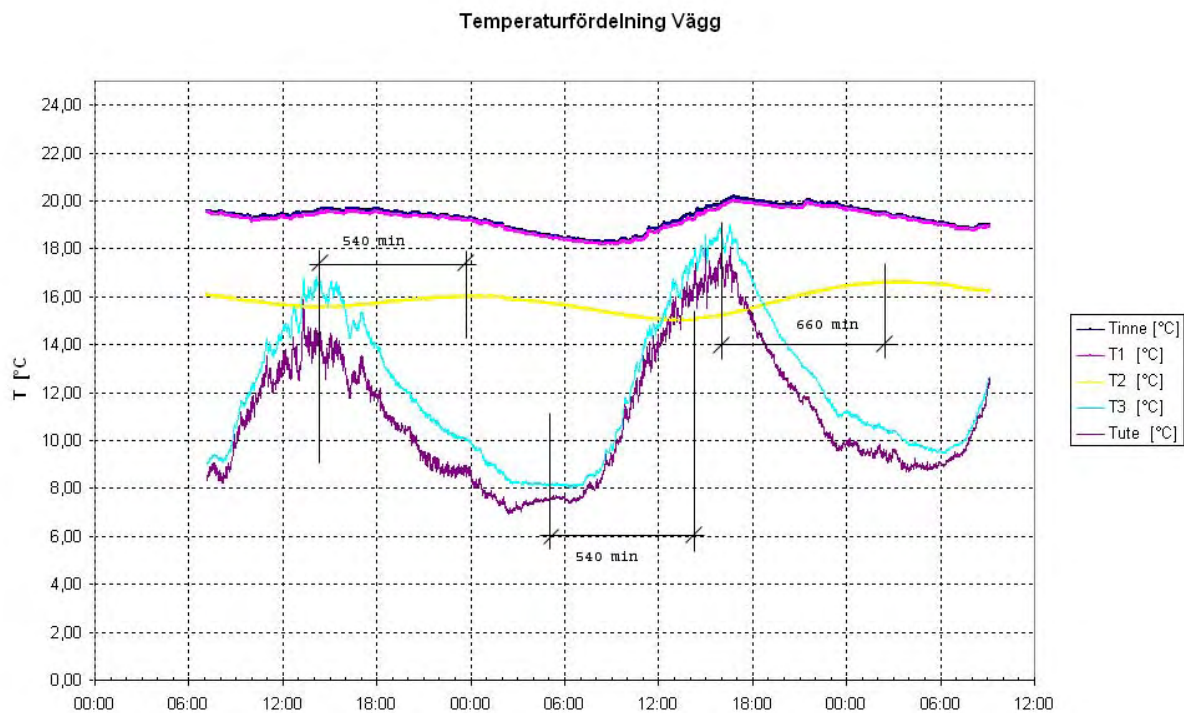
4.1.3.5.2 Analys

Nedan följer, grafiskt illustrerat, resultatet från mätningarna som gjordes.



Analys av figur 23 Temperaturfördelning Vägg

En noggrann och systematisk redovisning av olika typer av analysmetoder har gjorts vid analysen av vinden. I den beskrivs svårigheterna och de felkällor som avgör val av analysmetod. Då väggmätningen är utförd med samma typ av utrustning så kommer här enbart den förenklade och, för denna rapport, mest lämpade metoden att tillämpas; medelvärden beräknade under hela perioder (24h, 48h, 72h mm). Nedan redovisas den förenklade metoden för att ta fram värmetrögheten för väggen.

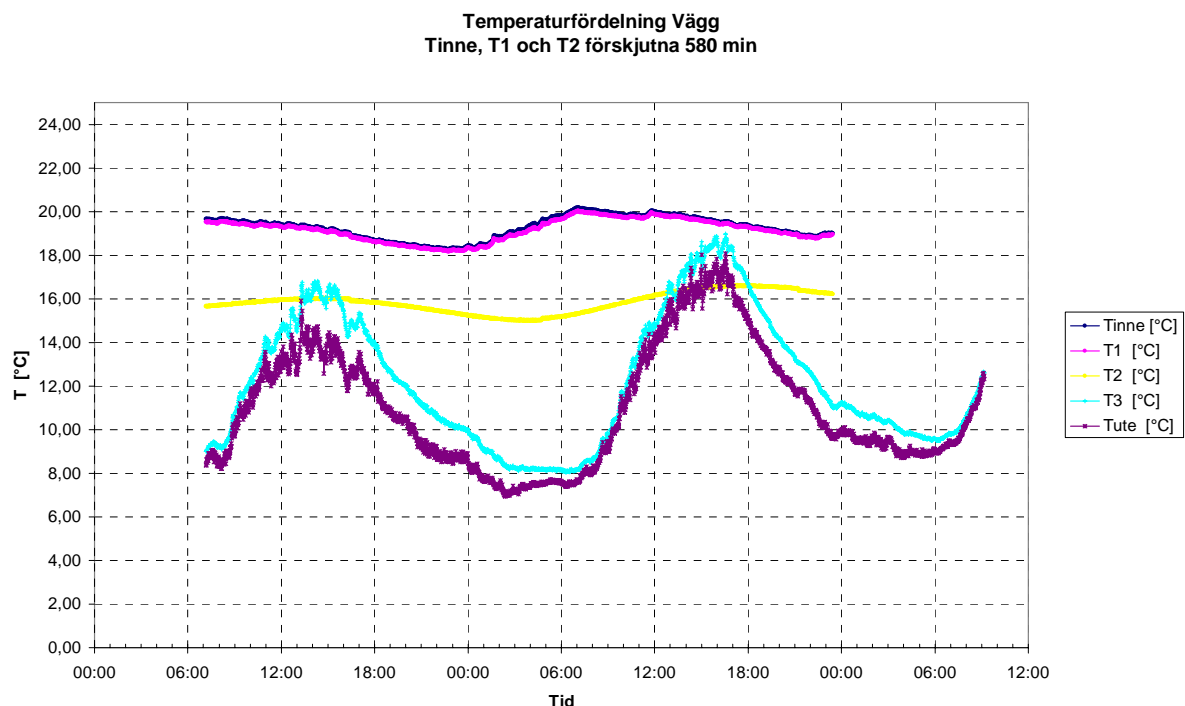


Figur 25: Manuell analys av förskjutningen för Väggmätningen

Manuellt avläst

| | T ₃ | T ₂ , T ₁ | Skillnad | |
|----|----------------|---------------------------------|--------------|------------|
| | | | h | Min |
| 1) | 15:00 | 00:00 | 09:00 | 540 |
| 2) | 05:00 | 14:00 | 09:00 | 540 |
| 3) | 16:00 | 03:00 | 11:00 | 660 |
| | Medel: | | 09:40 | 580 |

Tabell 8: Manuell analys av förskjutningen för Väggmätningen



Figur 26: Förskjuten temperaturfördelning map manuell analys

Det kan konstateras att värmetrögheten är nära dubbelt så stor som för vinden. Största orsaken till detta är att väggen består av en tegelfasad som har stor värmekapacitet (c).

4.1.3.5.3 Resultat

Uträkning av värmemotstånd ($R_{vägg}$)

Beräkning av medelvärden utifrån mätserien redovisad i figur 23;

| | |
|--------------------------|-----------|
| $T_{\text{inne, medel}}$ | 19,3 [°C] |
| $T_{1, \text{medel}}$ | 19,2 [°C] |
| $T_{2, \text{medel}}$ | 15,8 [°C] |
| $T_{3, \text{medel}}$ | 12,3 [°C] |
| $T_{\text{ute, medel}}$ | 11,6 [°C] |

Tabell 9: Temperaturmedelvärde för väggmätningen

$$(Ekv 22) R_{\text{vägg, cellplast}} = \frac{(T_2 - T_3) \cdot R_{\text{cellplast}}}{(T_1 - T_2)} \quad [m^2 \cdot K/W]$$

$$(Ekv 23) R_{\text{vägg, termomätare}} = \frac{T_2 - T_3}{q_{\text{termomätare}}} \quad [m^2 \cdot K/W]$$

Vilket ger resultatet,

| | |
|-------------------------------|----------------------------|
| $Q_{\text{vägg,termomätare}}$ | 0,96 [W/m ²] |
| $R_{\text{vägg,cellplast}}$ | 2,73 [m ² *K/W] |
| $R_{\text{vägg,termomätare}}$ | 3,69 [m ² *K/W] |

Tabell 10: Uppmätt värmemotstånd ($R_{\text{vägg}}$)

Förväntade resultat;

| | Tjocklek M | λ ($^{\circ}$) W/mK | R m ² *K/W |
|------------------------------|---------------|----------------------------------|--------------------------|
| ½ stens fasadtegel | 0,12 | 0,70 | 0,2 |
| Luftspalt | 0,03 | 0,026 | |
| Papp AC 150/200, icke diffät | - | - | - |
| Fiberplank | 0,1 | 0,078 ³⁵ | 1,28 |
| Papp YAC 400/150, diffät | - | - | - |
| Porös träfiberskiva | 0,013 | 0,05 | 0,26 |
| | | Summa: | 1,74 |

Tabell 11: Förväntat värmemotstånd ($R_{\text{vägg}}$)

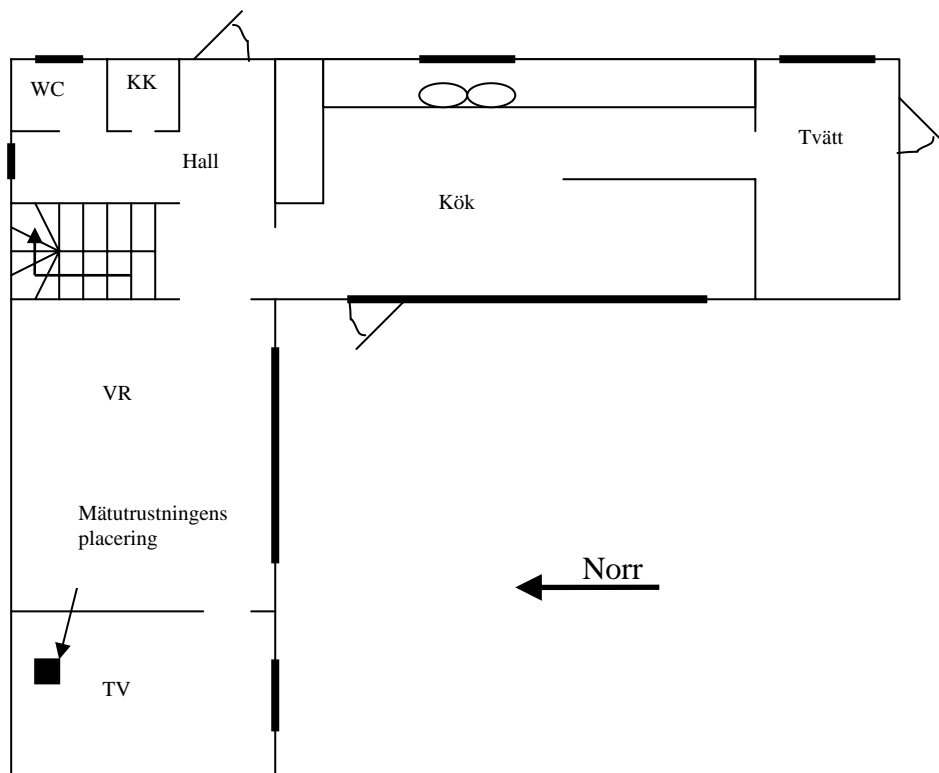
Samma slutsats kan dras även här som vid analysen av vind-mätningarna.

4.1.3.6 Grund

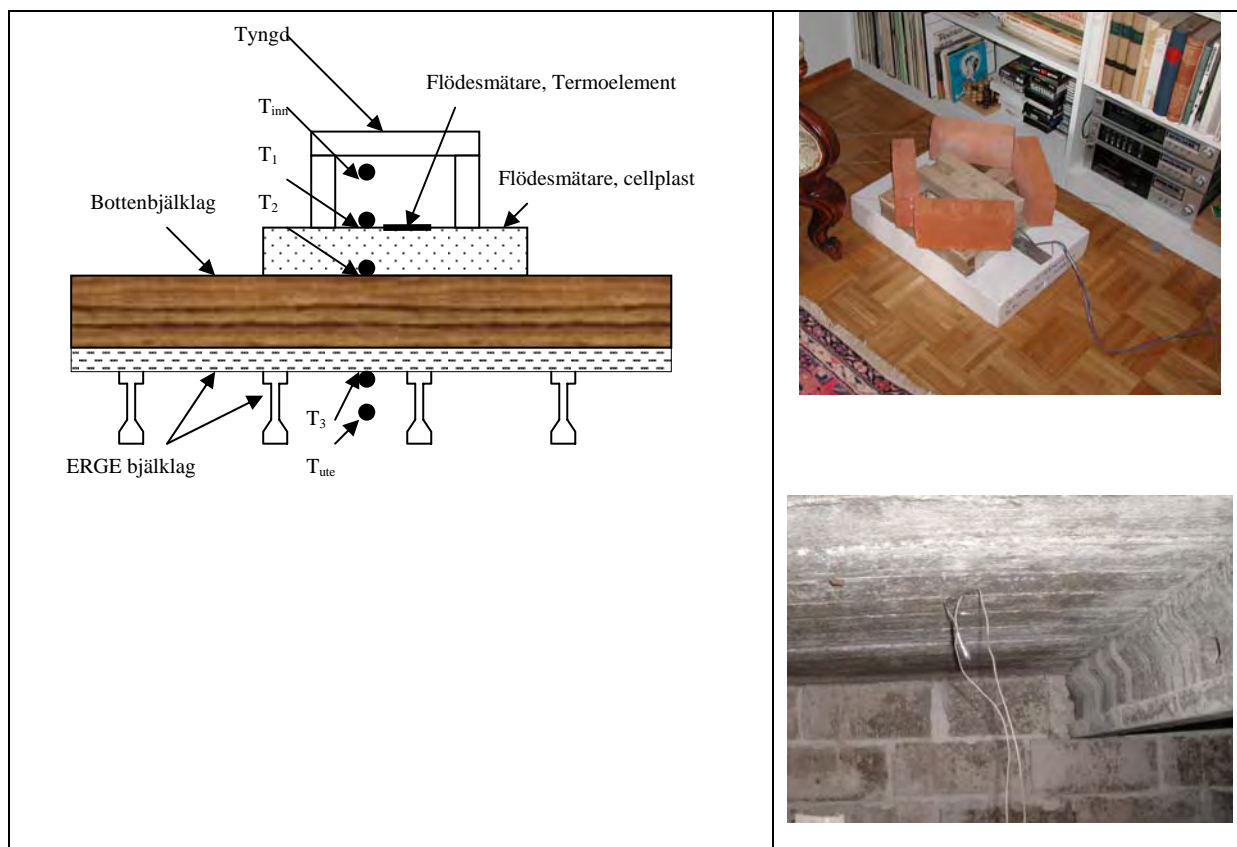
4.1.3.6.1 Utförande

För att kunna analysera mätvärdena krävs en temperaturskillnad över konstruktionen. Därför behöver krypgrunden vara åtkomlig för att kunna montera termoelementen på båda sidorna av mätobjektet. Värmefflödesmätningen på grundkonstruktionen fick utföras på en grannfastighet då Mätaregränden 3 inte hade någon tillgänglig krypgrund. Fastigheterna skiljer sig inte åt i konstruktionen av krypgrunden dock är inomhustemperaturen något olika varandra fast hänsyn tas till detta då värmemotståndet och värmetrögheten beräknas. Figuren under visar försöksuppställningen samt bilder på krypgrunden.

³⁵ Information hämtat från tillverkaren



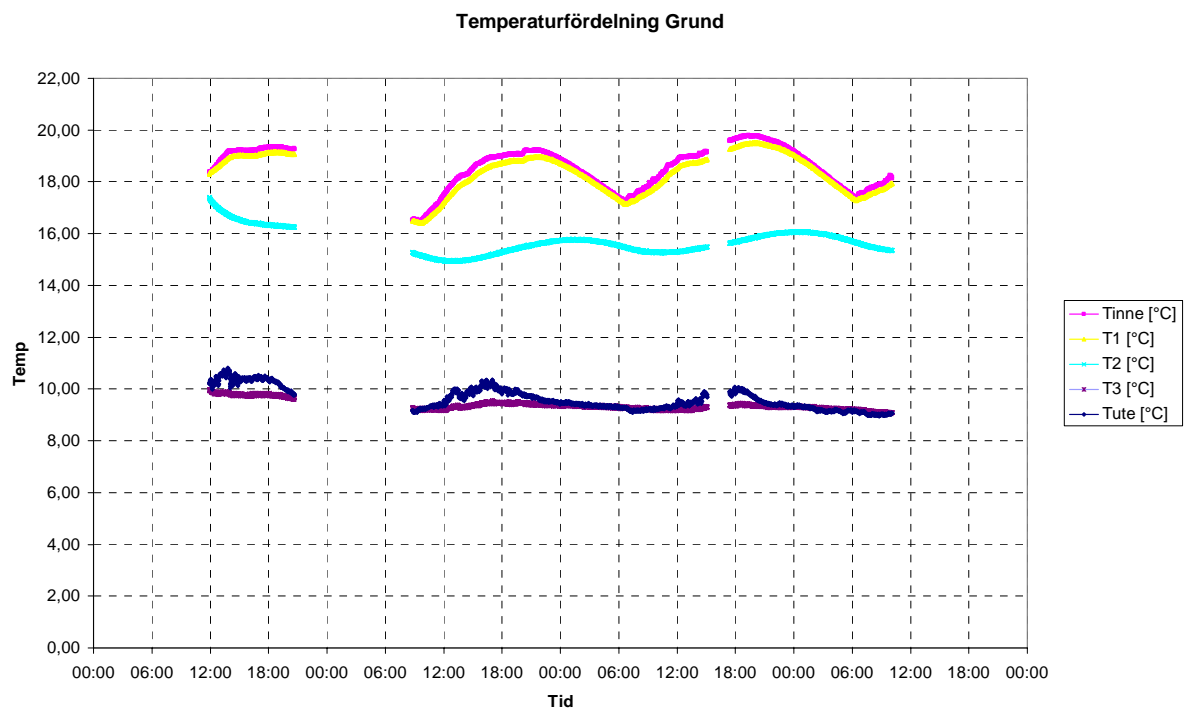
Figur 27: Planlösning med grundmätutrustningens placering



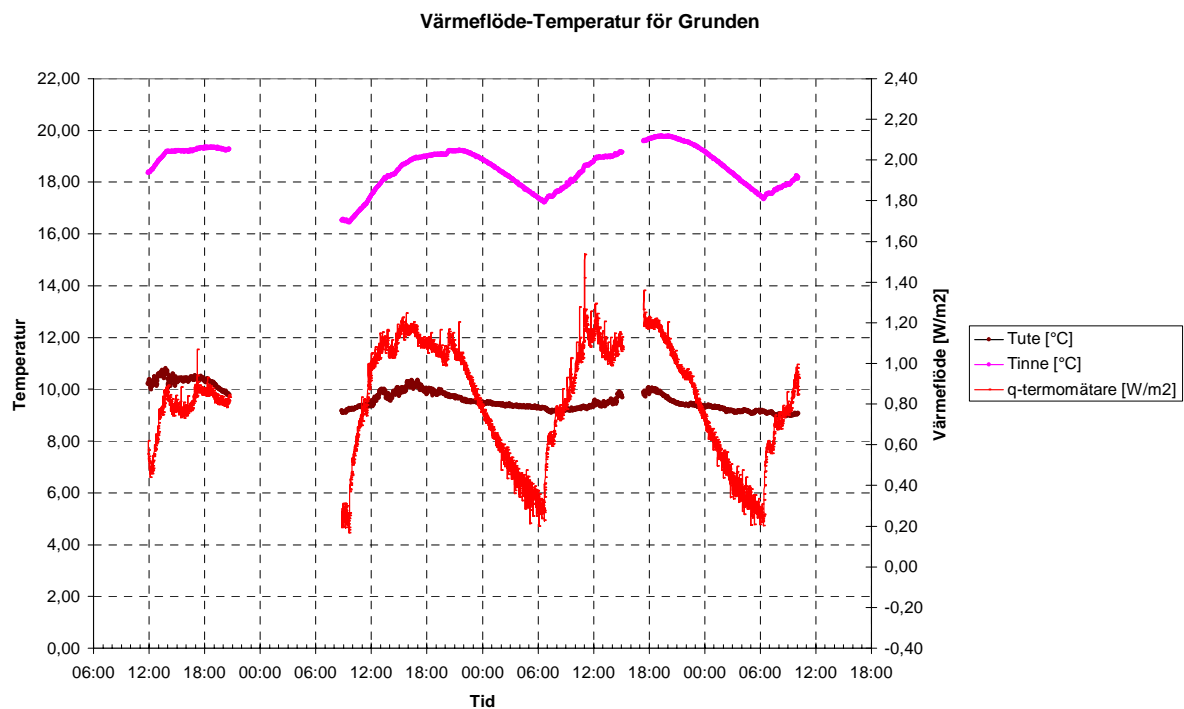
Figur 28: Försökupställningen för grunden

4.1.3.6.2 Analys

Nedan följer, grafiskt illustrerat, resultatet från mätningarna som gjordes.



Figur 29: Temperaturfördelning Grund



Figur 30: Värmefflöde-Temperatur för Grund

Analys av figur 29 Temperaturfördelning Grund

Som framgår i figurerna ovan finns där tidpunkter då det inte finns några mätvärden. Orsaken till detta är att programvaran till ImpLog avbrutit mätningen av okänd anledning. Detta har försvårat och framför allt minskat noggrannheten i analysen av mätserien. Ytterligare en observation som kan göras utifrån ovanstående figurer är att T_{inne} och T_1 varierar mycket. Trolig orsak till detta är:

- Solens instrålning som värmer upp inomhustemperaturen.
- Värmeelementens reglertekniska finkänslighet, eller i detta fall icke finkänslighet.

Då temperaturfördelningen ser ut som den gör blir det svårt att analysera värmtrögheten för grundkonstruktionen. Anledningen till detta är att T_3 och T_{ute} är nära konstant vilket gör att temperaturförändringarna i kryppgrunden är väldigt svårt att följa och hänvisa till en temperaturförändring av T_2 . Ännu svårare blir det då inomhustemperaturen varierar som den gör i ovanstående fall. Värmtrögheten kan av denna anledning inte praktiskt mätas upp. Däremot kan det nämnas att då denna konstruktion består av betong, som har likvärdig värmekapacitet som tegelfasaden, bör värmtrögheten vara i storleksordningen med väggkonstruktionen.

Då medelvärdet på temperaturerna beräknas utifrån hela perioder (24h, 48h, 72h mm) kan, ur ovanstående mätserie, enbart medelvärdet beräknas över en period. Resultatet följer nedan.

4.1.3.6.3 Resultat

Uträkning av värmemotstånd (R_{grund})

Beräkning av medelvärden utifrån mätserien redovisad i figur 29;

| | |
|--------------------------|-----------|
| $T_{\text{inne, medel}}$ | 18,2 [°C] |
| $T_{1, \text{medel}}$ | 18,0 [°C] |
| $T_{2, \text{medel}}$ | 15,4 [°C] |
| $T_{3, \text{medel}}$ | 9,3 [°C] |
| $T_{\text{ute, medel}}$ | 9,5 [°C] |

Tabell 12: Temperaturmedelvärde för grundmätningen

$$(Ekv 24) R_{\text{grund, cellplast}} = \frac{(T_2 - T_3) \cdot R_{\text{cellplast}}}{(T_1 - T_2)} \quad [m^2 \cdot K/W]$$

$$(Ekv 25) R_{\text{grund, termomätare}} = \frac{T_2 - T_3}{q_{\text{termomätare}}} \quad [m^2 \cdot K/W]$$

Vilket ger resultatet,

| | |
|---------------------------------|----------------------------|
| $q_{\text{termomätare, medel}}$ | 0,80 [W/m ²] |
| $R_{\text{cellplast, medel}}$ | 6,07 [m ² ·K/W] |
| $R_{\text{termomätare, medel}}$ | 7,56 [m ² ·K/W] |

Tabell 13: Uppmätt värmemotstånd (R_{grund})

Förväntade resultat;

| | Tjocklek (m) | λ ((W/mK) | R ($m^2 \cdot K/W$) |
|---|-----------------|-----------------------|--------------------------|
| ERGE-bjälklag | | | |
| Betongplatta | 0,035 | 1,7 | 0,021 |
| Mineralullsfilt+träreglar (uppreglat cc 600) | 0,08 | 0,046 | 1,72 |
| Spånskiva | 0,022 | 0,12 | 0,18 |
| Parkettbrädor | 0,015 | 0,14 | 0,11 |
| | | Summa: | 2,03 |

Tabell 14: Förväntat värmemotstånd (R_{grund})

4.1.4 Sammanfattning av resultaten

| | Förväntat värde, R ($m^2 \cdot K/W$) | $R_{cellplast}$ ($m^2 \cdot K/W$) | $R_{termomätare}$ ($m^2 \cdot K/W$) |
|--------------|--|-------------------------------------|---------------------------------------|
| Vindmätning | 3,35 | 9,33 | 8,07 |
| Väggmätning | 1,74 | 2,73 | 3,69 |
| Grundmätning | 2,03 | 6,07 | 7,56 |

Tabell 15: Sammanfattande resultattabell över värmeflödesmätningen

Som beskrevs vid analysen av vindmätningen kan skillnaden mellan teoretisk och praktiskt värde på värmemotståndet i konstruktionen bero på att analysen föreskrev ett endimensionellt värmeflöde genom flödesmätarna. Med hänsyn till skillnaden av det förväntade och uppmätta värdet tyder detta antagande på att den största felkällan är det *icke* endimensionella flödet. Det höga värdet på värmemotstånden kan även, som beskrevs i kapitel 3.3.3, bero på att den konvektiva värmeöverföringen från rummet till väggen rubbas. Vid den ursprungliga släta väggytan kan laminärt luftflöde förutsättas, fast vid montage av värmeflödarutrustning rubbas detta luftflöde och blir med största sannolikhet turbulent. Turbulent luftflöde avger mindre värmeenergi än vad laminärt luftflöde gör.

4.2 Teoretiska beräkningar

Energidirektivets implementering på 1- och 2-familjshus kan innebära att energiprestandan ska beräknas utifrån objektets byggnadsfysikaliska egenskaper. Definitionen för energiprestanda, i lagens mening, lyder: ”den mängd energi som behöver användas i en byggnad för att uppfylla de behov som är knutna till ett normalt bruk av byggnaden under ett år” (SFS 2006:985 3 §). Vad som menas med ”normalt bruk av byggnaden” är inte helt lätt att definiera. I denna studie är objektet uppfört 1970. Det innebär att den byggnadsteknik som användes då och de material som objektet är uppbyggt av omfattades av dåvarande teknikutveckling, krav och egenskaper. För att göra en teoretisk beräkning av byggnadens energiprestanda måste klimatskalets ingående delars termiska egenskaper framtagas. Detta uppdrag är i vissa fall möjligt där det finns ingående handlingar om byggnadens uppbyggnad. Dock finns många byggnader som saknar dessa handlingar. Det kan vara att enbart typ av uppvärmning och ventilation, geometrin på husets ingående delar (golv, väggar, tak, fönster,

dörrar mm), samt vilken typ av fönster är känt. De material som är kända är ytskikten på in-/utsida vägg, golv, innertak och yttertak. Ovan nämnda förutsättningar är och kommer inte vara någon ovanlig syn för en energiexpert. För att i dessa fall göra en rättvis energideklaration krävs stor erfarenhet och i vissa fall en del detektivarbete. Det har blivit en del detektivarbete i denna studie för att nå fram till nedanstående indata.

4.2.1 VIP+ 3.0

Resultatet från en analys i VIP+ ger ett årsenergibehov uttryckt i $[\text{kW}/\text{m}^2]$ för bygganden. Detta resultat är motsvarigheten till direktivets *energiprestanda* om indata och funktionerna i programmet hanteras på ett korrekt sätt. Genom att föra in data på objektets byggnadsfysikaliska egenskaper, geometriska placering och brukaregenskaper kan husets energiprestanda beräknas. Programmet är anpassat till BBR 2002, dvs. de byggregler som gäller för nyproducerade byggnader. Dessa regler skiljer sig i vissa hänseenden från direktivets. En stor skillnad är följande: Vid nyproduktion av en byggnad måste huset energibehov vara mindre eller lika med ett så kallat referenshus. Referenshuset har liknande egenskaper som den byggnad som modulerats fast med standardmässigt framtagna driftdata, brukarbeteende samt olika byggnadsdelars värmetekniska egenskaper. Årsenergibehovet för referenshuset beräknas och presenteras parallellt med studerat objekt. Då VIP+ 3 är framtaget för BBR 2002 kommer alltid detta referenshus presenteras när energianalyser görs av olika objekt. Värdet på detta referenshus ska dock ej blandas ihop med direktivets definition av referenshus som behandlas på ett helt annat sätt. Hur direktivet behandlar framtagandet av värdet för referenshus presenteras senare i rapporten. En annan skillnad är programmets definition av area som baseras på bruksarea vilket beskrivs i SS 021052. Direktivet använder sig av uppvärmd area, som framöver kallas bostadsarea (enligt WSP Invironments rapport ”Referensvärden för småhus”, Samlingsdokument – referensvärden: Underlagsrapporter för att ta fram referensvärden för energianvändning i befintliga småhus, flerbostadshus och lokaler. ISBN: 91-7147-959-7, 2006). Skillnaden är inte mycket mellan dessa definitioner men för stora komplicerade byggnader kan skillnaderna vara stora. För 1- och 2-familjshus innebär direktivets definition att ytan generellt blir större då fler ytor tas med (trapphus, garderober mm). Vid ovanvåning med snedtak tas hela golvytan med i direktivets mening och inte som i definitionen för bruksarea där avdrag görs på golvytan beroende på avståndet från golv till tak. Ovanstående skillnader är lätta att ta hänsyn till men är viktiga att känna till. Nedan följer presentation och förklaringar till det indata som användes för studerat objekt och resultatet av analysen.

4.2.1.1 Indata

Bostadsarea, definierat enligt direktivet

| | |
|---------------|--------------------|
| Bottenvåning: | 58 m ² |
| Ovanvåning: | 58 m ² |
| Vardagsrum: | 44 m ² |
| Summa: | 159 m ² |

Skalfaktor ventilation

| | |
|-------------------|-------------------------|
| Bottenvåning: | 139 m ³ |
| Ovanvåning: | 139 m ³ |
| Vardagsrum: | 100 m ³ |
| Omsättning/h (n): | 0,5 ³⁶ oms/h |
| Summa volym: | 378 m ³ |

Beräkning av varmvattenförbrukning

| | | |
|---------------------------|--|--------------------------------------|
| Årsförbrukning av vatten: | | 40 m ³ |
| Varmvatten: | $V = 1/3 \cdot \text{Årsförbrukningen}^{37}$ | =13 m ³ |
| T _{in} : | | 7 °C |
| T _{ut} : | | 40 °C |
| Energianvändning: | $E = \Delta T \cdot 1,16 \cdot V$ | =510 kWh/år =0,4 W/m ² |

Beräkning av Processenergin

| | | |
|----------------------------------|--|----------------------|
| Mängd hushållsel ³⁸ : | $E_{el} = 530 + A_{temp} \cdot 12 + B \cdot 690$ | kWh/år |
| Uppvärmad yta: | $A_{temp} =$ | 159 m ² |
| Antal pers: | $B =$ | 2 Pers |
| Verkningsgrad: | $n =$ | 80 % |
| Processenergi: | $E_{process} =$ | 763,6 kWh/år |
| Processenergi: | | 0,5 W/m ² |

Driftsdata

| | | |
|---|------------------|-------|
| Högsta acceptabla temp innan vädring sker | T _{max} | 24 °C |
| Lägsta acceptabla temp inomhus | T _{min} | 20 °C |

Tabell 16: Indata till VIP+

Ovanstående information behövs för att beskriva objektets övergripande geometri och driftinformation. Arean och volymen är uppmätt från existerande ritningar.

Ventilationsgraden är hämtat från det praktiskt tillämpbara värdet 0.5 oms/h.

Varmvattenförbrukningen är hämtat från levererat kommunalt vatten till fastigheten samt en

³⁶ Enligt resultat från kap 4.1.1 ovan

³⁷ Villa '95 ett yt- och energisnålt enfamiljshus, Li Lövehed, ISSN 1103-4467, KFS AB, Lund 1995

³⁸ Titel: Samlingsdokument – referensvärden: Underlagsrapporter för att ta fram referensvärden för energianvändning i befintliga småhus, flerbostadshus och lokaler. Utgivare: Boverket maj 2006. ISBN: 91-7147-959-7

schablonmetod för att beräkna energiförbrukningen av varmvatten, hämtat från ”Villa ’95, ett yt- och energisnålt enfamiljshus, Li Lövehed”. Processenergin bygger på det faktum att alla hushållsapparater, all belysning och övriga elektriskt drivna apparater producerar värme som bidrar till uppvärmningen. Även här utgick beräkningen utifrån levererad elenergi samt en schablonmetod, från Boverket³⁹, för att beräkna processenergin.

Nästa steg är att bygga upp byggnadens klimatskal utifrån area, väderstreck, termiska egenskaper på klimatskalens respektive materiallager. Denna information hämtas till största del från ovanstående presentation av Mätaregränden 3. Här framgår materialens, vid tidpunkten för uppförandet, kända värden. Dessa kan i de flesta fall direkt tillämpas i VIP+ men vilka enheter och storheter som beskriver material bör med stor noggrannhet studeras. I vissa fall måste omräkningar göras och vissa fall bygga upp en fiktiv konstruktion som har den slutgiltiga egenskap som efterfrågas. Nedan följer de omräkningar och fiktiva uppbyggnader som behövdes för denna analys.

Speciella skikt i konstruktionen

| | d (mm) | λ (W/m ² *°C) | R (m ² *K/W) |
|--|--------------|-------------------------------------|--|
| Fasadtegelkonstruktion | | | 0,2 ⁴⁰ |
| vilket motsvarar: | | | |
| Tegel | 0,12 | 0,70 | 0,17 |
| Luft | 0,001 | 0,026 | 0,03 |
| Ventilerat yttertak av panel+papp | | | 0,25 ³⁸ |
| vilket motsvarar: | | | |
| Råspånt | 0,02 | 0,14 | 0,14 |
| Luft | 0,003 | 0,026 | 0,11 |
| Fönster kopplade, 1+1 glas | | | |
| Teoretiskt Ug | 0,36 | (m ² *K)/W | 2,80 ⁴¹ W/(m ² *K) |
| Babs 67 (R)= | | (2.40-2.70) | kcal/(m ² *h*°C) |
| Krypgrund | | | |
| Korrektionsfaktor ⁴² | | 0,75 | |
| Ventilationsgrad ⁴³ | | 4,00 | oms/h |

Tabell 17: Speciella skikt till VIP+

Korrektionsfaktorn för krypgrund används vid den virtuella uppbyggnaden av krypgrundens termiska egenskaper. Genom att bygga upp objektets verkliga konstruktion i VIP+ och sedan korrigera tjockleken på isoleringslagret ($d_{korr}=d_{verkl}/0,75$) kan hänsyn tas till det motstånd som en krypgrund ger relativt samma konstruktion som direkt utsätts för uteklimat. Största anledningen till storleken på korrektionsfaktorn beror på den underliggande markens värmelagrande förmåga. Tanken med korrektionsfaktorn är att gällande utetemperatur kan utnyttjas vid energiberäkningen. Viktigt är dock att solen inte direkt inverkar på värmebalansen i analysen. Detta kan åstadkommas genom att, i programmet, placera korrigerad krypgrund och golvbjälklag i nordlig riktning (skuggsidan på ett hus).

³⁹ Titel: Samlingsdokument – referensvärden: Underlagsrapporter för att ta fram referensvärden för energianvändning i befintliga småhus, flerbostadshus och lokaler. Utgivare: Boverket maj 2006. ISBN: 91-7147-959-7

⁴⁰ Värme och Fukt Kenneth Sandin

⁴¹ Värmeisolering och termiskt rumsklimat, Byggvägledning 8, Tabell 3:1

⁴² Byggt teknik DEL B Byggnadsfysik 1996 (sid 42), Gösta Hamrin

⁴³ BABS 67

Golvbjälklagets värmelagrande egenskaper (*värmekapaciteten* (c)) påverkas vid denna korrektion men genom att enbart justera värmeisoleringslagrets tjocklek påverkas värmekapaciteten minimalt. I verkligheten är utrymmet ventilerat med utomhusluft som med vindtryckets hjälp ventilerar utrymmet. Genom att studera de krav som, vid tidpunkten för uppförandet, gällde för ventilerad kryppgrund kan programmets funktion ”Sammanställa konstruktioner” en mer verklighetsbaserad modell av objektet studeras. Ovanstående studie har gjorts för detta objekt men har valts att inte redovisas här då resultatet ej skilde sig nämnvärt från det betydligt enklare förfarandet med en korrektionsfaktor. Vidare analyser och hänvisningar kommer därför att utföras på VIP+ modellen med korrektionsfaktorer.

En annan egenskap som är betydande för energiprestanda i en byggnad är klimatskalets värmekapacitet. Första beviset för detta visades i resultaten från värmeflödesmätningen ovan. Denna egenskap beskrivs i storheten *värmekapacitet* c ($Ws/kg \cdot K$). Denna enhet är lika viktig som *värmekonduktiviteten* λ ($W(m \cdot K)$). Skillnaden är att λ är ett materials momentana egenskap medan c mer beskriver materialets kontinuerliga eller levande egenskap. VIP+ tar hänsyn till denna egenskap och därför måste värden på klimtskalens olika materialskikts värmekapaciteter framtagas. Dessa redovisas ingående i kapitel 2 som beskriver huset ovan.

Då flödesmätningen i kapitlen ovan påvisade stor skillnad på förväntade värmemotstånd och uppmätta värmemotstånd kan det vara intressant att utifrån uppmätta värmemotstånd gör en VIP+ analys och jämföra den med verklig energiförbrukning. Då fältmätningen påvisade mycket bättre värmemotstånd än den teoretiska så måste indata modifieras för varje byggnadsdel som innefattas i klimatskalet. Samma metod som beskrivs ovan har valts vid modifiering av konstruktionens totala värmetekniska egenskap, dvs. enbart den del av konstruktionen som är minst ”värmetrög”. Nedan följer en sammanställning från kapitlet ovan samt den modifiering av indata som krävs.

Indata i VIP+

| Vindkonstruktion | Ursprunglig | | Modifierad | |
|---------------------------------|-------------|-----------------|------------|----|
| | tjocklek | mm | tjocklek | mm |
| Råspånt | 0,017 | | 0,017 | mm |
| Vent. Vindsutrymme | 0,003 | | 0,003 | mm |
| Mineralullsmatta | 0,030 | x2,56 | 0,077 | mm |
| Bjälklag (min. ull + träreglar) | 0,120 | | 0,120 | mm |
| Undertak av trä | 0,017 | | 0,017 | mm |
| $R_{FM,medel}$ | 8,70 | $m^2 \cdot K/W$ | | |
| $R_{förfväntat}$ | 3,40 | $m^2 \cdot K/W$ | | |
| Skillnad: | 2,56 | ggr | | |

| | Ursprunglig tjocklek mm | Modifierad tjocklek mm |
|-------------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Väggkonstruktion | | |
| Tegelfasad | 0,120 | 0,120 mm |
| Luftspalt | 0,001 | 0,001 mm |
| Fiberplank | 0,100 x1,89 | 0,189 mm |
| Porös träfiberskiva | 0,013 | 0,013 mm |
| $R_{FM,medel}$ | 3,21 $m^2 \cdot K/W$ | |
| $R_{förväntat}$ | 1,70 $m^2 \cdot K/W$ | |
| Skillnad | 1,89 ggr | |
| Grundkonstruktion | | |
| ERGE-bjälklag | 0,035 | 0,035 mm |
| Bottenbjälklag (Min. ull+trä) | 0,112 x3,41 | 0,382 mm |
| Spånskiva | 0,022 | 0,022 mm |
| Trägol | 0,015 | 0,015 mm |
| $R_{FM,medel}$ | 6,8 $m^2 \cdot K/W$ | |
| $R_{förväntat}$ | 2,0 $m^2 \cdot K/W$ | |
| Skillnad | 3,41 ggr | |

Tabell 18: Samanställning av indata till VIP+

I övrigt är det samma indata som beskrivs i början av kapitlet. Samtliga energianalyser hittas under bilaga 7 – VIP+ flödesmätarresultat och bilaga 8 – VIP+ teoretiska modellen. Nedan följer en sammanfattning från analyserna. Den information som är intressant ur ett energideklarationshänseende hittas under kolumnen ”Aktuellt Hus, aktuell drift”

4.2.1.2 Utdata

| Avgiven energi (kWh): | VIP+ Flödesmätarresultat | VIP+ Teoretiska modellen |
|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Transmission omslutningsytor: | 19566 | 24623 |
| Luftläckage: | 0 | 0 |
| Ventilation: | 6986 | 6937 |
| Tappvarmvatten: | 515 | 515 |
| Kylning: | 1002 | 883 |

| Tillförd energi (kWh): | VIP+ Flödesmätarresultat | VIP+ Teoretiska modellen |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Solenergi genom fönster: | 5351 | 5351 |
| Energiåtervinning värmepump: | 0 | 0 |
| Energiåtervinning värmepump: | 0 | 0 |
| Energiåtervinning solvärme: | 0 | 0 |
| Personenergi: | 0 | 0 |
| Processenergi: | 585 | 585 |
| Uppvärmning: | 22128 | 27013 |
| El komfortkyla: | 0 | 0 |
| Uppvärmning per golvarea: Energiprestanda (kWh/m ²) | 139 | 170 |

Tabell 19: Utdata VIP+

Den information som är intressant ur ovanstående tabell är bl.a. *transmission omslutningsytor*. Detta värde beskriver den energi som går genom golv, väggar och tak. Det är detta värde som dels är praktiskt framtaget samt teoretiskt beräknat. Andra intressanta variabler är *ventilationsförlusterna* samt *kylning*. *Ventilationsförlusterna* bygger på en ventilationsgrad på 0.5 oms/h. Skulle hänsyn tas till det framräknade normerade värdet på 1.1 oms/h skulle ventilationsförlusterna ha mer än fördubblats vilket skulle påverka den totala energiförbrukningen radikalt. Med *kylning* menas den energi som skapat en övertemperatur i huset, som måste vädras bort genom korsdrag eller liknande. Detta för att bibehålla behaglig inomhusmiljö, dvs. högst tillåtna temperaturen av 24°C.

Stora skillnader kan ses i tabell 19 ovan mellan den praktiska och den teoretiska modellen. Det skiljer nästan 5000kWh. Skillnaden kommer ifrån det modifierade klimatskalet som är framtaget utifrån resultatet från värmeflödesmätningen. Som diskuterats i föregående kapitel är utförd värmeflödesmätning inte helt rättvisande. Troligen deformeras det endimensionella flödet så mycket att resultatet från mätningarna inte helt stämmer överens med verkligheten.

4.3 Referensvärde

Boverket har i rapporten ”Samlingsdokument – referensvärden: Underlagsrapporter för att ta fram referensvärden för energianvändning i befintliga småhus” bett tre olika konsultföretag ta fram förslag på metoder för beräkning av referensvärden för småhus, flerbostadshus och lokaler. WSP Environmental har i denna rapport presenterat deras förslag på referensvärdesmetod för småhus. De har utgått från statistiskt material från SCB för att bestämma referensvärdet. Vissa analyser i VIP+ har utförts för att komplettera upp brister i det statistiska underlaget. Referensvärdet grundar sig på följande;

- byggnadsår,
- geografiskt läge (nord, syd),
- storlek,
- uppvärmningssystem, och
- husform (radhus, parhus eller fristående)

Vid analysen av det statistiska materialet från SCB har WSP tagit fram referensvärden för den undre kvartilen, övre kvartilen samt medianvärdet. Dessa motsvarar den statistiska spridningen för ett hus med ”dålig”, ”bra” och ”normal” energiprestanda. Det WSP rekommenderar att utgå ifrån är medianvärdet. Steg ett innebär att ett referensvärde tas fram utifrån husets storlek, geografiska placering och byggnadsåret (se Bilaga 9). Detta värde ska sedan korrigeras beroende på uppvärmningsform och husform, se tabell 20 nedan.

| Uppvärmningstyp/värmekälla: | Korrigeringsfaktor: |
|-------------------------------------|----------------------------|
| <i>Oljepanna</i> | <i>1.25</i> |
| <i>Biobränslepanna</i> | <i>1.5</i> |
| <i>Berg/jord eller sjövärmepump</i> | <i>0.33</i> |
| <i>Luftvärmepump</i> | <i>0.5</i> |
| <i>El</i> | <i>1</i> |

Tabell 20: Referensvärdestabell 1

| Husform: | Korrigeringsfaktor: |
|---------------------------------|----------------------------|
| <i>Fristående hus</i> | <i>1</i> |
| <i>Parhus eller gavelradhus</i> | <i>0.9</i> |
| <i>Radhus mitt</i> | <i>0.8</i> |

Tabell 21: Referensvärdestabell 2

Utifrån ovanstående information kan nu referensvärdet beräknas för Mätaregränden 3.

| | |
|--|--|
| Objekt: | Mätaregränden 3 |
| Storlek (A_{temp}) | >100 m ² (159m ²) |
| Geografiskt läge | Syd (Lund) |
| Byggnadsår | 1961-1970 (1969) |
| Referensvärde: | 100 kW/m² |
| Korrektionsvärde, uppvärmning | 1 (Direktverkande el) |
| Korrektionsvärde, hustyp | 1 (Fristående) |
| Korrigerat referensvärde: | =100*1*1= 100 kW/m² |

Tabell 22: Beräkningstabell av referensvärdet

Detta innebär att ett korrigerat medianreferensvärde för Mätaregränden 3 är 100 kW/m².

4.4 Åtgärdsförslag

EU:s ”Direktiv 2002/91/EG, om byggnaders energiprestanda” föreskriver att vid upprättandet av en energideklaration ska den oberoende energiexperten presentera ett eller flera åtgärdsförslag där syftet är att minska byggnadens totala energiförbrukning. Metoden att ta fram åtgärdsförslagen är upp till varje expert. Dock förutsätter regeringsutredaren att förslaget som lämnas är både energieffektivt och kostnadseffektivt. Detta innebär stora friheter för experten som kan utifrån rådande förhållande presentera ett förslag till byggnadsägaren som är skraddarsytt för studerat objekt men som även kan vara ekonomiskt realistiskt för byggnadsägaren. Direktivets syfte är att främja en utveckling som strävar efter mindre energikonsumtion för byggnader. I Sverige har detta resulterat bl.a. i regeringsutredningar, lagar och förordningar. Väldigt generellt kan regeringen styra brukarnas beteende genom tre metoder:

- 1: Information
- 2: Likvida styrmedel (bidrag mm)
- 3: Lagar och förordningar

Alla ovanstående metoder används för att implementera direktivet. En informationskampanj har under 2006 genomförts av Boverket, Statens Energimyndighet (STEM), Konsumentverket samt Naturvårdsverket. Syftet med kampanjen är att få brukarna, av olika byggnader, att minska energianvändningen i hemmen och samtidigt bidra till gott inomhusklimat och bättre miljö.

Likvida styrmedel kan vara rena bidrag som betalas ut för vissa energisparande åtgärder. Ofta är dessa medel kopplade till en förordning som beskriver kraven som måste uppfyllas för att pengar ska betalas ut.

Den sista metoden är ”Lagar och förordningar”. Nedan beskrivs tre typer av förordningar som direkt kan kopplas till denna rapportens studerade objekt. Ett tydligt och bra exempel på lagar är lagen, SFS 2006:985 Lagen om energideklaration av byggnader. Syftet med denna framgår i titeln och har beskrivits i tidigare avsnitt.

Då studerat objekt är uppvärmt av direktverkande el och av denna anledning inte har ett vattenburet distributionssystem, vattenburna radiatorer och utrustning för värmeackumulering blir åtgärdsförslagen något begränsade. Med ett befintligt vattenburet distributionssystem kan uppvärmningssystem lättare bytas ut (fjärrvärme, berg- eller jordvärmepump, biobränsle). Dock har huset stora potentialer att installera ett vattenburet system. Krypgrunden är ett möjligt ställe att förlägga distributionssystemet. Huset är redan utrustat med ett installationsschakt som sträcker sig från våning 1 till våning 2 där kall- och varmvatten ledningar och ventilationskanaler går. I detta schakt kan distributionen till våning 2 förläggas. Skrymmande ackumulatortank och andra installationer kan förläggas i det intilliggande uthuset. Som synes finns det möjligheter till konvertering dock med relativt stora ingrepp i byggnaden och relativt omfattande kostnader. Då ovanstående ingrepp anses av staten som en energimässigt viktig åtgärd har därför regeringen tagit fram ett antal förordningar som ska, med hjälp av likvida medel, stimulera liknande åtgärder. Nedan följer tre stycken förordningar som alla syftar till en energieffektivisering av en byggnad.

4.4.1 Förordning (2005:1255) om stöd för konvertering från direktverkande elvärme i bostadshus

Förordningen gör det möjligt att konvertera direktverkande elvärme till vattenburen värme där antingen fjärrvärme, berg-/jord-/sjövärmepump, biobränsle eller solen står som värmeproducent. Förordningen har dock vissa krav som måste uppfyllas för att kunna tillgodose sig det ekonomiska stöd som kan fås, som t.ex. vid anslutning av fjärrvärmenätet måste minst 70% av årsenergibehovet för uppvärmning av fastigheten täckas av fjärrvärme och hela uppvärmningen av tappvarmvattenförbrukningen ska tas från fjärrvärmen. Liknande krav gäller för konvertering till biobränsle. Dock tillkommer krav på utsläpp som måste godkännas av kommunen. För konvertering till värmepump krävs att efter konverteringen ska ej mer än 35 % av årsenergibehovet täckas av elenergi. Däremot ges ej stöd för luftvärmepumpinstallation. Vid installation av solvärmepaneler ges stöd om solfångaren uppfyller kraven och föreskrifterna som Boverket meddelar med stöd av förordningen (2000:287) om statligt bidrag till investeringar i solvärme, som beskrivs längre ned.

Storleken på stödet beror på omfattningen på arbetet med installationen och vilken uppvärmningstyp som valts. För fjärrvärme, berg-/jord-/sjövärmepump och biobränsle gäller att högst 10.000kr alt. 30 % av material och arbetskostnaden betalas ut med förutsättningen att inga nya utrymmen, som tidigare inte varit uppvärmda, förses med den nya typen av uppvärmningssystem. För solvärmeinstallation gäller att om solpanelen uppfyller kraven från Boverket och att solpanelens årliga energiproduktion beräknas utifrån föreskrifter från Boverket kan 2,50 kr/kWh av solfångaren årsenergiproduktion betalas ut. Dock högst 7.500 kr för småhus.

4.4.2 Förordning (2005:1256) om stöd för konvertering från oljeuppvärmningssystem i bostadshus

Om byggnaden redan har ett vattenburet distributionssystem kan man utifrån förordningen 2005:1256 få statliga medel för konvertering från oljeuppvärmning till fjärrvärme, berg-/jord-/sjövärmepump, biobränsle eller solvärme. Liknande förfarande som ovan föreligger vad gäller krav på funktionen på det nya systemet dock med följande skillnad. Det finns inga krav på hur stor del av energin från fjärrvärmen och biobränslen som ska täcka årsenergibehovet. Storleken på stödet skiljer sig också från konvertering från direktverkande eluppvärmning. För skifte till fjärrvärme, berg-/jord-/sjövärmepump och biobränsle uppgår stödet till max 14.000 kr alternativt max 30 % av material- och arbetskostnaden. Den stora skillnaden mellan

denna förordning och föregående är omfattningen av ombyggnaden. I denna förutsätts ett befintligt och fungerande distributionssystem. Storleken på installation av solvärmepaneler är den samma som ovan.

4.4.3 Förordning (2000:287) om statligt bidrag till investeringar i solvärme

Denna förordning har varit aktuell sedan 1 januari 2000. Detta för att främja en permanent drift av ett solvärmesystem för bostäder och lokaler. Förfarandet är det samma som beskrivits ovan. Solvärmepanelerna och den beräknade årsenergiproduktionen ska följa Boverkets krav och föreskrifter för att vara berättigad till stöd. Vidare får enbart de faktiska delarna som tillhör ett solvärmesystem (materialkostnaderna för solfångare, rör, isolering, värmeväxlare, styr- och reglerutrustning och ackumulator för korttidslagring) tas med som en kostnad. Utrustning för värmedistribution i byggnaden får inte ingå i beräkningsunderlaget. Om ovanstående krav är uppfyllda kan stödet uppgå till 2,50 kr/kWh av solpanelens årsenergiproduktion alt. max 7.500 kr.

4.4.4 Tillämpning på Mätaregränden 3

Förutom ovanstående möjligheter kan energieffektiviseringar göras genom att förbättra klimatskalets värmetekniska egenskaper. Det kan bestå av att tilläggsisolera vind, väggar och grund. Dock är dessa åtgärder relativt komplicerade och kan därför vara kostsamma. Det finns även risker att få ett oönskat fuktproblem då temperaturgradienten ändras i konstruktionsdelarna. En energianalys med tilläggsisolering av vindsbjälklaget med 200mm mineralull har utförts. Resultatet från denna hittas i tabell 25 nedan alternativt i den mer utförligare resultatrapporten i bilaga 10. En annan klimatskalsteknisk åtgärd är att byta ut fönster och dörrar mot mer energisnåla och täta produkter. Denna åtgärd har analyserats i denna rapport. Genom att använda VIP+ kan egenskaperna på fönstren och dörrarna ändras på ett relativt enkelt sätt så att de uppfyller moderna högpresterande isolerglasfönster och dörrar. Fullständigt resultat redovisas under bilaga 11. Samtliga analyser av effekten av utförda åtgärder utgår från den teoretiska modellen som redovisas i tabell 19.

| | Befintliga U-värden W/m ² C | Nya U-värden W/m ² C |
|---------|---|------------------------------------|
| Fönster | 2,70 | 1,20 |
| Dörrar | 2,00 | 0,80 |

Tabell 23: Utbyte av befintliga fönster till högpresterande

Efter analys i VIP+ konstateras följande;

| Åtgärdsförslag | Årsenergiförbrukning innan åtgärd (kWh/m ² /kWh) | Årsenergiförbrukning efter åtgärd (kWh/m ² /kWh) |
|-------------------------------------|---|---|
| Byte fönster/dörrar | 170 / 27.013 | 133 / 21.171 |
| Sänkning T _{inne} med 2 °C | 170 / 27.013 | 143 / 22.787 |

Tabell 24: Åtgärdsförslag - Byte av fönster

Vid byte av fönster och dörrar innebär detta en skillnad på $(27.013\text{kWh}-21.171\text{kWh}=5842\text{kWh})$ vilket motsvarar ca $(5842\text{kWh}\cdot 1,22\text{kr/kWh}= \text{ca } 7100\text{ kr/år})^{44}$ i mindre uppvärmningskostnader. Detta är kanske inte den mest kostnadseffektiva åtgärden men den ger en påtaglig energieffektivisering.

Det som kan konstateras är att den absolut billigaste investeringen är att ändra brukarvanor. Att tänka energisnålt när vid duschning. Att inte ha onödigt mycket energikrävande apparatur. Att byta ut sin belysning mot lågenergimodeller och sist men inte minst att sänka inomhustemperaturen en eller flera grader. En analys har gjorts i VIP+ där inomhustemperaturen har sänkts $2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Resultatet redovisas i tabell 24 ovan.

Intressant är att årsenergianvändning för Mätaregränden 3 (år 2003 och år 2004) var ca 14.000 kWh. Genom att schablonmässigt normalårskorrigera detta värde med +20% ger detta en normalårsanvändning på 16.800 kWh/år. Största orsaken till denna låga användning är Åke och Ingrid Svenstams energimedvetenhet. De håller inomhustemperaturen på runt $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ när de befinner sig i fastigheten och när de åker iväg, med jämna mellanrum till sin sommarstuga, sänker de inomhustemperaturen 2-3 grader. Vilket innebär att då fastigheten inte brukas accepteras en lägre inomhustemperatur. En annan viktig faktor är att deras barn är sedan länge utflugna vilket gör att mindre mängd varmvatten och annan energi förbrukas. När familjen Svenstam flyttade in 1970 såg årsenergiförbrukningen annorlunda ut. Då låg årsenergianvändningen på 28.860 kWh och året efter, 1971, på 22.222 kWh⁴⁵. Vid de första åren i huset kunde familjen Svenstam beskrivas som en klassisk småbarnsfamilj. Detta familjeförhållande avspeglas i årsenergiförbrukningen. Energipriset såg också annorlunda ut på 70-talet (0.08kr/kWh, 1970) relativt dagens pris (1,22kr/kWh, 2004)⁴⁴. Dock motsvarar det totala energibehovet, från de första åren, det som förväntas av byggnaden i denna analys. Det motsvarar ett ”normalt” bruk av fastigheten.

Nedan följer en sammanställning av årsenergibehovet uppdelat på utförda analyser, olika typer av åtgärder samt verkligt energibehov.

⁴⁴ Energiläget i siffror 2005, Statens Energimyndighet

⁴⁵ Hämtat från en uppföljning som gjordes de första åren efter att området färdigbyggs, privata papper

| Åtgärdstyp: | Beräknat årsenergibehov: (kWh)/(kWh/m²) | Beräknad årsenergibesparing: (kWh)/(kWh/m²) |
|---|---|---|
| Framräknad teoretisk energiprestanda i VIP+ | (27.013)/(170) | - |
| Byte av fönster och dörrar | (21.171)/(122) | (5842)/(48) |
| Tilläggsisolering av vind (+200mm) | (26.348)/(166) | (665)/(4) |
| Ändrat brukarbeteende (-2 ⁰ C) | (22.787)/(142) | (4226)/(28) |
| Verkligt normalårskorrigerat årsenergibehov | (16.800)/(106) | - |
| Referensvärde | (-)/(100) | - |

Tabell 25: Sammanställning av åtgärdsförslag

Ur ovanstående tabell konstateras att vid byte av fönster och dörrar kan årsenergianvändning komma ned i en som närmar sig det referensvärde som tagits fram i kap 4.3. Det framgår också tydligt att nuvarande brukarbeteende är i närheten av referensvärdet. Det bör dock lyftas fram att om en ”normalbrukare” skulle ha förvaltat fastigheten skulle den med stor sannolikhet innebära årsenergibehov som motsvarar de summor som analyserats fram i VIP+.

4.5 Resultat

Utifrån ovanstående resultat kan sedan den fullständiga energideklarationen utformas. Nedan följer rubrikerna som, direktivet och de statliga utredningarna föreskriver, ska finnas med vid en energideklaration och de värden som är framtagna utifrån studerat objekt. I redovisningen framgår det av de statliga utredningarnas föreskrifter på energiprestanda framräknat på levererad energi.

Byggnadens energiprestanda

| | |
|-----------------------------|-------------------|
| Levererad elenergi 2004: | 14.000 kWh |
| Normalårskorrigerad (+20%): | 16.800 kWh |
| A_{temp} : | 159m ² |

Byggnadens energiprestanda: 106 kWh/m²

OVK

Byggnaden har inget krav om obligatorisk ventilationskontroll.

Radonmätning

Radonmätning är utförd mellan 1991-02-03 och 1991-04-18. Metoden som använts är spårfilm med filter enligt SSI-metodbeskrivning 1988-11-03. Två spårfilmer var placerade dels i rum på plan 1, dels i rum på plan 2. Resultatet från denna mätning är:

Årsmedelvärde: <50 Bq/m³, rumsluft

Åtgärdsförslag

Genom att byta ut fönster och dörrar mot moderna högpresterande kan årsenergibehovet reduceras med ca 5800 kWh.

Byte av fönster och dörrar: ca -5800 kWh/m²

Referensvärde

Följande indata har legat till grund för framräknat referensvärde:

| | |
|-------------------------------|--|
| Objekt: | Mätaregränden 3 |
| Storlek (A_{temp}) | >100 m ² (159m ²) |
| Geografiskt läge | Syd (Lund) |
| Byggnadsår | 1961-1970 (1969) |
| Referensvärde: | 100 kW/m² |
| Korrektionsvärde, uppvärmning | 1 (Direktverkande el) |
| Korrektionsvärde, hustyp | 1 (Fristående) |
| Korrigerat referensvärde: | =100*1*1= 100 kW/m² |

Referensvärde: 100 kWh/m²

I bilaga 13, Boverkets formulär för energideklaration, kan ett utkast från det officiella formuläret ses som används av energiexperten vid deklARATIONEN. Detta formulär är helt Wes-baserat med automatiska lister och korrigeringar. När protokollet är ifyllt och energiexperten är färdig, laddas formuläret upp på Boverkets server för arkivering och slutgiltigt godkännande. Kopior på deklARATIONEN skickas till fastighetsägaren tillsammans med ett

plakat med sammanfattande information för uppsättning på väl synlig plats (trapphus eller liknande).

4.6 Slutsatser

Hela kapitel 4 har behandlat hur en energideklaration praktiskt kan utföras av rubricerad villa. Husets energiprestanda har tagits fram på tre olika sätt.

1. Genom uppmätning på objektet
2. Genom teoretisk beräkning
3. Genom uppmätt levererad energi (även använd i slutgiltig deklARATION)

Diskussion kring respektive metod hittas inom respektive kapitel. Här kan det konstateras att de tre metoderna skiljer sig kraftigt åt vad gäller slutgiltig prestanda (106-170 kWh/m²,år). Anledningar till detta är många. Störst vikt anser jag ha brukarbeteendet. Med ett medvetet brukande av byggnaden kan energibehovet påverkas mycket. Då den enligt Boverket antagna metoden för energiprestandan bygger på uppmätt levererad energi spelar brukarbeteendet en stor roll. I detta fall den helt avgörande om huset anses ha en normal förbrukning eller ej. Bevisligen har även detta hus haft en högre energianvändning men detta var när huset var nytt och det bodde fler i huset.

5 Diskussion

Då delar av syftet med deklARATIONEN är att ge undersökt byggnad en rättvis bedömning av energianvändandet är det viktigt att rätt metod används. Det kan konstateras att enbart utgå från fältmätningar för att deklarerar byggnaden kan ge stora skillnader från verkligt fall.

5.1 Direktiv

Examensarbetet har utgått från EU's direktiv och efterföljande svenska regeringsutredningar som behandlar implementeringen i Sverige. Sammanfattningsvis så innebär direktivet stora möjligheter att reducera byggnaders energianvändning på både kort och lång sikt. Då det är en stor andel fastigheter som initialt ska energideklarerar har det fokuserats på ett relativt enkelt förfarande för energiexperten. I stort sätt kan en deklARATION utföras från ett skrivbord (s.k. desktop-deklarerar) utan att behöva besöka fastigheten. Detta ger möjligheter för en varierande grad av kvalitet på deklARATIONERNA beroende på hur mycket resurser som avsätts av fastighetsägaren till framtagandet av en energideklARATION. Sannolikt kommer andra generationens energideklARATIONER vara av högre kvalitet än den första generationen.

5.2 Beräkningsmetod

Vald beräkningsmetod av energiprestandan med montage av värmeflödesmätare kan ge många intressanta resultat dock bör metoden utvecklas vidare för att mindre påverka energibalansen i undersökt byggnadsdel. Undersökta byggnadsdelar behöver vara representativa tillgängliga. Vidare kräver denna mätmetod plastbesök vid minst två tillfällen för att montera och demontera utrustningen. Mätvärdena ska sedan tolkas och analyseras för att sedan kunna ge ett värde på konstruktionens värmetekniska egenskaper. Ur ett energideklARATIONSSYFTE kan därför metoden vara alltför kostsam och inte ge den noggrannhet som bör uppnås. Dock har mätmetoden många intressanta egenskaper i form av bestämningen av hur värmetrög en sammansatt konstruktion är samt hur olika byggnadsdelar skiljer sig värmetekniskt relativt varandra.

5.3 Åtgärdsbehov

Direktivet föreskriver att ett eller flera kostnadseffektiva energisparåtgärder ska presenteras av energiexperten i samband med energideklARATIONEN. Detta krav kan vara det krav som har störst påverkan på ett mer energisnålt byggnadsbestånd i Sverige på sikt. Det finns dock en risk att i den första generationen av deklARATIONER kommer redovisa enkla och generella energisparåtgärder (engreppsblandare, lågenergibelysning etc.). I denna rapport har relativt enkla energisparåtgärder presenterats och troliga effekter av dess. Hade mer resurser funnits till hand hade en mer grundligt undersökning av andra, mer komplicerade, energisparåtgärder med ett livs-cykel-kostnads-perspektiv kunnat göras. Detta kan t.ex. vara en konvertering från direktverkande elvärme till ett vattenburet värmesystem med fjärrvärme som primärenergikälla.

Vad händer då i andra generationens energideklARATIONER? Troligen blir förslagen på energisparåtgärder bättre men det kan även bli det motsatta. Om fastighetsägaren inte genomfört föregående energisparåtgärder finns risken att nya inte tas fram eller om fastighetens energiprestanda är lika eller mindre än referensvärdet finns risken att vikt inte läggs på energisparåtgärdena.

6 Referenser

BYGG 1959

BABS 1950:1

Byggt teknik DEL B Byggnadsfysik 1996 (sid. 42), Gösta Hamrin

Corrections of tracer gas measurement, results for climatic factors. Ventilation for Energy Efficiency and Optimum Indoor Air Quality. Karin Adalberth, Carl Axel Boman m.fl.

Energiläget i siffror 2005, Statens Energimyndighet

Europeiska gemenskapernas officiella tidning, 2002-01-04, SV

EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS DIREKTIV 2002/91/EG av den 16 december 2002 ombyggnaders energiprestanda

Fiberplank, Hultsfredsindustrierna AB, informationsbroschyr

Johannesson, Gundi, 1979. *Värmefflödesmätningar. Termoelektriska mätare, funktionsprinciper och felkällor*. Institutionen för Byggnadsteknik Tekniska Högskolan i Lund

Kronvall, Johnny, 1979. *Mätningar och mätmetoder för lufttäthet*. ISBN: 91-540-2967-8

Nevander L E och Elmarsson B, 1994. *Fukthandbok. Praktik och teori*. Svensk Byggtjänst, Stockholm.

Nielsen A, 1987. Fuktteknisk dimensionering med statistik. En metode for vurdering av risiko for byggskaeder. Byggeforskningsrådet, R89:1987, Stockholm.

Prop. 2005/06:145 Nationellt program för energieffektivisering samt energismart byggande

Sandin, Kenneth, 1990, *Effekt- och energibehov Luftströmning, Utdrag ur Värme Luftströmning Fukt, Kompendium i Byggnadsfysik*. Avdelningen för byggnadsfysik Lunds Tekniska Högskola

Samlingsdokument - referensvärden, Underlagsrapporter för att ta fram referensvärden för energianvändning i befintliga småhus, flerbostadshus och lokaler, Boverket; ISBN: 91-7147-959-7

SBN 67

SOU 2004:78 Byggnadsdeklarationer – Inomhusmiljö och energianvändning

SOU 2004:109 Energideklarering av byggnader, För effektivare energianvändning

SOU 2005:67 Energideklarationer, Metoder, utformning, register och expertkompetens

Svensk Standard, 1998. *Byggnader – Bestämning av totala tilluftsflödet av uteluft SS 021556 Utgåva 1*. Standardiseringskommissionen i Sverige

Ventilation for Energy Efficiency and Optimum Indoor Air Quality 13th AIVC Conference, Nice, France 15-18 September 1992

Villa 95 ett yt- och energisnålt enfamiljshus, Li Lövehed, ISSN 1103-4467, KFS AB, Lund 1995

VIP+ Manual version 3.0.0, Structural Design Software 2002

VIP+, Strusoft, Energiberäkningsprogram

Värme och Fukt Kenneth Sandin

Värmeisolering och termiskt rumsklimat, Byggvägledning 8

7 Bilagor

7.1 Bilaga 1 - Elenergiläget i siffror 2005⁴⁶

Tabell till figur 10: Slutlig energianvändning inom sektorn bostäder och service m.m., 1970–2004, TWh
Table for figure 10: Final energy use within the residential and service sectors etc. 1970–2004, TWh

| | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----|
| Oljeprodukter Oil products | 118.6 | 112.9 | 109.2 | 113.4 | 90.2 | 97.4 | 103.6 | 96.4 | 95.5 | 99 | 87.3 | 80.1 | 68.6 | 56.7 | 50.6 | 49.4 | |
| El Electricity | 21.9 | 24.3 | 26.7 | 28.4 | 28.2 | 31.7 | 35.9 | 38.1 | 40.1 | 42.5 | 43 | 44.8 | 48.2 | 51.2 | 54.4 | 62.9 | |
| Fjärrvärme District heating | 12.1 | 12.8 | 14 | 15.1 | 14.6 | 16.6 | 20 | 21.3 | 22.9 | 24.1 | 24.7 | 25.4 | 25.6 | 26.1 | 27.3 | 33.9 | |
| Biobränslen, torv m.m. Bio fuels, peat etc. | 12.1 | 8.8 | 7.6 | 6.7 | 6.8 | 6 | 6.3 | 6.9 | 7.8 | 8.8 | 9.8 | 11.6 | 11.3 | 10.4 | 11.9 | 13.8 | |
| Övriga bränslen Other fuels | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.9 | 0.9 | 1.0 |
| Totalt TWh Total TWh | 164.8 | 158.7 | 157.5 | 163.6 | 139.8 | 151.8 | 165.8 | 162.8 | 166.3 | 174.4 | 164.8 | 161.9 | 153.7 | 143.4 | 143.1 | 161.0 | |
| Totalt TWh, normalårskorrigerat Total TWh, temperature-corrected | 157.8 | 163.2 | 163.8 | 159.4 | 157.3 | 162.3 | 159.4 | 163.3 | 163.8 | 165.4 | 161.2 | 159.0 | 157.0 | 151.8 | 149.9 | 151.7 | |

KÄLLA: ENERGIENKVIKSBOKEN BEHÅRRETSBEREGAV 88 28 04, 05B.

| 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 44.5 | 48.0 | 45.0 | 41.5 | 41.1 | 40.4 | 37.8 | 38.0 | 37.9 | 36.2 | 36.7 | 33.4 | 32.1 | 30.4 | 30.0 | 28.2 | 26.3 | 25.2 | 19.4 |
| 63.5 | 61.8 | 64.5 | 63.9 | 65.0 | 68.9 | 67.8 | 69.4 | 70.2 | 70.4 | 71.6 | 69.6 | 69.9 | 69.1 | 69.0 | 73.1 | 72.5 | 72.1 | 72.3 |
| 33.0 | 34.3 | 32.2 | 29.9 | 30.7 | 34.3 | 34.1 | 36.4 | 36.6 | 37.1 | 41.0 | 37.6 | 39.0 | 39.3 | 37.3 | 40.6 | 41.1 | 42.2 | 42.1 |
| 13.2 | 12.1 | 11.5 | 11.0 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 10.5 | 11.3 | 11.6 | 11.0 | 10.8 | 10.2 | 10.3 | 10.8 | 11.3 | 12.2 | 12.8 |
| 1.2 | 1.5 | 1.6 | 1.7 | 1.8 | 1.8 | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 1.8 | 1.9 | 1.9 | 2.0 | 2.0 | 1.9 | 2.0 | 2.1 | 2.0 | 2.1 |
| 155.4 | 162.7 | 154.7 | 148.0 | 149.8 | 156.6 | 152.6 | 156.7 | 156.9 | 156.9 | 162.9 | 153.5 | 153.8 | 151.0 | 148.5 | 154.7 | 153.3 | 153.7 | 148.8 |
| 153.3 | 155.1 | 157.9 | 160.0 | 162.4 | 161.4 | 159.9 | 160.5 | 160.5 | 157.8 | 159.0 | 156.3 | 157.9 | 156.8 | 160.9 | 158.6 | 158.0 | 156.0 | 152.3 |

SOURCE: STATISTISKA BYRÅEN, EN 21 04, CALCULATIONS BY THE SWEDISH ENERGY AGENCY

Tabell till figur 11: Elanvändning inom sektorn bostäder och service m.m., 1970–2004, TWh, normalårskorrigerad
Table for figure 11: Use of electricity in the residential and service sectors etc. 1970–2004, TWh, temperature corrected

| | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Elvärme Electric heating | 4.7 | 5.5 | 6.4 | 7.3 | 7.6 | 9.3 | 12.1 | 13.3 | 14.5 | 16.1 | 14.0 | 14.6 | 17.3 | 20.5 | 23.0 | 23.4 |
| Hushålls Electricity for household purposes | 9.2 | 9.8 | 10.6 | 11.1 | 10.5 | 11.5 | 12.3 | 12.6 | 12.9 | 13.5 | 13.6 | 13.9 | 13.7 | 13.6 | 14.3 | 15.0 |
| Driftal Electricity for common purposes | 8.4 | 9.5 | 10.3 | 10.8 | 10.4 | 11.7 | 12.8 | 13.4 | 14.1 | 14.7 | 14.9 | 16.5 | 17.6 | 18.3 | 18.1 | 22.4 |
| El totalt/Total electricity | 22.3 | 24.8 | 27.4 | 28.2 | 28.5 | 32.5 | 37.2 | 39.4 | 41.6 | 44.3 | 42.5 | 44.6 | 48.6 | 52.4 | 55.4 | 60.9 |

Anm. Normalårskorrigerad enligt Energimyndighetens metod.

KÄLLA: ENERGIENKVIKSBOKEN BEHÅRRETSBEREGAV 88 16 04 OCH EN 20 04, 05B.

| 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 25.8 | 26.6 | 27.0 | 26.4 | 29.0 | 27.6 | 28.2 | 27.5 | 26.9 | 26.6 | 26.3 | 26.8 | 24.9 | 22.8 | 24.3 | 23.1 | 23.2 | 22.3 | 23.6 |
| 15.8 | 16.4 | 16.9 | 17.6 | 17.9 | 18.7 | 18.7 | 19.0 | 18.3 | 19.7 | 19.3 | 18.6 | 19.4 | 16.9 | 17.7 | 19.2 | 19.5 | 20.1 | 19.5 |
| 21.4 | 21.0 | 21.4 | 22.7 | 21.3 | 23.8 | 22.8 | 23.9 | 25.9 | 25.4 | 25.0 | 24.9 | 26.7 | 30.7 | 29.9 | 31.8 | 31.0 | 30.2 | 30.0 |
| 63.0 | 64.0 | 65.2 | 66.7 | 68.2 | 70.1 | 69.7 | 70.4 | 71.1 | 70.7 | 70.6 | 70.3 | 70.9 | 70.4 | 71.8 | 74.0 | 73.6 | 72.6 | 73.1 |

Note. Temperature correction according to the method used by the Swedish Energy Agency. SOURCE: STATISTISKA BYRÅEN, EN 21 04, EN 20 04, CALCULATIONS BY THE SWEDISH ENERGY AGENCY

⁴⁶ Energiläget i siffror 2005, Statens Energimyndighet

7.2 Bilaga 2 – SFS 2006:985 Lagen om energideklaration av byggnader

Svensk författningssamling



SFS 2006:985

Utkom från trycket
den 30 juni 2006

Lag om energideklaration för byggnader;

utfärdad den 21 juni 2006.

Enligt riksdagens beslut¹ föreskrivs² följande.

Lagens syfte och tillämpningsområde

1 § Lagens syfte är att främja en effektiv energianvändning och en god inomhusmiljö i byggnader.

2 § Lagen skall tillämpas på byggnader för vilka energi används i syfte att påverka byggnadernas inomhusklimat.

Definitioner

3 § I denna lag avses med

energiprestanda: den mängd energi som behöver användas i en byggnad för att uppfylla de behov som är knutna till ett normalt bruk av byggnaden under ett år,

oberoende expert: en person som enligt denna lag och föreskrifter som meddelats med stöd av lagen är oberoende i förhållande till sin uppdragsgivare och har särskild sakkunskap om energianvändning och inomhusmiljö i byggnader, och

tillsynsmyndighet: den eller de kommunala nämnder som fullgör kommunens uppgifter inom plan- och byggväsendet.

Skyldighet att energideklarera byggnader

4 § Den som för egen räkning uppför eller låter uppföra en byggnad skall se till att det finns en energideklaration för byggnaden.

5 § Den som äger en byggnad skall se till att det för byggnaden alltid finns en energideklaration som inte är äldre än tio år

1. om byggnaden är indelad som specialbyggnad enligt 2 kap. 2 § fastighetstaxeringslagen (1979:1152) och har en total användbar golvarea som är större än 1 000 kvadratmeter, eller

¹ Prop. 2005/06:145, bet. 2005/06:BoU9, rskr. 2005/06:365.

² Jfr Europaparlamentets och rådets direktiv 2002/91/EG av den 16 december 2002 om byggnaders energiprestanda (EGT L 1, 4.1.2003, s. 65, Celex 32002L0091).

SFS 2006:985

2. om byggnaden eller en del av byggnaden upplåts med nyttjanderätt.

6 § När en byggnad eller en andel i en byggnad säljs, skall den som äger byggnaden se till att det för byggnaden finns en energideklaration som vid försäljningstidpunkten inte är äldre än tio år.

Undantag från skyldigheten att energideklarera byggnader

7 § Regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer får meddela föreskrifter om undantag från skyldigheterna i 4–6 §§.

Besiktning av en befintlig byggnad

8 § Innan en energideklaration upprättas för en befintlig byggnad skall byggnadens ägare se till att byggnaden besiktigas, om det behövs för att en deklaration skall kunna upprättas.

Regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer får meddela föreskrifter om besiktning.

Energideklarationens innehåll

9 § I en energideklaration skall det anges

1. en uppgift om byggnadens energiprestanda,
2. om obligatorisk funktionskontroll av ventilationssystemet har utförts i byggnaden,
3. om radonmätning har utförts i byggnaden,
4. om byggnadens energiprestanda kan förbättras med beaktande av en god inomhusmiljö och, om så är fallet, rekommendationer om kostnads-effektiva åtgärder för att förbättra byggnadens energiprestanda, och
5. referensvärden, som gör det möjligt för konsumenter att bedöma byggnadens energiprestanda och att jämföra byggnadens energiprestanda med andra byggnaders.

Regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer får meddela föreskrifter om hur en byggnads energiprestanda enligt första stycket 1 skall fastställas, vilka referensvärden som skall användas enligt första stycket 5 och vilka uppgifter som utöver första stycket 1–5 skall lämnas i en deklara-tion.

10 § Om det i en byggnad finns ett luftkonditioneringsystem med en effekt som är högre än 12 kilowatt, som huvudsakligen drivs med elektricitet, skall det i en energideklaration anges

1. uppgifter om systemets energieffektivitet och systemets storlek i förhållande till behovet av kyla i byggnaden, och
2. om en effektivare energianvändning kan uppnås i det befintliga syste-met eller genom att systemet ersätts med ett annat system eller en annan metod att kyla byggnaden.

Besiktning av luftkonditioneringssystem i vissa fall

11 § Om en byggnad inte skall energideklareras enligt 5 eller 7 §, men det finns ett sådant luftkonditioneringssystem i byggnaden som anges i 10 §, skall byggnadens ägare se till att systemet regelbundet besiktigas på det sätt som behövs för de uppgifter som anges i 10 § 1 och 2 och att sådana uppgifter antecknas i ett besiktningsprotokoll.

Regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer får meddela närmare föreskrifter om besiktningsintervall och om besiktnings omfattning.

Oberoende expert

12 § Den som enligt 4, 5, 6 eller 11 § första stycket skall se till att det finns en energideklaration eller ett besiktningsprotokoll skall utse en oberoende expert, som gör en besiktning enligt 8 eller 11 § och upprättar en energideklaration eller ett besiktningsprotokoll.

Regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer får meddela föreskrifter om de krav i fråga om sakkunskap och oberoende som skall ställas på en oberoende expert.

Tillgång till energideklarationerna

13 § Den som äger en byggnad skall se till att den energideklaration som senast har upprättats för byggnaden är tillgänglig

1. på en för allmänheten väl synlig och framträdande plats i byggnaden, om den är en sådan byggnad som anges i 5 § 1, eller

2. på en väl synlig plats i byggnaden, om den är en sådan byggnad som anges i 5 § 2.

Regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer får meddela föreskrifter om att en energideklaration får placeras på en annan plats i en byggnad eller i anslutning till en byggnad.

14 § Har den som säljer en byggnad eller en andel i en byggnad, trots köparens begäran, underlåtit att fullgöra sin skyldighet enligt 6 § får köparen, senast sex månader efter sitt tillträde till byggnaden, låta upprätta en energideklaration på säljarens bekostnad.

Överlämnande av energideklarationer och besiktningsprotokoll till Boverket

15 § Den som enligt 4, 5, 6 eller 11 § första stycket skall se till att det finns en energideklaration eller ett besiktningsprotokoll eller den som enligt 14 § låter upprätta en energideklaration skall se till att ett exemplar av deklarationen eller protokollet lämnas till Boverket.

Regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer får meddela föreskrifter om elektronisk överföring av energideklarationer och besiktningsprotokoll.

SFS 2006:985

Energideklarationsregister

16 § Boverket skall föra ett register över de energideklarationer och besiktningssprotokoll som lämnats till verket enligt 15 §.

17 § Boverket är personuppgiftsansvarigt för behandlingen av personuppgifter i energideklarationsregistret.

18 § Uppgifterna i energideklarationsregistret får behandlas för

1. framtagande av statistik,
2. forskning,
3. uppföljning och utvärdering av energianvändningen och inomhusmiljön i bebyggelsen,
4. tillsyn, och
5. annan allmän eller enskild verksamhet där information om byggnader och deras energiprestanda och inomhusmiljö utgör underlag för bedömningar och beslut.

19 § Regeringen får meddela föreskrifter om

1. vilka uppgifter som får registreras i energideklarationsregistret,
2. urval och bearbetningar av personuppgifter,
3. utlämnande på medium för automatiserad behandling, och
4. direktåtkomst till registret.

20 § Om personuppgifter behandlas i strid med denna lag eller i strid med föreskrifter som meddelats med stöd av lagen, tillämpas bestämmelserna om rättelse i personuppgiftslagen (1998:204).

Skadestånd

21 § Den som lider skada på grund av ett tekniskt fel i energideklarationsregistret har rätt till ersättning av staten.

Ersättningen skall sättas ned med skäligt belopp eller helt falla bort, om den skadelidande har medverkat till skadan genom att utan skälig anledning ha låtit bli att vidta åtgärder för att bevara sin rätt eller om den skadelidande på något annat sätt har medverkat till skadan genom eget vållande.

I ärenden om ersättning företräds staten av den myndighet som regeringen bestämmer.

22 § Utöver vad som följer av 21 § gäller bestämmelserna i personuppgiftslagen (1998:204) om skadestånd vid behandling av personuppgifter enligt denna lag eller de föreskrifter som har meddelats med stöd av lagen.

Alternativa energiförsörjningssystem

23 § Den som för egen räkning uppför eller låter uppföra en byggnad med en total användbar golvyta som är större än 1 000 kvadratmeter skall innan byggnadsarbetena påbörjas låta utreda alternativa energiförsörjningssystem för byggnaden och redovisa om sådana system är tekniskt, miljömässigt och

ekonomiskt genomförbara för byggnaden. Redovisningen skall lämnas till tillsynsmyndigheten.

SFS 2006:985

Tillsyn

24 § Den eller de kommunala nämnder som fullgör kommunens uppgifter inom plan- och byggväsendet skall utöva tillsyn över att den som äger en byggnad fullgör de skyldigheter som anges i 11 § första stycket och 13 §.

25 § Tillsynsmyndigheten får meddela de förelägganden som behövs för att ägaren till en byggnad skall fullgöra en sådan skyldighet som anges i 11 § första stycket eller 13 §. Ett föreläggande får förenas med vite.

Tillsynsmyndigheten skall på begäran, i den utsträckning det behövs för tillsynen, få tillträde till sådana byggnader som avses i 13 § samt utrymmen och områden som hör till sådana byggnader. Denna rätt omfattar inte bostäder.

Om byggnadens ägare inte ger tillsynsmyndigheten tillträde när myndigheten har rätt till det får Kronofogdemyndigheten, efter tillsynsmyndighetens ansökan, besluta om särskild handräckning. Bestämmelser om sådan handräckning finns i lagen (1990:746) om betalningsföreläggande och handräckning.

Överklagande

26 § En tillsynsmyndighets beslut om föreläggande som förenats med vite enligt 25 § första stycket och Boverkets beslut om rättelse enligt 20 § får överklagas hos allmän förvaltningsdomstol.

Prövningstillstånd krävs vid överklagande till kammarrätten.

1. Denna lag träder i kraft den 1 oktober 2006.
2. Byggnader som vid lagens ikraftträdande omfattas av bestämmelsen i 5 § 1 skall vara energideklarerade senast den 31 december 2008.
3. Byggnader som vid lagens ikraftträdande omfattas av bestämmelsen i 5 § 2 och som är flerbostadshus skall vara energideklarerade senast den 31 december 2008.
4. I fråga om andra byggnader än flerbostadshus skall bestämmelsen i 5 § 2 tillämpas från och med den 1 januari 2009.
5. Byggnader som avses i 4 eller 6 § skall energideklarerats första gången efter den 31 december 2008.
6. Luftkonditioneringssystem som avses i 11 § första stycket skall besiktigas första gången efter den 31 december 2008.
7. För byggnader under uppförande den 1 januari 2009 skall skyldigheten enligt 4 § inte gälla om bygganmälan gjorts före den 1 januari 2009.
8. För byggnader under uppförande den 1 oktober 2006 skall skyldigheten enligt 23 § inte gälla om bygganmälan gjorts före den 1 oktober 2006.

SFS 2006:985

På regeringens vägnar

GÖRAN PERSSON

MONA SAHLIN
(Miljö- och samhälls-
byggnadsdepartementet)

7.3 Bilaga 3 - Normering av spårgasmätning

Coefficients c_1 and c_2 for different simulation cases. 0 deg corresponds to the case when the wind direction is perpendicular to the facade and 90 deg to wind along the facade.

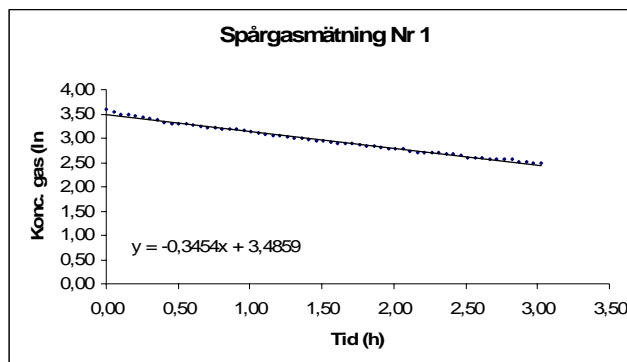
| Type of building | Temperature | | Wind | | | | |
|------------------|-------------|-------------------|---------------|----------------------------|----------------|-----------------------------|-------|
| | c_1 | | c_2 | | | | |
| | mean | highest lowest | 0 deg mean | 0 deg highest lowest | 90 deg mean | 90 deg highest lowest | mean |
| Houses | | | | | | | |
| 1 storey | 0.018 | 0.024 0.009 | 0.005 | 0.007 0.004 | 0.002 | 0.003 0.001 | 0.004 |
| 1 1/2 st | 0.022 | 0.035 0.007 | 0.010 | 0.014 0.007 | 0.006 | 0.008 0.004 | 0.008 |
| Flats | | | | | | | |
| Ground | 0.051 | 0.057 0.040 | 0.013 | 0.016 0.011 | 0.002 | 0.002 0.001 | 0.008 |
| Top | 0.013 | 0.016 0.011 | 0.008 | 0.009 0.006 | 0.001 | 0.001 0 | 0.005 |
| Top through | 0.013 | 0.015 0.009 | 0.004 | 0.005 0.003 | 0.001 | 0.001 0.001 | 0.003 |

Tabell 26: Koefficienterna c_1 och c_2 beroende på temperatur och vindhastighet. Tabellen är hämtad från "Corrections of tracer gas measurement, results for climatic factors. Ventilation for Energi Efficiency and Optimum Indoor Air Quality. Karin Adalberth, Carl Axel Boman mfl"

7.4 Bilaga 4 – Spårgasmätning Nr 1

Stabilisering efter: 6 cm
 Utvärderingsstart: 7,5 cm
 Pappershastighet: 19,9 cm/h

| Konc. gas C (-) | Sträcka s(cm) | ln C (-) | t(h) |
|--------------------|------------------|----------|------|
| 36,0 | 0 | 3,58 | 0,00 |
| 34,5 | 1 | 3,54 | 0,05 |
| 33,0 | 2 | 3,50 | 0,10 |
| 32,5 | 3 | 3,48 | 0,15 |
| 31,5 | 4 | 3,45 | 0,20 |
| 31,0 | 5 | 3,43 | 0,25 |
| 30,0 | 6 | 3,40 | 0,30 |
| 29,0 | 7 | 3,37 | 0,35 |
| 28,0 | 8 | 3,33 | 0,40 |
| 27,2 | 9 | 3,30 | 0,45 |
| 27,0 | 10 | 3,30 | 0,50 |
| 27,0 | 11 | 3,30 | 0,55 |
| 26,0 | 12 | 3,26 | 0,60 |
| 25,5 | 13 | 3,24 | 0,65 |
| 25,0 | 14 | 3,22 | 0,70 |
| 25,0 | 15 | 3,22 | 0,76 |
| 24,5 | 16 | 3,20 | 0,81 |
| 24,5 | 17 | 3,20 | 0,86 |
| 24,0 | 18 | 3,18 | 0,91 |
| 23,5 | 19 | 3,16 | 0,96 |
| 23,0 | 20 | 3,14 | 1,01 |
| 22,5 | 21 | 3,11 | 1,06 |
| 21,5 | 22 | 3,07 | 1,11 |
| 21,0 | 23 | 3,04 | 1,16 |
| 21,0 | 24 | 3,04 | 1,21 |
| 20,5 | 25 | 3,02 | 1,26 |
| 20,0 | 26 | 3,00 | 1,31 |
| 20,0 | 27 | 3,00 | 1,36 |
| 19,5 | 28 | 2,97 | 1,41 |
| 19,0 | 29 | 2,94 | 1,46 |
| 19,0 | 30 | 2,94 | 1,51 |
| 18,5 | 31 | 2,92 | 1,56 |
| 18,0 | 32 | 2,89 | 1,61 |
| 18,0 | 33 | 2,89 | 1,66 |
| 18,0 | 34 | 2,89 | 1,71 |
| 17,5 | 35 | 2,86 | 1,76 |
| 17,0 | 36 | 2,83 | 1,81 |
| 17,0 | 37 | 2,83 | 1,86 |
| 16,5 | 38 | 2,80 | 1,91 |
| 16,0 | 39 | 2,77 | 1,96 |



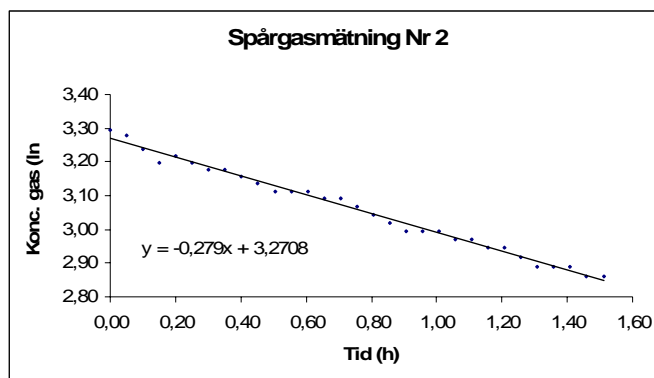
Forts.

| Konc. gas C (-) | Sträcka s(cm) | ln C (-) | t(h) |
|-----------------------|------------------|----------|------|
| 16,0 | 40 | 2,77 | 2,01 |
| 16,0 | 41 | 2,77 | 2,06 |
| 15,5 | 42 | 2,74 | 2,11 |
| 15,0 | 43 | 2,71 | 2,16 |
| 15,0 | 44 | 2,71 | 2,22 |
| 15,0 | 45 | 2,71 | 2,27 |
| 15,0 | 46 | 2,71 | 2,32 |
| 14,5 | 47 | 2,67 | 2,37 |
| 14,5 | 48 | 2,67 | 2,42 |
| 14,0 | 49 | 2,64 | 2,47 |
| 13,5 | 50 | 2,60 | 2,52 |
| 13,5 | 51 | 2,60 | 2,57 |
| 13,5 | 52 | 2,60 | 2,62 |
| 13,0 | 53 | 2,56 | 2,67 |
| 13,0 | 54 | 2,56 | 2,72 |
| 13,0 | 55 | 2,56 | 2,77 |
| 13,0 | 56 | 2,56 | 2,82 |
| 12,5 | 57 | 2,53 | 2,87 |
| 12,5 | 58 | 2,53 | 2,92 |
| 12,0 | 59 | 2,48 | 2,97 |
| 12,0 | 60 | 2,48 | 3,02 |

7.5 Bilaga 5 – Spårgasmätning Nr 2

Stabilisering efter: 5 cm
 Utvärderingsstart: 9 cm
 Pappershastighet: 19,9 cm/h

| Konc. gas C (-) | Sträcka s(cm) | ln C (-) | t(h) |
|--------------------|------------------|----------|------|
| 27,0 | 0 | 3,30 | 0,00 |
| 26,5 | 1 | 3,28 | 0,05 |
| 25,5 | 2 | 3,24 | 0,10 |
| 24,5 | 3 | 3,20 | 0,15 |
| 25,0 | 4 | 3,22 | 0,20 |
| 24,5 | 5 | 3,20 | 0,25 |
| 24,0 | 6 | 3,18 | 0,30 |
| 24,0 | 7 | 3,18 | 0,35 |
| 23,5 | 8 | 3,16 | 0,40 |
| 23,0 | 9 | 3,14 | 0,45 |
| 22,5 | 10 | 3,11 | 0,50 |
| 22,5 | 11 | 3,11 | 0,55 |
| 22,5 | 12 | 3,11 | 0,60 |
| 22,0 | 13 | 3,09 | 0,65 |
| 22,0 | 14 | 3,09 | 0,70 |
| 21,5 | 15 | 3,07 | 0,76 |
| 21,0 | 16 | 3,04 | 0,81 |
| 20,5 | 17 | 3,02 | 0,86 |
| 20,0 | 18 | 3,00 | 0,91 |
| 20,0 | 19 | 3,00 | 0,96 |
| 20,0 | 20 | 3,00 | 1,01 |
| 19,5 | 21 | 2,97 | 1,06 |
| 19,5 | 22 | 2,97 | 1,11 |
| 19,0 | 23 | 2,94 | 1,16 |
| 19,0 | 24 | 2,94 | 1,21 |
| 18,5 | 25 | 2,92 | 1,26 |
| 18,0 | 26 | 2,89 | 1,31 |
| 18,0 | 27 | 2,89 | 1,36 |
| 18,0 | 28 | 2,89 | 1,41 |
| 17,5 | 29 | 2,86 | 1,46 |
| 17,5 | 30 | 2,86 | 1,51 |



7.6 Bilaga 6 – Radonmätning

Protokoll över radonmätning av inomhusluft

21367/9021408/0

Svenstam Åke

Mätaregränden 3
222 47 LUND

Mätmetod

Spårfilm med filter enligt metodbeskrivning Statens
Strålskyddsinstitut 1966-11-03.

Mätosorna exponerade under tiden 910208 - 910418 .

Fastighetsdata

| | |
|-----------------------------------|----------------------------|
| Typ av byggnad: Villa | Typ av husgrund: Krypgrund |
| Typ av ventilation: Självdrag (S) | Blåbetong ingår: Nej |
| Byggnadens byggnadsår: 1969 | Ombyggnad år: -- |
| Fastighetsbeteckning: Bygglov 10 | |

Uppmätta värden

| | | | | | | |
|----------------|-----------|--------------|---|--------|---|-----------------------|
| Resultat rum 1 | Annat rum | Bottenplan | = | < 50 ± | - | Bq/m ³ EER |
| Resultat rum 2 | Sovrum | i trappa upp | = | < 50 ± | - | Bq/m ³ EER |

Resultat

Årsmedelvärde
för radondotterhalten

mindre än 50

Bq/m³ EER
(Becquerel per kubikmeter)Systematiskt fel: ± - Bq/m³ EER Tillfälligt fel: ± - Bq/m³ EER

Se baksidan!

Eventuell kommentar till mätningen

Rum 1 = vardagsrum film 13170-6 rum 2 = sovrums film 13171-4

Protokollet upprättat i Uppsala den

910422



Underskrift mätansvarig på Gammadata

Härmed intygas att instruktionerna för
mätningen följts (se baksidan).

Underskrift bostadsinnehavare

GAMMADATA
MÄTTEKNIK ABBox 1815 • 751 48 UPPSALA
Telefon 018-15 58 70 • Telefax 018-69 42 67

7.7 Bilaga 7 – VIP+ analys, flödesmätarresultat

Projekt: Mätaregränden 15 - TOTAL
Beskrivning: Total Byggnad Flödesmätare

Datum: 2007-01-13

Utfört av: LTH

Sign: TMÅ

Projektfil: \\v-server3\hem\v99.tobias.m\Examensarbete\VIP+\Total Flödesmätare 070113.VIP

Företag: **Structural Design Software in Europe AB**

KOMMENTARER

Examensarbete ByFy

INDATA

Allmänt

| | |
|----------------------------------|---|
| Beräkningsdatum | 2007-01-13 (16:03:19) |
| Beräkningsperiod - Dag | 1 - 365 |
| Klimatdata | Malmö |
| Latitud | 55.6 grader |
| Markreflektion | 20.00 % |
| Vindhastighet | 50.00 % av klimatdata |
| Horisontvinkel mot markplan | S:45 SV:20 V:20 NV:20 N:30 NO:30 O:20 SO:30 ° |
| 'Söderfasadens' vinkel mot söder | 0 ° |
| Verksamhetstyp | Bostad |
| Antal lägenheter | 1 |
| Ventilationsvolym | 383.0 m ³ |
| Uppvärmd bruksarea enl SS021052 | 159.0 m ² |

Aktuellt Hus

Byggdelstyper - Katalog

| Byggdels typ | Material | Skikt-tjocklek | Värmeledningstal | Densitet | Värme-kapacitet | U-värde | Delta-U-värde | Luft q50 | läck. Expo-nent |
|---------------|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|-----------------|---------------------|---------------------|--------------------|-----------------|
| | | m | W/m ² °C | kg/m ³ | J/kg°C | W/m ² °C | W/m ² °C | l/s,m ² | |
| Mellanbjkl | Trä-14-2700 | 0.017 | 0.140 | 500 | 2700 | 0.511 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| | Min+träMellanbjkl | 0.080 | 0.053 | 84 | 896 | | | | |
| | SPÅNSKIVA | 0.022 | 0.140 | 600 | 2300 | | | | |
| Snedtak | Trä-14-2700 | 0.020 | 0.140 | 500 | 2700 | 0.285 | 0.000 | 0.00 | 0.60 |
| | Min.Matta BYGG | 0.030 | 0.046 | 90 | 750 | | | | |
| | Min+träVindsbjkl | 0.120 | 0.050 | 67 | 823 | | | | |
| | Trä-14-2700 | 0.017 | 0.140 | 500 | 2700 | | | | |
| Yttervägg FM | TEGEL70 | 0.120 | 0.700 | 1500 | 850 | 0.326 | 0.000 | 0.83 | 0.60 |
| | Luft 26 | 0.001 | 0.026 | 1 | 1000 | | | | |
| | Fiberplan k | 0.189 | 0.078 | 294 | 1339 | | | | |
| | P.träfibr BYGG | 0.013 | 0.050 | 300 | 1339 | | | | |
| Bottenbjkl FM | Betong 950 | 0.035 | 1.700 | 2300 | 950 | 0.131 | 0.000 | 0.00 | 0.60 |
| | Min+träBottenbjkl | 0.382 | 0.053 | 84 | 896 | | | | |
| | SPÅNSKIVA | 0.022 | 0.140 | 600 | 2300 | | | | |
| | Trä-14-2700 | 0.015 | 0.140 | 500 | 2700 | | | | |
| Vindsbjklg FM | Trä-14-2700 | 0.017 | 0.140 | 500 | 2700 | 0.216 | 0.000 | 0.00 | 0.60 |
| | Luft 26 | 0.003 | 0.026 | 1 | 1000 | | | | |
| | Min.Matta BYGG | 0.077 | 0.046 | 90 | 750 | | | | |

Projekt: Mätaregränden 15 - TOTAL
Beskrivning: Total Byggnad Flödesmätare

Datum: 2007-01-13

Utfört av: LTH

Sign: TMÅ

Projektfil: \\v-server3\hem\v99.tobias.m\Examensarbete\VIP\Total Flödesmätare 070113.VIP

Företag: **Structural Design Software in Europe AB**

Byggdeltyp - Katalog

| Byggdels typ | Material | Skikt-tjocklek | Värmeledningstal | Densitet | Värme-kapacitet | U-värde | Delta-U-värde | Luft q50 | läck. Expo- |
|--------------|-----------------|----------------|---------------------|-------------------|-----------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------------|
| | | m | W/m ² °C | kg/m ³ | J/kg°C | W/m ² °C | W/m ² °C | l/s,m ² | nent |
| | Min+träVindsbjk | 0.120 | 0.050 | 67 | 823 | | | | |
| | Trä-14-2700 | 0.017 | 0.140 | 500 | 2700 | | | | |

Byggnadsdelar - Väggar, bjälklag

| Benämning | Byggdeltyp | Orientering | Area | Sol-absorption | Form-faktor | Nivå | Nivå | Mot-temp | Andel av effekt-behov | U-Värde med mark och Delta-U |
|-----------------|-------------------|-------------|----------------|----------------|-------------|--------|--------|----------|-----------------------|------------------------------|
| | | | m ² | % | | Lägsta | Högsta | °C | % | W/m ² °C |
| Yttervägg 2-pla | Yttervägg FM | SÖDER | 22.6 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 5.5 | | 0 | 0.326 |
| Yttervägg 1-pla | Yttervägg FM | SÖDER | 11.4 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 2.5 | | 0 | 0.326 |
| Yttervägg 1-pla | Yttervägg FM | VÄSTER | 9.8 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 2.7 | | 0 | 0.326 |
| Yttervägg 2-pla | Yttervägg FM | VÄSTER | 31.2 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 5.5 | | 0 | 0.326 |
| Yttervägg 1-pla | Yttervägg FM | NORR | 29.5 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | | 0 | 0.326 |
| Yttervägg 2-pla | Yttervägg FM | NORR | 25.0 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 5.5 | | 0 | 0.326 |
| Mellanbjälklag | Mellanbjälklag | INNER | 57.9 | | | | | | | |
| Vindsbjälklag | Vindsbjälklag FM | TAK | 57.9 | 90.0 | 0.0 | 5.5 | 5.5 | | 0 | 0.216 |
| Bottenbjälklag | Bottenbjälklag FM | NORR | 101.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0 | 0.131 |
| Snedtak | Snedtak | TAK | 43.9 | 90.0 | 0.0 | 2.5 | 3.0 | | 0 | 0.285 |

Solskyddstyper

| Benämning | Gränstemperatur | Gränseffekt | Reduktion F1 | Reduktion F2 | Skärmvinkel | Högsta Vindhastighet |
|-----------|-----------------|------------------|--------------|--------------|-------------|----------------------|
| | °C | W/m ² | % | % | grader | m/s |
| Markis | 0.0 | 50.0 | 0.0 | 0.0 | 45.0 | 10.0 |

Byggnadsdelar - Fönster, dörrar, ventiler

| Benämning | Byggdeltyp | Orientering | Area | Glasandel | Skugg | fakt. | U-värde | Form-faktor | Nivå | Nivå | Luft q50 | läck. Expo- | Sol-skydd |
|--------------|------------|-------------|----------------|-----------|-------|-------|---------------------|-------------|-------|-------|--------------------|-------------|-----------|
| | | | m ² | % | F1 | F2 | W/m ² °C | faktor | Lägst | Högst | 50Pa | nent | skydd |
| | | | | % | % | % | | vind | m | m | l/s,m ² | | |
| Isoler 1-pla | 3GLAS | SÖDER | 3.1 | 70 | 80 | 64 | 1.80 | 0.0 | 1.5 | 2.5 | 0.83 | 0.60 | |
| F1 1-plan | 2GLAS | SÖDER | 6.6 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 1.0 | 2.5 | 0.83 | 0.65 | |

Projekt: Mätaregränden 15 - TOTAL
Beskrivning: Total Byggnad Flödesmätare

Datum: 2007-01-13

Utfört av: LTH

Sign: TMÅ

Projektfil: \\v-server3\hem\v99.tobias.m\Examensarbete\VIP+\Total Flödesmätare 070113.VIP

Företag: **Structural Design Software in Europe AB**

Byggnadsdelar - Fönster, dörrar, ventiler

| Benämning | Bygghuset | Oriering | Area | Glasandel | Skugg F1 | fakt. F2 | U-värde | Formfaktor | Nivå | Nivå | Luft | läck. | Sol- |
|-------------|-----------|----------|----------------|-----------|----------|----------|---------------------|------------|-------|-------|--------------------|-------|-------|
| | | terin g | m ² | % | % | % | W/m ² °C | vind | Lägst | Högst | q50 | Expo- | skydd |
| | | | | | | | | | m | m | l/s,m ² | nent | |
| FD 1-plan | 2GLAS | SÖDER | 2.9 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 0.5 | 2.5 | 0.83 | 0.65 | |
| Dörr 2-plan | D1 | SÖDER | 2.9 | 0 | 0 | 0 | 2.00 | 0.0 | 0.3 | 2.5 | 0.83 | 0.60 | |
| F1 2-plan | 2GLAS | VÄSTER | 4.4 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 0.8 | 2.5 | 0.83 | 0.65 | |
| F3 2-plan | 2GLAS | VÄSTER | 0.5 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 1.8 | 2.5 | 0.83 | 0.65 | |
| FD 2-plan | 2GLAS | VÄSTER | 2.9 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 0.3 | 2.5 | 0.83 | 0.65 | |
| F2 2-plan | 2GLAS | VÄSTER | 3.1 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 4.2 | 5.4 | 0.83 | 0.65 | |
| F3 2-plan | 2GLAS | VÄSTER | 0.5 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 4.7 | 5.4 | 0.83 | 0.65 | |
| F3 2-plan | 2GLAS | NORR | 0.5 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 1.8 | 2.5 | 0.83 | 0.65 | |
| F2 2-plan | 2GLAS | ÖSTER | 4.7 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 1.3 | 2.5 | 0.83 | 0.65 | |
| F3 2-plan | 2GLAS | ÖSTER | 0.5 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 1.8 | 2.5 | 0.83 | 0.65 | |
| Dörr 2-plan | FD2GLAS | ÖSTER | 2.9 | 40 | 90 | 72 | 2.70 | 0.0 | 0.3 | 2.5 | 0.83 | 0.65 | |
| F2 2-plan | 2GLAS | ÖSTER | 4.7 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 4.2 | 5.4 | 0.83 | 0.65 | |
| FD 2-plan | 2GLAS | ÖSTER | 2.9 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 3.2 | 5.4 | 0.83 | 0.65 | |

Driftdata

| Driftfalls benämning | Veckodagar | Dag nr. | Tid | Process energi | Process energi | Person energi | Tappvarmv. energi | Tappvarmv. energi | Högsta rumstem | Lägsta rumstem |
|----------------------|------------|---------|--------|------------------|----------------|------------------|-------------------|-------------------|----------------|----------------|
| | | | | W/m ² | W/lgh | W/m ² | W/m ² | W/lgh | °C | °C |
| Svenstam D | MÅND-SÖND | 1 - 365 | 0 - 24 | 0.42 | 0.00 | 0.00 | 0.37 | 0.00 | 24.00 | 20.00 |

Ventilationsaggregat

| Aggregatbenämning | Tilluft Fläkttryck Pa | Verkn.gr. % | Frånluft Fläkttryck Pa | Verkn.gr. % | Verkn.gr. % | Återvinning | Lägsta Tilluftstemp °C |
|-------------------|-----------------------|-------------|------------------------|-------------|-------------|-------------|------------------------|
| Svenstam | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Ventilationsaggregat - Drifttider och flöden

| Veckodagar | Tilluft oms/h | Frånluft oms/h | Startdag-Slutdag | Starttid-Sluttid |
|--------------------|---------------|----------------|------------------|------------------|
| Svenstam MÅND-SÖND | 0.00 | 0.50 | 1 - 365 | 0 - 24 |

Projekt: Mätaregränden 15 - TOTAL
Beskrivning: Total Byggnad Flödesmätare

Datum: 2007-01-13

Utfört av: LTH

Sign: TMÅ

Projektfil: \\v-server3\hem\v99.tobias.m\Examensarbete\VIP+\Total Flödesmätare 070113.VIP

Företag: **Structural Design Software in Europe AB**

Installationer

| | | | |
|---|------|----------------|----|
| Krav på energisparåtgärder enligt BBR kap 9:3 | Nej | | |
| Värmeåtervinning från spillvatten till tappvarmvatten | | | |
| Verkningsgrad | 0.00 | % | |
| Komfortkyla Kylfaktor | 0.0 | | |
| Max RH i rumsluft | 0.0 | % | |
| El till cirkulationspump | 0.0 | % av kyleffekt | |
| Rumstemperaturens termostatgräns | 0.0 | 0.0 | °C |

Referenshus

Byggdeltstyper - Katalog

| Byggdeltstyp | Material | Skikt- tjocklek m | Värme- ledningstal W/m ² °C | Densitet kg/m ³ | Värme- kapacitet J/kg°C | U-värde W/m ² °C | Delta- U-värde W/m ² °C | Luft q50 l/s,m ² | läck. Expo- nent |
|--------------|--------------|-------------------------|--|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--|-----------------------------------|------------------------|
| Referens | Yttre skikt | 0.000 | 10.000 | 900 | 100000 | 0.533 | 0.000 | 0.80 | 0.50 |
| | Mellanskikt | 0.068 | 0.040 | 1 | 100 | | | | |
| | Inre skikt | 0.000 | 10.000 | 900 | 100000 | | | | |
| | Inre byggdel | 0.000 | 0.100 | 10 | 10 | | | | |

Byggnadsdelar - Väggar, bjälklag

| Benämning | Byggdeltstyp | Oriente ring | Area m ² | Sol- absorb. tion % | Form- faktor vind | Nivå Lägsta m | Nivå Högsta m | Mot- temp °C | Andel av effekt- behov % | U-Värde med mark och Delta-U W/m ² °C |
|-----------------|--------------|--------------|------------------------|------------------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------------------------|---|
| Yttervägg 2-pla | Referens | SÖDER | 22.6 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 5.5 | | 0 | 0.326 |
| Yttervägg 1-pla | Referens | SÖDER | 11.4 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 2.5 | | 0 | 0.326 |
| Yttervägg 1-pla | Referens | VÄSTER | 9.8 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 2.7 | | 0 | 0.326 |
| Yttervägg 2-pla | Referens | VÄSTER | 31.2 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 5.5 | | 0 | 0.326 |
| Yttervägg 1-pla | Referens | NORR | 29.5 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | | 0 | 0.326 |
| Yttervägg 2-pla | Referens | NORR | 25.0 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 5.5 | | 0 | 0.326 |
| Mellanbjälklag | Referens | INNER | 57.9 | | | | | | | |
| Vindsbjälklag | Referens | TAK | 57.9 | 90.0 | 0.0 | 5.5 | 5.5 | | 0 | 0.216 |
| Bottenbjälklag | Referens | NORR | 101.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0 | 0.131 |
| Snedtak | Referens | TAK | 43.9 | 90.0 | 0.0 | 2.5 | 3.0 | | 0 | 0.285 |

Projekt: Mätaregränden 15 - TOTAL
Beskrivning: Total Byggnad Flödesmätare

Datum: 2007-01-13

Utfört av: LTH

Sign: TMÅ

Projektfil: \\v-server3\hem\v99.tobias.m\Examensarbete\VIP+\Total Flödesmätare 070113.VIP

Företag: **Structural Design Software in Europe AB**

Byggnadsdelar - Fönster, dörrar, ventiler

| Benämning | Bygghuset | Oriering | Area | Glasandel | Skugg F1 | fakt. F2 | U-värde | Formfaktor | Nivå | Nivå | Luft | läck. | Sol- |
|--------------|-----------|----------|----------------|-----------|----------|----------|---------------------|------------|-------|-------|--------------------|-------|-------|
| | | | m ² | % | % | % | W/m ² °C | vind | Lägst | Högst | q50 | Expo- | skydd |
| | | | | | | | | | m | m | l/s,m ² | nent | |
| Isoler 1-pla | Refere ns | SÖDER | 3.1 | 70 | 80 | 64 | -0.64 | 0.0 | 1.5 | 2.5 | 0.80 | 0.60 | |
| F1 1-plan | Refere ns | SÖDER | 6.6 | 70 | 70 | 56 | -1.68 | 0.0 | 1.0 | 2.5 | 0.80 | 0.65 | |
| FD 1-plan | Refere ns | SÖDER | 2.9 | 70 | 70 | 56 | -1.68 | 0.0 | 0.5 | 2.5 | 0.80 | 0.65 | |
| Dörr 2-plan | D1 | SÖDER | 2.9 | 0 | 0 | 0 | 2.00 | 0.0 | 0.3 | 2.5 | 0.80 | 0.60 | |
| F1 2-plan | Refere ns | VÄSTER | 4.4 | 70 | 70 | 56 | -2.27 | 0.0 | 0.8 | 2.5 | 0.80 | 0.65 | |
| F3 2-plan | Refere ns | VÄSTER | 0.5 | 70 | 70 | 56 | -2.27 | 0.0 | 1.8 | 2.5 | 0.80 | 0.65 | |
| FD 2-plan | Refere ns | VÄSTER | 2.9 | 70 | 70 | 56 | -2.27 | 0.0 | 0.3 | 2.5 | 0.80 | 0.65 | |
| F2 2-plan | Refere ns | VÄSTER | 3.1 | 70 | 70 | 56 | -2.27 | 0.0 | 4.2 | 5.4 | 0.80 | 0.65 | |
| F3 2-plan | Refere ns | VÄSTER | 0.5 | 70 | 70 | 56 | -2.27 | 0.0 | 4.7 | 5.4 | 0.80 | 0.65 | |
| F3 2-plan | Refere ns | NORR | 0.5 | 70 | 70 | 56 | -2.63 | 0.0 | 1.8 | 2.5 | 0.80 | 0.65 | |
| F2 2-plan | Refere ns | ÖSTER | 4.7 | 70 | 70 | 56 | -2.27 | 0.0 | 1.3 | 2.5 | 0.80 | 0.65 | |
| F3 2-plan | Refere ns | ÖSTER | 0.5 | 70 | 70 | 56 | -2.27 | 0.0 | 1.8 | 2.5 | 0.80 | 0.65 | |
| Dörr 2-plan | Refere ns | ÖSTER | 2.9 | 40 | 90 | 72 | -2.27 | 0.0 | 0.3 | 2.5 | 0.80 | 0.65 | |
| F2 2-plan | Refere ns | ÖSTER | 4.7 | 70 | 70 | 56 | -2.27 | 0.0 | 4.2 | 5.4 | 0.80 | 0.65 | |
| FD 2-plan | Refere ns | ÖSTER | 2.9 | 70 | 70 | 56 | -2.27 | 0.0 | 3.2 | 5.4 | 0.80 | 0.65 | |

Driftdata

| Driftfalls benämning | Veckodagar | Dag nr. | Tid | Process energi | Process energi | Person energi | Tappvarmv. energi | Tappvarmv. energi | Högsta rumstem | Lägsta rumstem |
|----------------------|------------|---------|--------|------------------|----------------|------------------|-------------------|-------------------|----------------|----------------|
| | | | | W/m ² | W/lgh | W/m ² | W/m ² | W/lgh | °C | °C |
| Referens | MÅND-SÖND | 1 - 365 | 0 - 24 | 2.51 | 251.00 | 1.00 | 0.37 | 0.00 | 24.00 | 20.00 |

Ventilationsaggregat

| Aggregatbenämning | Tilluft | Frånluft | Verkn.gr | Lägsta |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|
| | Fläkttryck Pa | Fläkttryck Pa | Återvinning % | Tilluftstemp °C |
| Svenstam | 0.00 | 0.00 | 50.00 | 0.00 |

Projekt: Mätaregränden 15 - TOTAL Datum: 2007-01-13
 Beskrivning: Total Byggnad Flödesmätare
 Utfört av: LTH Sign: TMÅ
 Projektfil: \\v-server3\hem\v99.tobias.m\Examensarbete\V IP+\Total Flödesmätare 070113.VIP Företag: **Structural Design Software in Europe AB**

Ventilationsaggregat - Drifftider och flöden

| Vecko- dagar | Tilluft oms/h | Frånluft oms/h | Startdag-Slutdag | Starttid-Sluttid |
|-----------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|
| Svenstam | | | | |
| MÅND-SÖND | 0.50 | 0.50 | 1 - 365 | 0 - 24 |

Installationer

| | | | |
|---|------|----------------|----|
| Värmeåtervinning från spillvatten till tappvarmvatten | | | |
| Verkningsgrad | 0.00 | % | |
| Komfortkyla Kylfaktor | 0.0 | | |
| Max RH i rumsluft | 0.0 | % | |
| El till cirkulationspump | 0.0 | % av kyleffekt | |
| Rumstemperaturens termostatgräns | 0.0 | 0.0 | °C |

RESULTAT

Detaljerat Resultat

Aktuellt hus med aktuell drift

| Period | Angiven Energi | kWh | | | | Tillförd Energi | kWh | | |
|----------|----------------|--------------|---------------|-------------|------------|-----------------|---------|-----------|-------------|
| | | Transmission | Luft-läckning | Ventilation | Varmvatten | | Kylning | Solenergi | Återvinning |
| Månad 1 | 2801 | 0 | 940 | 44 | 0 | 26 | 0 | 50 | 3703 |
| Månad 2 | 2563 | 0 | 863 | 40 | 0 | 47 | 0 | 45 | 3373 |
| Månad 3 | 2456 | 0 | 837 | 44 | 0 | 153 | 0 | 50 | 3136 |
| Månad 4 | 1814 | 0 | 657 | 42 | 0 | 632 | 0 | 48 | 1834 |
| Månad 5 | 1170 | 0 | 473 | 44 | 124 | 1057 | 0 | 50 | 708 |
| Månad 6 | 705 | 0 | 319 | 42 | 208 | 979 | 0 | 48 | 259 |
| Månad 7 | 552 | 0 | 275 | 44 | 412 | 1112 | 0 | 50 | 118 |
| Månad 8 | 577 | 0 | 264 | 44 | 255 | 934 | 0 | 50 | 158 |
| Månad 9 | 886 | 0 | 324 | 42 | 4 | 285 | 0 | 48 | 908 |
| Månad 10 | 1457 | 0 | 495 | 44 | 0 | 68 | 0 | 50 | 1876 |
| Månad 11 | 2025 | 0 | 682 | 42 | 0 | 37 | 0 | 48 | 2662 |
| Månad 12 | 2560 | 0 | 858 | 44 | 0 | 21 | 0 | 50 | 3392 |

Detaljerat Resultat

Referenshus med referensdrift

| Period | Angiven Energi | kWh | | | | Tillförd Energi | kWh | | |
|----------|----------------|--------------|---------------|-------------|------------|-----------------|---------|-----------|-------------|
| | | Transmission | Luft-läckning | Ventilation | Varmvatten | | Kylning | Solenergi | Återvinning |
| Månad 1 | 1271 | 111 | 940 | 44 | 0 | 26 | 470 | 50 | 1812 |
| Månad 2 | 1151 | 104 | 863 | 40 | 0 | 47 | 431 | 45 | 1633 |
| Månad 3 | 1061 | 92 | 837 | 44 | 0 | 153 | 416 | 50 | 1417 |
| Månad 4 | 660 | 69 | 684 | 42 | 17 | 632 | 224 | 48 | 569 |
| Månad 5 | 246 | 43 | 517 | 44 | 485 | 1057 | 73 | 50 | 166 |
| Månad 6 | 23 | 25 | 362 | 42 | 635 | 979 | 12 | 48 | 54 |
| Månad 7 | -82 | 21 | 311 | 44 | 913 | 1112 | 1 | 50 | 44 |
| Månad 8 | 26 | 20 | 306 | 44 | 637 | 934 | 4 | 50 | 45 |
| Månad 9 | 326 | 23 | 345 | 42 | 29 | 285 | 112 | 48 | 303 |
| Månad 10 | 637 | 40 | 495 | 44 | 0 | 68 | 247 | 50 | 849 |
| Månad 11 | 911 | 68 | 682 | 42 | 0 | 37 | 341 | 48 | 1274 |

Projekt: Mätaregränden 15 - TOTAL
Beskrivning: Total Byggnad Flödesmätare

Datum: 2007-01-13

Utfört av: LTH

Sign: TMÅ

Projektfil: \\v-server3\hem\v99.tobias.m\Examensarbete\VIP-\Total Flödesmätare 070113.VIP

Företag: **Structural Design Software in Europe AB**

Detaljerat Resultat

Referenshus med referensdrift

| Period | Angiven Energi | kWh | | | | Tillförd Energi | kWh | | |
|----------|------------------|-------------------|-----------------|-----------------|---------|-----------------|------------------|---------|-----------------|
| | Transmis sion | Luft- läckning | Ventilat ion | Varm- vatten | Kylning | Solenergi | Åter- vinning | Process | Uppvärm ning |
| Månad 12 | 1162 | 97 | 858 | 44 | 0 | 21 | 429 | 50 | 1662 |

Nyckeltal

| | Referenshus | Aktuellt hus | Aktuellt hus | |
|------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------------|
| | Referensdrift | Referensdrift | Aktuell drift | |
| Inre värmekapacitet | 22.72 | 22.70 | 22.70 | Wh/m ² °C |
| Yttre värmekapacitet | 24.30 | 108.47 | 108.47 | Wh/m ² °C |
| Medeltemperatur | 20.00 | 20.00 | 20.00 | °C |
| Medelvärde ventilation | 0.50 | 0.50 | 0.50 | oms/h |
| Processenergi medel | 0.42 | 0.42 | 0.42 | W/m ² |
| Personenergi medel | 0.00 | 0.00 | 0.00 | W/m ² |
| Fs-värde medel | 0.222 | 0.461 | 0.461 | W/m ² °C |
| Fs-värde max tillåtet | | 0.288 | 0.288 | W/m ² °C |
| Omslutningsarea | | 376.00 | 376.00 | m ² |
| Summa U-värde * Area | 83.34 | 173.15 | 173.15 | W/°C |
| Luftläckage vid 50 Pa | 138.08 | 143.83 | 143.83 | l/s |
| Invändigt tryck medel | -1.2 | -10.4 | -10.4 | Pa |

Jämförelse energibalans Referenshus - Aktuellt hus

| | Referenshus | Aktuellt hus | Aktuellt hus |
|--|---------------|---------------|---------------|
| | Referensdrift | Referensdrift | Aktuell drift |
| Avgiven energi (kWh): | | | |
| Transmission omslutningsytor | 7393 | 19566 | 19566 |
| Luftläckage | 712 | 0 | 0 |
| Ventilation | 7199 | 6986 | 6986 |
| Tappvarmvatten | 515 | 515 | 515 |
| Kylning | 2715 | 1002 | 1002 |
| Tillförd energi (kWh): | | | |
| Solenergi genom fönster | 5351 | 5351 | 5351 |
| Energiåtervinning värmväxlare | 2761 | 0 | 0 |
| Energiåtervinning värmepump | 0 | 0 | 0 |
| Energiåtervinning Solvärme | 0 | 0 | 0 |
| Personenergi | 0 | 0 | 0 |
| Processenergi | 585 | 585 | 585 |
| UPPVÄRMNING | 9828 | 22128 | 22128 |
| EL KOMFORTKYLA | 0 | 0 | 0 |
| Uppvärmning per golvarea (kWh/m ²) | 62 | 139 | 139 |
| Elförbrukning som ingår i 'UPPVÄRMNING': | | | |
| El till värmepump | 0 | 0 | 0 |
| El till tillluftsfläktar | 0 | 0 | 0 |
| El till frånluftsfläktar | 0 | 0 | 0 |
| El till Cirkulationspumpar | 0 | 0 | 0 |

7.8 Bilaga 8 – VIP+ analys, teoretiska modellen

Projekt: Mätaregränden 15 - TOTAL

Datum: 2007-01-13

Beskrivning: Total Byggnad

Utfört av: LTH

Sign: TMÅ

Projektfil: \\v-server3\hem\v99.tobias.m\Examensarbete\VIP+\Total 070113.VIP

Företag: **Structural Design Software in Europe AB**

KOMMENTARER

Examensarbete ByFy

INDATA

Allmänt

| | |
|----------------------------------|---|
| Beräkningsdatum | 2007-01-13 (13:29:27) |
| Beräkningsperiod - Dag | 1 - 365 |
| Klimatdata | Malmö |
| Latitud | 55.6 grader |
| Markreflektion | 20.00 % |
| Vindhastighet | 50.00 % av klimatdata |
| Horisontvinkel mot markplan | S:45 SV:20 V:20 NV:20 N:30 NO:30 O:20 SO:30 ° |
| 'Söderfasadens' vinkel mot söder | 0 ° |
| Verksamhetstyp | Bostad |
| Antal lägenheter | 1 |
| Ventilationsvolym | 383.0 m ³ |
| Uppvärmd bruksarea enl SS021052 | 159.0 m ² |

Aktuellt Hus

Byggdelstyper - Katalog

| Byggdels typ | Material | Skikt-tjocklek | Värmeledningstal | Densitet | Värme-kapacitet | U-värde | Delta-U-värde | Luft q50 | läck. Expo-nent |
|-----------------|------------------|----------------|---------------------|-------------------|-----------------|---------------------|---------------------|--------------------|-----------------|
| | | m | W/m ² °C | kg/m ³ | J/kg°C | W/m ² °C | W/m ² °C | l/s,m ² | |
| Yttervägg | TEGEL70 | 0.120 | 0.700 | 1500 | 850 | 0.520 | 0.000 | 0.83 | 0.60 |
| | Luft 26 | 0.001 | 0.026 | 1 | 1000 | | | | |
| | Fiberplan k | 0.100 | 0.078 | 294 | 1339 | | | | |
| | P.träfibr BYGG | 0.013 | 0.050 | 300 | 1339 | | | | |
| Vindsbjälklag | Trä-14-2700 | 0.017 | 0.140 | 500 | 2700 | 0.278 | 0.000 | 0.00 | 0.60 |
| | Luft 26 | 0.003 | 0.026 | 1 | 1000 | | | | |
| | Min.Matta BYGG | 0.030 | 0.046 | 90 | 750 | | | | |
| | Min+träVindsbjk | 0.120 | 0.050 | 67 | 823 | | | | |
| | Trä-14-2700 | 0.017 | 0.140 | 500 | 2700 | | | | |
| Mellanbjkl | Trä-14-2700 | 0.017 | 0.140 | 500 | 2700 | 0.511 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| | Min+träMellanbjk | 0.080 | 0.053 | 84 | 896 | | | | |
| | SPÅNSKIVA | 0.022 | 0.140 | 600 | 2300 | | | | |
| Bottenbjkl Korr | Betong 950 | 0.035 | 1.700 | 2300 | 950 | 0.390 | 0.000 | 0.00 | 0.60 |
| | Min+träBottenbjk | 0.112 | 0.053 | 84 | 896 | | | | |
| | SPÅNSKIVA | 0.022 | 0.140 | 600 | 2300 | | | | |
| | Trä-14-2700 | 0.015 | 0.140 | 500 | 2700 | | | | |
| Snedtak | Trä-14-2700 | 0.020 | 0.140 | 500 | 2700 | 0.285 | 0.000 | 0.00 | 0.60 |
| | Min.Matta BYGG | 0.030 | 0.046 | 90 | 750 | | | | |

Projekt: Mätaregränden 15 - TOTAL

Datum: 2007-01-13

Beskrivning: Total Byggnad

Utfört av: LTH

Sign: TMÅ

Projektfil: \\v-server3\hem\v99.tobias.m\Examensarbete\VIP+\Total 070113.VIP

Företag: **Structural Design Software in Europe AB**

Byggdeltstyper - Katalog

| Byggdels typ | Material | Skikt-tjocklek | Värmeledningstal | Densitet | Värme-kapacitet | U-värde | Delta-U-värde | Luft q50 | läck. Expo- |
|--------------|-----------------|----------------|---------------------|-------------------|-----------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------------|
| | | m | W/m ² °C | kg/m ³ | J/kg°C | W/m ² °C | W/m ² °C | l/s,m ² | nent |
| | Min+träVindsbjk | 0.120 | 0.050 | 67 | 823 | | | | |
| | Trä-14-2700 | 0.017 | 0.140 | 500 | 2700 | | | | |

Byggnadsdelar - Väggar, bjälklag

| Benämning | Byggdeltstyp | Orientering | Area | Sol-absorption | Formfaktor | Nivå | Nivå | Mot-temp | Andel av effekt-behov | U-Värde med mark och Delta-U |
|-----------------|----------------|-------------|----------------|----------------|------------|--------|--------|----------|-----------------------|------------------------------|
| | | | m ² | % | | Lägsta | Högsta | °C | % | W/m ² °C |
| Yttervägg 2-pla | Yttervägg | SÖDER | 22.6 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 5.5 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 1-pla | Yttervägg | SÖDER | 11.4 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 2.5 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 1-pla | Yttervägg | VÄSTER | 9.8 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 2.7 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 2-pla | Yttervägg | VÄSTER | 31.2 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 5.5 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 1-pla | Yttervägg | NORR | 29.5 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 2-pla | Yttervägg | NORR | 25.0 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 5.5 | | 0 | 0.520 |
| Mellanbjälklag | Mellanbjälklag | INNER | 57.9 | | | | | | | |
| Vindsbjälklag | Vindsbjälklag | TAK | 57.9 | 90.0 | 0.0 | 5.5 | 5.5 | | 0 | 0.278 |
| Bottenbjälklag | Bottenbjälklag | NORR | 101.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0 | 0.390 |
| Snedtak | Snedtak | TAK | 43.9 | 90.0 | 0.0 | 2.5 | 3.0 | | 0 | 0.285 |

Solskyddstyper

| Benämning | Gränstemperatur | Gränseffekt | Reduktion F1 | Reduktion F2 | Skärmvinkel | Högsta Vindhastighet |
|-----------|-----------------|------------------|--------------|--------------|-------------|----------------------|
| | °C | W/m ² | % | % | grader | m/s |
| Markis | 0.0 | 50.0 | 0.0 | 0.0 | 45.0 | 10.0 |

Byggnadsdelar - Fönster, dörrar, ventiler

| Benämning | Byggdeltstyp | Orientering | Area | Glasandel | Skuggfaktor | fakt. | U-värde | Formfaktor | Nivå | Nivå | Luft q50 | läck. Expo- | Sol-skydd |
|--------------|--------------|-------------|----------------|-----------|-------------|-------|---------------------|------------|-------|-------|--------------------|-------------|-----------|
| | | | m ² | % | F1 | F2 | W/m ² °C | faktor | Lägst | Högst | 50Pa | nent | skydd |
| | | | | | % | % | | vind | m | m | l/s,m ² | | |
| Isoler 1-pla | 3GLAS | SÖDER | 3.1 | 70 | 80 | 64 | 1.80 | 0.0 | 1.5 | 2.5 | 0.83 | 0.60 | |
| F1 1-plan | 2GLAS | SÖDER | 6.6 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 1.0 | 2.5 | 0.83 | 0.65 | |

Projekt: Mätaregränden 15 - TOTAL

Datum: 2007-01-13

Beskrivning: Total Byggnad

Utfört av: LTH

Sign: TMÅ

Projektfil: \\v-server3\hem\v99.tobias.m\Examensarbete\VIP+\Total 070113.VIP

Företag: **Structural Design Software in Europe AB**

Byggnadsdelar - Fönster, dörrar, ventiler

| Benämning | Bygghuset | Oriering | Area | Glasandel | Skugg F1 | fakt. F2 | U-värde | Formfaktor | Nivå | Nivå | Luft | läck. | Sol- |
|-------------|-----------|----------|----------------|-----------|----------|----------|---------------------|------------|-------|-------|--------------------|-------|-------|
| | | terin g | m ² | % | % | % | W/m ² °C | vind | Lägst | Högst | q50 | Expo- | skydd |
| | | | | | | | | | m | m | l/s,m ² | nent | |
| FD 1-plan | 2GLAS | SÖDER | 2.9 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 0.5 | 2.5 | 0.83 | 0.65 | |
| Dörr 2-plan | D1 | SÖDER | 2.9 | 0 | 0 | 0 | 2.00 | 0.0 | 0.3 | 2.5 | 0.83 | 0.60 | |
| F1 2-plan | 2GLAS | VÄSTER | 4.4 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 0.8 | 2.5 | 0.83 | 0.65 | |
| F3 2-plan | 2GLAS | VÄSTER | 0.5 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 1.8 | 2.5 | 0.83 | 0.65 | |
| FD 2-plan | 2GLAS | VÄSTER | 2.9 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 0.3 | 2.5 | 0.83 | 0.65 | |
| F2 2-plan | 2GLAS | VÄSTER | 3.1 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 4.2 | 5.4 | 0.83 | 0.65 | |
| F3 2-plan | 2GLAS | VÄSTER | 0.5 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 4.7 | 5.4 | 0.83 | 0.65 | |
| F3 2-plan | 2GLAS | NORR | 0.5 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 1.8 | 2.5 | 0.83 | 0.65 | |
| F2 2-plan | 2GLAS | ÖSTER | 4.7 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 1.3 | 2.5 | 0.83 | 0.65 | |
| F3 2-plan | 2GLAS | ÖSTER | 0.5 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 1.8 | 2.5 | 0.83 | 0.65 | |
| Dörr 2-plan | FD2GLAS | ÖSTER | 2.9 | 40 | 90 | 72 | 2.70 | 0.0 | 0.3 | 2.5 | 0.83 | 0.65 | |
| F2 2-plan | 2GLAS | ÖSTER | 4.7 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 4.2 | 5.4 | 0.83 | 0.65 | |
| FD 2-plan | 2GLAS | ÖSTER | 2.9 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 3.2 | 5.4 | 0.83 | 0.65 | |

Driftdata

| Driftfalls benämning | Veckodagar | Dag nr. | Tid | Process energi | Process energi | Person energi | Tappvarmv. energi | Tappvarmv. energi | Högsta rumstem | Lägsta rumstem |
|----------------------|------------|---------|--------|------------------|----------------|------------------|-------------------|-------------------|----------------|----------------|
| | | | | W/m ² | W/lgh | W/m ² | W/m ² | W/lgh | °C | °C |
| Svenstam D | MÅND-SÖND | 1 - 365 | 0 - 24 | 0.42 | 0.00 | 0.00 | 0.37 | 0.00 | 24.00 | 20.00 |

Ventilationsaggregat

| Aggregatbenämning | Tilluft Fläkttryck Pa | Verkn.gr. % | Frånluft Fläkttryck Pa | Verkn.gr. % | Verkn.gr. Återvinning % | Lägsta Tilluftstemp °C |
|-------------------|-----------------------|-------------|------------------------|-------------|-------------------------|------------------------|
| Svenstam | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Ventilationsaggregat - Drifttider och flöden

| Veckodagar | Tilluft oms/h | Frånluft oms/h | Startdag-Slutdag | Starttid-Sluttid |
|--------------------|---------------|----------------|------------------|------------------|
| Svenstam MÅND-SÖND | 0.00 | 0.50 | 1 - 365 | 0 - 24 |

Projekt: Mätaregränden 15 - TOTAL

Datum: 2007-01-13

Beskrivning: Total Byggnad

Utfört av: LTH

Sign: TMÅ

Projektfil: \\v-server3\hem\v99.tobias.m\Examensarbete\VIP+\Total 070113.VIP

Företag: **Structural Design Software in Europe AB**

Installationer

| | | | |
|---|------|----------------|----|
| Krav på energisparåtgärder enligt BBR kap 9:3 | Nej | | |
| Värmeåtervinning från spillvatten till tappvarmvatten | | | |
| Verkningsgrad | 0.00 | % | |
| Komfortkyla Kylfaktor | 0.0 | | |
| Max RH i rumsluft | 0.0 | % | |
| El till cirkulationspump | 0.0 | % av kyleffekt | |
| Rumstemperaturens termostatgräns | 0.0 | 0.0 | °C |

Referenshus

Byggdeltstyper - Katalog

| Byggdeltstyp | Material | Skikt- tjocklek m | Värme- ledningstal W/m ² °C | Densitet kg/m ³ | Värme- kapacitet J/kg°C | U-värde W/m ² °C | Delta- U-värde W/m ² °C | Luft q50 l/s,m ² | läck. Expo- nent |
|--------------|--------------|-------------------------|--|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--|-----------------------------------|------------------------|
| Referens | Yttre skikt | 0.000 | 10.000 | 900 | 100000 | 0.533 | 0.000 | 0.80 | 0.50 |
| | Mellanskikt | 0.068 | 0.040 | 1 | 100 | | | | |
| | Inre skikt | 0.000 | 10.000 | 900 | 100000 | | | | |
| | Inre byggdel | 0.000 | 0.100 | 10 | 10 | | | | |

Byggnadsdelar - Väggar, bjälklag

| Benämning | Byggdeltstyp | Oriente ring | Area m ² | Sol- absorb. tion % | Form- faktor vind | Nivå Lägsta m | Nivå Högsta m | Mot- temp °C | Andel av effekt- behov % | U-Värde med mark och Delta-U W/m ² °C |
|-----------------|--------------|--------------|------------------------|------------------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------------------------|---|
| Yttervägg 2-pla | Referens | SÖDER | 22.6 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 5.5 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 1-pla | Referens | SÖDER | 11.4 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 2.5 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 1-pla | Referens | VÄSTER | 9.8 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 2.7 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 2-pla | Referens | VÄSTER | 31.2 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 5.5 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 1-pla | Referens | NORR | 29.5 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 2-pla | Referens | NORR | 25.0 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 5.5 | | 0 | 0.520 |
| Mellanbjälklag | Referens | INNER | 57.9 | | | | | | | |
| Vindsbjälklag | Referens | TAK | 57.9 | 90.0 | 0.0 | 5.5 | 5.5 | | 0 | 0.278 |
| Bottenbjälklag | Referens | NORR | 101.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0 | 0.390 |
| Snedtak | Referens | TAK | 43.9 | 90.0 | 0.0 | 2.5 | 3.0 | | 0 | 0.285 |

Projekt: Mätaregränden 15 - TOTAL

Datum: 2007-01-13

Beskrivning: Total Byggnad

Utfört av: LTH

Sign: TMÅ

Projektfil: \\v-server3\hem\v99.tobias.m\Examensarbete\VIP+\Total 070113.VIP

Företag: **Structural Design Software in Europe AB**

Byggnadsdelar - Fönster, dörrar, ventiler

| Benämning | Byggnadstyp | Oriering | Area | Glasandel | Skugg F1 | fakt. F2 | U-värde | Formfaktor | Nivå | Nivå | Luft | läck. | Sol- |
|--------------|-------------|----------|----------------|-----------|----------|----------|---------------------|------------|-------|-------|--------------------|-------|-------|
| | | terin g | m ² | % | % | % | W/m ² °C | vind | Lägst | Högst | q50 | Expo- | skydd |
| | | | | | | | | | m | m | l/s,m ² | nent | |
| Isoler 1-pla | Refere ns | SÖDER | 3.1 | 70 | 80 | 64 | -0.64 | 0.0 | 1.5 | 2.5 | 0.80 | 0.60 | |
| F1 1-plan | Refere ns | SÖDER | 6.6 | 70 | 70 | 56 | -1.68 | 0.0 | 1.0 | 2.5 | 0.80 | 0.65 | |
| FD 1-plan | Refere ns | SÖDER | 2.9 | 70 | 70 | 56 | -1.68 | 0.0 | 0.5 | 2.5 | 0.80 | 0.65 | |
| Dörr 2-plan | D1 | SÖDER | 2.9 | 0 | 0 | 0 | 2.00 | 0.0 | 0.3 | 2.5 | 0.80 | 0.60 | |
| F1 2-plan | Refere ns | VÄSTER | 4.4 | 70 | 70 | 56 | -2.27 | 0.0 | 0.8 | 2.5 | 0.80 | 0.65 | |
| F3 2-plan | Refere ns | VÄSTER | 0.5 | 70 | 70 | 56 | -2.27 | 0.0 | 1.8 | 2.5 | 0.80 | 0.65 | |
| FD 2-plan | Refere ns | VÄSTER | 2.9 | 70 | 70 | 56 | -2.27 | 0.0 | 0.3 | 2.5 | 0.80 | 0.65 | |
| F2 2-plan | Refere ns | VÄSTER | 3.1 | 70 | 70 | 56 | -2.27 | 0.0 | 4.2 | 5.4 | 0.80 | 0.65 | |
| F3 2-plan | Refere ns | VÄSTER | 0.5 | 70 | 70 | 56 | -2.27 | 0.0 | 4.7 | 5.4 | 0.80 | 0.65 | |
| F3 2-plan | Refere ns | NORR | 0.5 | 70 | 70 | 56 | -2.63 | 0.0 | 1.8 | 2.5 | 0.80 | 0.65 | |
| F2 2-plan | Refere ns | ÖSTER | 4.7 | 70 | 70 | 56 | -2.27 | 0.0 | 1.3 | 2.5 | 0.80 | 0.65 | |
| F3 2-plan | Refere ns | ÖSTER | 0.5 | 70 | 70 | 56 | -2.27 | 0.0 | 1.8 | 2.5 | 0.80 | 0.65 | |
| Dörr 2-plan | Refere ns | ÖSTER | 2.9 | 40 | 90 | 72 | -2.27 | 0.0 | 0.3 | 2.5 | 0.80 | 0.65 | |
| F2 2-plan | Refere ns | ÖSTER | 4.7 | 70 | 70 | 56 | -2.27 | 0.0 | 4.2 | 5.4 | 0.80 | 0.65 | |
| FD 2-plan | Refere ns | ÖSTER | 2.9 | 70 | 70 | 56 | -2.27 | 0.0 | 3.2 | 5.4 | 0.80 | 0.65 | |

Driftdata

| Driftfalls benämning | Veckodagar | Dag nr. | Tid | Process energi | Process energi | Person energi | Tappvarmv. energi | Tappvarmv. energi | Högsta rumstem p | Lägsta rumstem p |
|----------------------|------------|---------|--------|------------------|----------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|
| | | | | W/m ² | W/lgh | W/m ² | W/m ² | W/lgh | °C | °C |
| Referens | MÅND-SÖND | 1 - 365 | 0 - 24 | 2.51 | 251.00 | 1.00 | 0.37 | 0.00 | 24.00 | 20.00 |

Ventilationsaggregat

| Aggregatbenämning | Tilluft Fläkttryck Pa | Verkn.gr. % | Frånluft Fläkttryck Pa | Verkn.gr. % | Verkn.gr. % | Lägsta Tilluftstemp °C |
|-------------------|-----------------------|-------------|------------------------|-------------|-------------|------------------------|
| Svenstam | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 50.00 | 0.00 |

Projekt: Mätaregränden 15 - TOTAL Datum: 2007-01-13
 Beskrivning: Total Byggnad
 Utfört av: LTH Sign: TMÅ
 Projektfil: \\v-server3\hem\v99.tobias.m\Examensarbete\VIP+\Total 070113.VIP Företag: **Structural Design Software in Europe AB**

Ventilationsaggregat - Drifttider och flöden

| Vecko- dagar | Tilluft oms/h | Frånluft oms/h | Startdag-Slutdag | Starttid-Sluttid |
|-----------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|
| Svenstam | | | | |
| MÅND-SÖND | 0.50 | 0.50 | 1 - 365 | 0 - 24 |

Installationer

| | | | |
|---|------|----------------|----|
| Värmeåtervinning från spillvatten till tappvarmvatten | | | |
| Verkningsgrad | 0.00 | % | |
| Komfortkyla Kylfaktor | 0.0 | | |
| Max RH i rumsluft | 0.0 | % | |
| El till cirkulationspump | 0.0 | % av kyleffekt | |
| Rumstemperaturens termostatgräns | 0.0 | 0.0 | °C |

RESULTAT

Detaljerat Resultat

Aktuellt hus med aktuell drift

| Period | Angiven Energi | kWh | | | | Tillförd Energi | kWh | | Process | Uppvärmning |
|----------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-----------------|--------------------|----------------|------------------|---------|-------------|
| | | Transmis- sion | Luft- läckning | Ventilat- ion | Varm- vatten | | Solenergi i | Åter- vinning | | |
| Månad 1 | 3529 | 0 | 940 | 44 | 0 | 26 | 0 | 50 | 4429 | |
| Månad 2 | 3228 | 0 | 863 | 40 | 0 | 47 | 0 | 45 | 4038 | |
| Månad 3 | 3095 | 0 | 837 | 44 | 0 | 153 | 0 | 50 | 3776 | |
| Månad 4 | 2293 | 0 | 655 | 42 | 0 | 632 | 0 | 48 | 2309 | |
| Månad 5 | 1472 | 0 | 463 | 44 | 102 | 1057 | 0 | 50 | 979 | |
| Månad 6 | 878 | 0 | 307 | 42 | 181 | 979 | 0 | 48 | 391 | |
| Månad 7 | 690 | 0 | 263 | 44 | 371 | 1112 | 0 | 50 | 205 | |
| Månad 8 | 709 | 0 | 252 | 44 | 227 | 934 | 0 | 50 | 252 | |
| Månad 9 | 1116 | 0 | 322 | 42 | 2 | 285 | 0 | 48 | 1134 | |
| Månad 10 | 1837 | 0 | 495 | 44 | 0 | 68 | 0 | 50 | 2255 | |
| Månad 11 | 2552 | 0 | 682 | 42 | 0 | 37 | 0 | 48 | 3188 | |
| Månad 12 | 3224 | 0 | 858 | 44 | 0 | 21 | 0 | 50 | 4057 | |

Detaljerat Resultat

Referenshus med referensdrift

| Period | Angiven Energi | kWh | | | | Tillförd Energi | kWh | | Process | Uppvärmning |
|----------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-----------------|--------------------|----------------|------------------|---------|-------------|
| | | Transmis- sion | Luft- läckning | Ventilat- ion | Varm- vatten | | Solenergi i | Åter- vinning | | |
| Månad 1 | 1271 | 111 | 940 | 44 | 0 | 26 | 470 | 50 | 1812 | |
| Månad 2 | 1151 | 104 | 863 | 40 | 0 | 47 | 431 | 45 | 1633 | |
| Månad 3 | 1061 | 92 | 837 | 44 | 0 | 153 | 416 | 50 | 1417 | |
| Månad 4 | 661 | 69 | 684 | 42 | 18 | 632 | 224 | 48 | 571 | |
| Månad 5 | 246 | 43 | 517 | 44 | 488 | 1057 | 74 | 50 | 168 | |
| Månad 6 | 23 | 25 | 361 | 42 | 637 | 979 | 13 | 48 | 54 | |
| Månad 7 | -83 | 20 | 311 | 44 | 914 | 1112 | 1 | 50 | 44 | |
| Månad 8 | 25 | 20 | 305 | 44 | 638 | 934 | 4 | 50 | 45 | |
| Månad 9 | 326 | 23 | 345 | 42 | 30 | 285 | 112 | 48 | 304 | |
| Månad 10 | 637 | 40 | 495 | 44 | 0 | 68 | 247 | 50 | 850 | |
| Månad 11 | 911 | 68 | 682 | 42 | 0 | 37 | 341 | 48 | 1274 | |

Projekt: Mätaregränden 15 - TOTAL

Datum: 2007-01-13

Beskrivning: Total Byggnad

Utfört av: LTH

Sign: TMÅ

Projektfil: \\v-server3\hem\v99.tobias.m\Examensarbete\VIP-\Total 070113.VIP

Företag: **Structural Design Software in Europe AB**

Detaljerat Resultat

Referenshus med referensdrift

| Period | Angiven Energi | kWh | | | | Tillförd Energi | kWh | | |
|----------|------------------|-------------------|-----------------|-----------------|---------|-----------------|------------------|-------------------|-----------------|
| | Transmis sion | Luft- läckning | Ventilat ion | Varm- vatten | Kylning | Solenergi | Åter- vinning | Process Person | Uppvärm ning |
| Månad 12 | 1162 | 97 | 858 | 44 | 0 | 21 | 429 | 50 | 1662 |

Nyckeltal

| | Referenshus | Aktuellt hus | Aktuellt hus | |
|------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------------|
| | Referensdrift | Referensdrift | Aktuell drift | |
| Inre värmekapacitet | 22.46 | 22.45 | 22.45 | Wh/m ² °C |
| Yttre värmekapacitet | 24.30 | 66.41 | 66.41 | Wh/m ² °C |
| Medeltemperatur | 20.00 | 20.00 | 20.00 | °C |
| Medelvärde ventilation | 0.50 | 0.50 | 0.50 | oms/h |
| Processenergi medel | 0.42 | 0.42 | 0.42 | W/m ² |
| Personenergi medel | 0.00 | 0.00 | 0.00 | W/m ² |
| Fs-värde medel | 0.222 | 0.607 | 0.607 | W/m ² °C |
| Fs-värde max tillåtet | | 0.288 | 0.288 | W/m ² °C |
| Omslutningsarea | | 376.00 | 376.00 | m ² |
| Summa U-värde * Area | 83.34 | 228.12 | 228.12 | W/°C |
| Luftläckage vid 50 Pa | 138.08 | 143.83 | 143.83 | l/s |
| Invändigt tryck medel | -1.2 | -10.4 | -10.4 | Pa |

Jämförelse energibalans Referenshus - Aktuellt hus

| | Referenshus | Aktuellt hus | Aktuellt hus |
|--|---------------|---------------|---------------|
| | Referensdrift | Referensdrift | Aktuell drift |
| Avgiven energi (kWh): | | | |
| Transmission omslutningsytor | 7391 | 24623 | 24623 |
| Luftläckage | 711 | 0 | 0 |
| Ventilation | 7197 | 6937 | 6937 |
| Tappvarmvatten | 515 | 515 | 515 |
| Kylning | 2726 | 883 | 883 |
| Tillförd energi (kWh): | | | |
| Solenergi genom fönster | 5351 | 5351 | 5351 |
| Energiåtervinning värmeväxlare | 2763 | 0 | 0 |
| Energiåtervinning värmepump | 0 | 0 | 0 |
| Energiåtervinning Solvärme | 0 | 0 | 0 |
| Personenergi | 0 | 0 | 0 |
| Processenergi | 585 | 585 | 585 |
| UPPVÄRMNING | 9834 | 27013 | 27013 |
| EL KOMFORTKYLA | 0 | 0 | 0 |
| Uppvärmning per golvarea (kWh/m ²) | 62 | 170 | 170 |
| Elförbrukning som ingår i 'UPPVÄRMNING': | | | |
| El till värmepump | 0 | 0 | 0 |
| El till tillluftsfläktar | 0 | 0 | 0 |
| El till frånluftsfläktar | 0 | 0 | 0 |
| El till Cirkulationspumpar | 0 | 0 | 0 |

7.9 Bilaga 9 – Referensvärde enligt WSP Environmental⁴⁷

7.1 Referensvärden för små hus i norr

I diagram och tabell nedan redovisas referensvärden för byggnader i norra Sverige tidigare zon 1 och 2 med en uppvärmd bostadsarea under 100m².

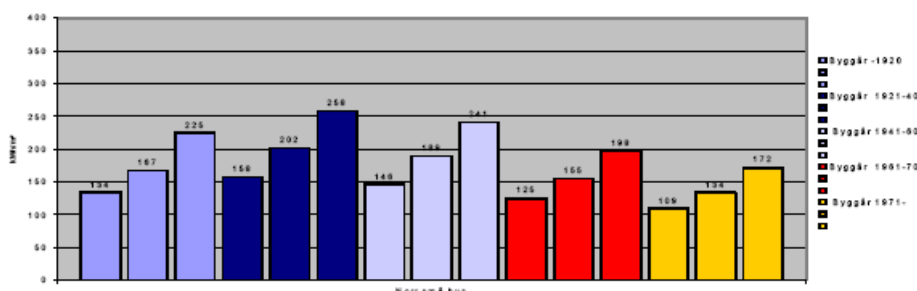


Diagram 1. Referensvärden för hus < 100 m² i norra Sverige. Energianvändningen är uppdelad på fyra byggsårgrupper. Inom respektive byggsårgrupp ges ett värde för övre respektive undre kvartilen samt ett medianvärde.

| Byggsårgrupp | Undre kvartil kWh/m ² | Median kWh/m ² | Övre kvartil kWh/m ² |
|-------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Fram till 1920 | 134 | 167 | 225 |
| Mellan 1921-40 | 158 | 202 | 258 |
| Mellan 1941-60 | 146 | 189 | 241 |
| Mellan 1961-70 | 125 | 155 | 198 |
| 1971 eller senare | 109 | 134 | 172 |

Tabell 3. Referensvärden för hus < 100 m² i norra Sverige.

7.2 Referensvärden för stora hus i norr

I diagram och tabell nedan redovisas referensvärden för byggnader i norra Sverige tidigare zon 1 och 2 med en uppvärmd bostadsarea större än 100 m².

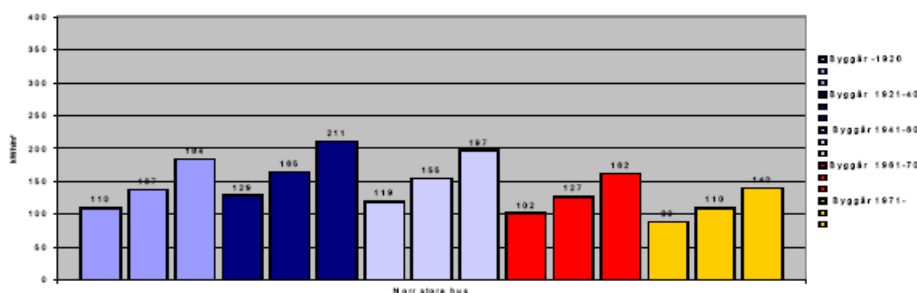


Diagram 2. Referensvärden för hus > 100 m² i norra Sverige. Energianvändningen är uppdelad på fyra byggsårgrupper. Inom respektive byggsårgrupp ges ett värde för övre respektive undre kvartilen samt ett medianvärde.

| Byggsårgrupp | Undre kvartil kWh/m ² | Median kWh/m ² | Övre kvartil kWh/m ² |
|-------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Fram till 1920 | 110 | 137 | 184 |
| Mellan 1921-40 | 129 | 165 | 211 |
| Mellan 1941-60 | 119 | 155 | 197 |
| Mellan 1961-70 | 102 | 127 | 162 |
| 1971 eller senare | 89 | 110 | 140 |

Tabell 4. Referensvärden för hus > 100 m² i norra Sverige

⁴⁷ Titel: Samlingsdokument – referensvärden: Underlagsrapporter för att ta fram referensvärden för energianvändning i befintliga småhus, flerbostadshus och lokaler. Utgivare: Boverket maj 2006. ISBN: 91-7147-959-7

7.3 Referensvärden för små hus i söder

I diagram och tabell nedan redovisas referensvärden för byggnader i norra Sverige tidigare zon 3 och 4 med en uppvärmd bostadsarea mindre än 100 m².

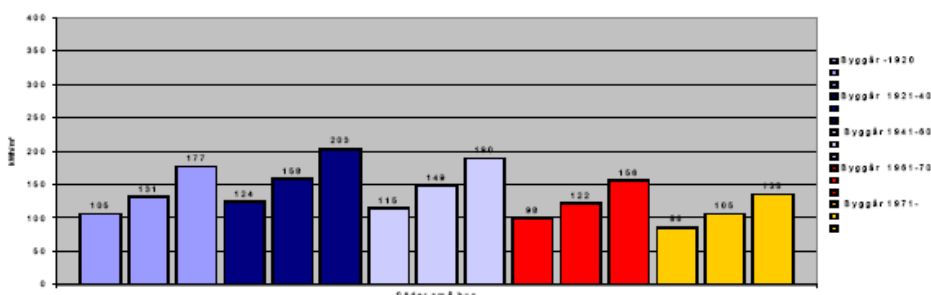


Diagram 3. Referensvärden för hus < 100 m² i södra Sverige. Energianvändningen är uppdelad på fyra byggsårgrupper. Inom respektive byggsårgrupp ges ett värde för övre respektive undre kvartilen samt ett medianvärde.

| Byggsårgrupp | Undre kvartil kWh/m ² | Median kWh/m ² | Övre kvartil kWh/m ² |
|-------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Fram till 1920 | 105 | 131 | 177 |
| Mellan 1921-40 | 124 | 158 | 203 |
| Mellan 1941-60 | 115 | 149 | 190 |
| Mellan 1961-70 | 98 | 122 | 156 |
| 1971 eller senare | 86 | 105 | 135 |

Tabell 5. Referensvärden för hus < 100 m² i södra Sverige.

7.4 Referensvärden för stora hus i söder

I diagram och tabell nedan redovisas referensvärden för byggnader i norra Sverige tidigare zon 3 och 4 med en uppvärmd bostadsarea större än 100m².

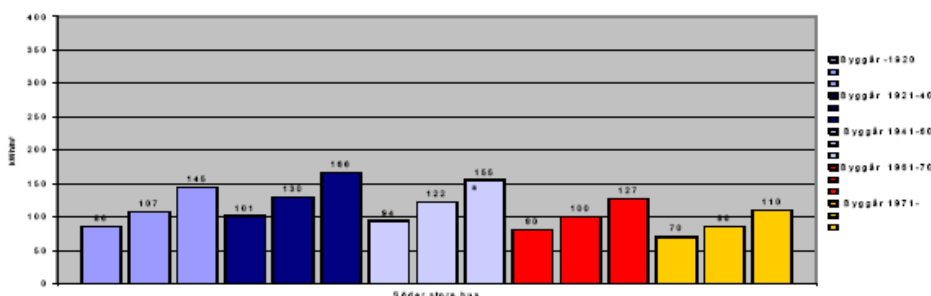


Diagram 4. Referensvärden för hus > 100 m² i södra Sverige. Energianvändningen är uppdelad på fyra byggsårgrupper. Inom respektive byggsårgrupp ges ett värde för övre respektive undre kvartilen samt ett medianvärde.

| Byggsårgrupp | Undre kvartil kWh/m ² | Median kWh/m ² | Övre kvartil kWh/m ² |
|-------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Fram till 1920 | 86 | 107 | 145 |
| Mellan 1921-40 | 101 | 130 | 166 |
| Mellan 1941-60 | 94 | 122 | 155 |
| Mellan 1961-70 | 80 | 100 | 127 |
| 1971 eller senare | 70 | 86 | 110 |

Tabell 6. Referensvärden för hus > 100 m² i norra Sverige

7.10 Bilaga 10 VIP+ Tilläggsisolering Vind

Projekt: Mätaregränden 15 - TOTAL
Beskrivning: Total Byggnad Åtgärd Vind

Datum: 2007-01-13

Utfört av: LTH

Sign: TMÅ

Projektfil: \\v-server3\hem\v99.tobias.m\Examensarbete\VIP+\Total Åtgärd Vind 070113.VIP

Företag: **Structural Design Software in Europe AB**

Byggdelsstyper - Katalog

| Byggdels typ | Material | Skikt-tjocklek | Värmeledningstal | Densitet | Värmekapacitet | U-värde | Delta-U värde | Luft q50 | läck. Expo- |
|--------------|-----------------|----------------|---------------------|-------------------|----------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------------|
| | | m | W/m ² °C | kg/m ³ | J/kg°C | W/m ² °C | W/m ² °C | l/s,m ² | nent |
| | Min.Matta BYGG | 0.030 | 0.046 | 90 | 750 | | | | |
| | Min+träVindsbjk | 0.120 | 0.050 | 67 | 823 | | | | |
| | Trä-14-2700 | 0.017 | 0.140 | 500 | 2700 | | | | |

Byggnadsdelar - Väggar, bjälklag

| Benämning | Byggdelsstyp | Orientering | Area | Solabsorption | Formfaktor | Nivå | Nivå | Mot-temp | Andel av effektbehov | U-Värde med mark och Delta-U |
|-----------------|----------------|-------------|----------------|---------------|------------|--------|--------|----------|----------------------|------------------------------|
| | | | m ² | % | | Lägsta | Högsta | °C | % | W/m ² °C |
| Yttervägg 2-pla | Yttervägg | SÖDER | 22.6 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 5.5 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 1-pla | Yttervägg | SÖDER | 11.4 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 2.5 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 1-pla | Yttervägg | VÄSTER | 9.8 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 2.7 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 2-pla | Yttervägg | VÄSTER | 31.2 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 5.5 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 1-pla | Yttervägg | NORR | 29.5 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 2-pla | Yttervägg | NORR | 25.0 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 5.5 | | 0 | 0.520 |
| Mellanbjälklag | Mellanbjälklag | INNER | 57.9 | | | | | | | |
| Vindsbjälklag | Vindsbjälklag | TAK | 57.9 | 90.0 | 0.0 | 5.5 | 5.5 | | 0 | 0.109 |
| Bottenbjälklag | Bottenbjälklag | NORR | 101.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0 | 0.390 |
| Snedtak | Snedtak | TAK | 43.9 | 90.0 | 0.0 | 2.5 | 3.0 | | 0 | 0.285 |

Solskyddstyper

| Benämning | Gränstemperatur | Gränseffekt | Reduktion F1 | Reduktion F2 | Skärmvinkel | Högsta Vindhastighet |
|-----------|-----------------|------------------|--------------|--------------|-------------|----------------------|
| | °C | W/m ² | % | % | grader | m/s |
| Markis | 0.0 | 50.0 | 0.0 | 0.0 | 45.0 | 10.0 |

Projekt: Mätaregränden 15 - TOTAL
Beskrivning: Total Byggnad Åtgärd Vind

Datum: 2007-01-13

Utfört av: LTH

Sign: TMÅ

Projektfil: \\v-server3\hem\v99.tobias.m\Examensarbete\VIP+\Total Åtgärd Vind 070113.VIP

Företag: **Structural Design Software in Europe AB**

Byggnadsdelar - Fönster, dörrar, ventiler

| Benämning | Bygghuset | Oriering | Area | Glasandel | Skugg F1 | fakt. F2 | U-värde | Formfaktor | Nivå | Nivå | Luft | läck. | Sol- |
|--------------|-----------|----------|----------------|-----------|----------|----------|---------------------|------------|-------|-------|--------------------|-------|-------|
| | | | m ² | % | % | % | W/m ² °C | vind | Lägst | Högst | q50 | Expo- | skydd |
| | | | | | | | | | m | m | l/s,m ² | nent | |
| Isoler 1-pla | 3GLAS | SÖDER | 3.1 | 70 | 80 | 64 | 1.80 | 0.0 | 1.5 | 2.5 | 0.83 | 0.60 | |
| F1 1-plan | 2GLAS | SÖDER | 6.6 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 1.0 | 2.5 | 0.83 | 0.65 | |
| FD 1-plan | 2GLAS | SÖDER | 2.9 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 0.5 | 2.5 | 0.83 | 0.65 | |
| Dörr 2-plan | D1 | SÖDER | 2.9 | 0 | 0 | 0 | 2.00 | 0.0 | 0.3 | 2.5 | 0.83 | 0.60 | |
| F1 2-plan | 2GLAS | VÄSTER | 4.4 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 0.8 | 2.5 | 0.83 | 0.65 | |
| F3 2-plan | 2GLAS | VÄSTER | 0.5 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 1.8 | 2.5 | 0.83 | 0.65 | |
| FD 2-plan | 2GLAS | VÄSTER | 2.9 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 0.3 | 2.5 | 0.83 | 0.65 | |
| F2 2-plan | 2GLAS | VÄSTER | 3.1 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 4.2 | 5.4 | 0.83 | 0.65 | |
| F3 2-plan | 2GLAS | VÄSTER | 0.5 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 4.7 | 5.4 | 0.83 | 0.65 | |
| F3 2-plan | 2GLAS | NORR | 0.5 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 1.8 | 2.5 | 0.83 | 0.65 | |
| F2 2-plan | 2GLAS | ÖSTER | 4.7 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 1.3 | 2.5 | 0.83 | 0.65 | |
| F3 2-plan | 2GLAS | ÖSTER | 0.5 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 1.8 | 2.5 | 0.83 | 0.65 | |
| Dörr 2-plan | FD2GLAS | ÖSTER | 2.9 | 40 | 90 | 72 | 2.70 | 0.0 | 0.3 | 2.5 | 0.83 | 0.65 | |
| F2 2-plan | 2GLAS | ÖSTER | 4.7 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 4.2 | 5.4 | 0.83 | 0.65 | |
| FD 2-plan | 2GLAS | ÖSTER | 2.9 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 3.2 | 5.4 | 0.83 | 0.65 | |

Driftdata

| Driftfalls benämning | Veckodagar | Dag nr. | Tid | Process energi | Process energi | Person energi | Tappvarmv. energi | Tappvarmv. energi | Högsta rumstem | Lägsta rumstem |
|----------------------|------------|---------|--------|------------------|----------------|------------------|-------------------|-------------------|----------------|----------------|
| | | | | W/m ² | W/lgh | W/m ² | W/m ² | W/lgh | °C | °C |
| Svenstam | MÅND-SÖND | 1 - 365 | 0 - 24 | 0.42 | 0.00 | 0.00 | 0.37 | 0.00 | 24.00 | 20.00 |

Ventilationsaggregat

| Aggregatbenämning | Tilluft | Frånluft | Verkn.gr | Lägsta |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|
| | Fläkttryck Pa | Fläkttryck Pa | Återvinning % | Tilluftstemp °C |
| Svenstam | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Projekt: Mätaregränden 15 - TOTAL Datum: 2007-01-13
 Beskrivning: Total Byggnad Åtgärd Vind
 Utfört av: LTH Sign: TMÅ
 Projektfil: \\v-server3\hem\v99.tobias.m\Examensarbete\V IP+\Total Åtgärd Vind 070113.VIP Företag: **Structural Design Software in Europe AB**

Ventilationsaggregat - Drifftider och flöden

| Vecko- dagar | Tilluft oms/h | Frånluft oms/h | Startdag-Slutdag | Starttid-Sluttid |
|-----------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|
| Svenstam | | | | |
| MÅND-SÖND | 0.00 | 0.50 | 1 - 365 | 0 - 24 |

Installationer

| | | | |
|---|------|----------------|----|
| Krav på energisparåtgärder enligt BBR kap 9:3 | Nej | | |
| Värmeåtervinning från spillvatten till tappvarmvatten | | | |
| Verkningsgrad | 0.00 | % | |
| Komfortkyla Kylfaktor | 0.0 | | |
| Max RH i rumsluft | 0.0 | % | |
| El till cirkulationspump | 0.0 | % av kyleffekt | |
| Rumstemperaturens termostatgräns | 0.0 | 0.0 | °C |

Referenshus

Byggdelstyper - Katalog

| Byggdelstyp | Material | Skikt- tjocklek m | Värme- ledningstal W/m ² °C | Densitet kg/m ³ | Värme- kapacitet J/kg°C | U-värde W/m ² °C | Delta- U-värde W/m ² °C | Luft q50 l/s,m ² | läck. Expo- nent |
|-------------|--------------|-------------------------|--|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--|-----------------------------------|------------------------|
| Referens | Yttre skikt | 0.000 | 10.000 | 900 | 100000 | 0.533 | 0.000 | 0.80 | 0.50 |
| | Mellanskikt | 0.068 | 0.040 | 1 | 100 | | | | |
| | Inre skikt | 0.000 | 10.000 | 900 | 100000 | | | | |
| | Inre byggdel | 0.000 | 0.100 | 10 | 10 | | | | |

Byggnadsdelar - Väggar, bjälklag

| Benämning | Byggdelstyp | Oriente ring | Area m ² | Sol- absorb. tion % | Form- faktor vind | Nivå Lägsta m | Nivå Högsta m | Mot- temp °C | Andel av effekt- behov % | U-värde med mark och Delta-U W/m ² °C |
|-----------------|-------------|--------------|------------------------|------------------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------------------------|---|
| Yttervägg 2-pla | Referens | SÖDER | 22.6 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 5.5 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 1-pla | Referens | SÖDER | 11.4 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 2.5 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 1-pla | Referens | VÄSTER | 9.8 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 2.7 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 2-pla | Referens | VÄSTER | 31.2 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 5.5 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 1-pla | Referens | NORR | 29.5 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 2-pla | Referens | NORR | 25.0 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 5.5 | | 0 | 0.520 |
| Mellanbjälklag | Referens | INNER | 57.9 | | | | | | | |
| Vindsbjälklag | Referens | TAK | 57.9 | 90.0 | 0.0 | 5.5 | 5.5 | | 0 | 0.109 |
| Bottenbjälklag | Referens | NORR | 101.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0 | 0.390 |
| Snedtak | Referens | TAK | 43.9 | 90.0 | 0.0 | 2.5 | 3.0 | | 0 | 0.285 |

Projekt: Mätaregränden 15 - TOTAL
Beskrivning: Total Byggnad Åtgärd Vind

Datum: 2007-01-13

Utfört av: LTH

Sign: TMÅ

Projektfil: \\v-server3\hem\v99.tobias.m\Examensarbete\VIP+\Total Åtgärd Vind 070113.VIP

Företag: **Structural Design Software in Europe AB**

Byggnadsdelar - Fönster, dörrar, ventiler

| Benämning | Bygghuset | Oriering | Area | Glasandel | Skugg F1 | fakt. F2 | U-värde | Formfaktor | Nivå | Nivå | Luft | läck. | Sol- |
|--------------|-----------|----------|----------------|-----------|----------|----------|---------------------|------------|-------|-------|--------------------|-------|-------|
| | | terin g | m ² | % | % | % | W/m ² °C | vind | Lägst | Högst | q50 | Expo- | skydd |
| | | | | | | | | | m | m | l/s,m ² | nent | |
| Isoler 1-pla | Refere ns | SÖDER | 3.1 | 70 | 80 | 64 | -0.64 | 0.0 | 1.5 | 2.5 | 0.80 | 0.60 | |
| F1 1-plan | Refere ns | SÖDER | 6.6 | 70 | 70 | 56 | -1.68 | 0.0 | 1.0 | 2.5 | 0.80 | 0.65 | |
| FD 1-plan | Refere ns | SÖDER | 2.9 | 70 | 70 | 56 | -1.68 | 0.0 | 0.5 | 2.5 | 0.80 | 0.65 | |
| Dörr 2-plan | D1 | SÖDER | 2.9 | 0 | 0 | 0 | 2.00 | 0.0 | 0.3 | 2.5 | 0.80 | 0.60 | |
| F1 2-plan | Refere ns | VÄSTER | 4.4 | 70 | 70 | 56 | -2.27 | 0.0 | 0.8 | 2.5 | 0.80 | 0.65 | |
| F3 2-plan | Refere ns | VÄSTER | 0.5 | 70 | 70 | 56 | -2.27 | 0.0 | 1.8 | 2.5 | 0.80 | 0.65 | |
| FD 2-plan | Refere ns | VÄSTER | 2.9 | 70 | 70 | 56 | -2.27 | 0.0 | 0.3 | 2.5 | 0.80 | 0.65 | |
| F2 2-plan | Refere ns | VÄSTER | 3.1 | 70 | 70 | 56 | -2.27 | 0.0 | 4.2 | 5.4 | 0.80 | 0.65 | |
| F3 2-plan | Refere ns | VÄSTER | 0.5 | 70 | 70 | 56 | -2.27 | 0.0 | 4.7 | 5.4 | 0.80 | 0.65 | |
| F3 2-plan | Refere ns | NORR | 0.5 | 70 | 70 | 56 | -2.63 | 0.0 | 1.8 | 2.5 | 0.80 | 0.65 | |
| F2 2-plan | Refere ns | ÖSTER | 4.7 | 70 | 70 | 56 | -2.27 | 0.0 | 1.3 | 2.5 | 0.80 | 0.65 | |
| F3 2-plan | Refere ns | ÖSTER | 0.5 | 70 | 70 | 56 | -2.27 | 0.0 | 1.8 | 2.5 | 0.80 | 0.65 | |
| Dörr 2-plan | Refere ns | ÖSTER | 2.9 | 40 | 90 | 72 | -2.27 | 0.0 | 0.3 | 2.5 | 0.80 | 0.65 | |
| F2 2-plan | Refere ns | ÖSTER | 4.7 | 70 | 70 | 56 | -2.27 | 0.0 | 4.2 | 5.4 | 0.80 | 0.65 | |
| FD 2-plan | Refere ns | ÖSTER | 2.9 | 70 | 70 | 56 | -2.27 | 0.0 | 3.2 | 5.4 | 0.80 | 0.65 | |

Driftdata

| Driftfa lls | Vecko-dagar | Dag nr. | Tid | Process energi | Process energi | Person energi | Tappvar mv. | Tappvar mv. | Högsta rumstem p | Lägsta rumstem p |
|-------------|-------------|---------|--------|------------------|----------------|------------------|------------------|-------------|------------------|------------------|
| | | | | W/m ² | W/lgh | W/m ² | W/m ² | W/lgh | °C | °C |
| Referens | MÅND-SÖN D | 1 - 365 | 0 - 24 | 2.51 | 251.00 | 1.00 | 0.37 | 0.00 | 24.00 | 20.00 |

Ventilationsaggregat

| Aggregat-benämning | Tilluft | Frånluft | Verkn.gr | Lägsta |
|--------------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|
| | Fläkttryck Pa | Fläkttryck Pa | Återvinning % | Tilluftstemp °C |
| Svenstam | 0.00 | 0.00 | 50.00 | 0.00 |

Projekt: Mätaregränden 15 - TOTAL
Beskrivning: Total Byggnad Åtgärd Vind

Datum: 2007-01-13

Utfört av: LTH

Sign: TMÅ

Projektfil: \\v-server3\hem\v99.tobias.m\Examensarbete\VIP+\Total Åtgärd Vind 070113.VIP

Företag: **Structural Design Software in Europe AB**

Ventilationsaggregat - Drifttider och flöden

| Vecko- dagar | Tilluft oms/h | Frånluft oms/h | Startdag-Slutdag | Starttid-Sluttid |
|-----------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|
| Svenstam | | | | |
| MÅND-SÖND | 0.50 | 0.50 | 1 - 365 | 0 - 24 |

Installationer

| | | | |
|---|------|----------------|----|
| Värmeåtervinning från spillvatten till tappvarmvatten | | | |
| Verkningsgrad | 0.00 | % | |
| Komfortkyla Kylfaktor | 0.0 | | |
| Max RH i rumsluft | 0.0 | % | |
| El till cirkulationspump | 0.0 | % av kyleffekt | |
| Rumstemperaturens termostatgräns | 0.0 | 0.0 | °C |

RESULTAT

Detaljerat Resultat

Aktuellt hus med aktuell drift

| Period | Angiven Energi | kWh | | | | Tillförd Energi | kWh | | Person | Uppvärmning |
|----------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-----------------|--------------------|----------------|------------------|--------|-------------|
| | | Transmis- sion | Luft- läckning | Ventilat- ion | Varm- vatten | | Solenerg- i | Åter- vinning | | |
| Månad 1 | 3411 | 0 | 940 | 44 | 0 | 26 | 0 | 50 | 4310 | |
| Månad 2 | 3121 | 0 | 863 | 40 | 0 | 47 | 0 | 45 | 3931 | |
| Månad 3 | 2998 | 0 | 837 | 44 | 0 | 153 | 0 | 50 | 3679 | |
| Månad 4 | 2249 | 0 | 655 | 42 | 0 | 632 | 0 | 48 | 2265 | |
| Månad 5 | 1478 | 0 | 461 | 44 | 86 | 1057 | 0 | 50 | 967 | |
| Månad 6 | 906 | 0 | 305 | 42 | 151 | 979 | 0 | 48 | 388 | |
| Månad 7 | 732 | 0 | 261 | 44 | 328 | 1112 | 0 | 50 | 202 | |
| Månad 8 | 732 | 0 | 251 | 44 | 201 | 934 | 0 | 50 | 247 | |
| Månad 9 | 1092 | 0 | 321 | 42 | 1 | 285 | 0 | 48 | 1109 | |
| Månad 10 | 1779 | 0 | 495 | 44 | 0 | 68 | 0 | 50 | 2197 | |
| Månad 11 | 2467 | 0 | 682 | 42 | 0 | 37 | 0 | 48 | 3103 | |
| Månad 12 | 3115 | 0 | 858 | 44 | 0 | 21 | 0 | 50 | 3948 | |

Detaljerat Resultat

Referenshus med referensdrift

| Period | Angiven Energi | kWh | | | | Tillförd Energi | kWh | | Person | Uppvärmning |
|----------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-----------------|--------------------|----------------|------------------|--------|-------------|
| | | Transmis- sion | Luft- läckning | Ventilat- ion | Varm- vatten | | Solenerg- i | Åter- vinning | | |
| Månad 1 | 1271 | 111 | 940 | 44 | 0 | 26 | 470 | 50 | 1812 | |
| Månad 2 | 1151 | 104 | 863 | 40 | 0 | 47 | 431 | 45 | 1633 | |
| Månad 3 | 1061 | 92 | 837 | 44 | 0 | 153 | 416 | 50 | 1417 | |
| Månad 4 | 660 | 69 | 684 | 42 | 16 | 632 | 224 | 48 | 569 | |
| Månad 5 | 246 | 43 | 517 | 44 | 484 | 1057 | 73 | 50 | 166 | |
| Månad 6 | 24 | 25 | 362 | 42 | 635 | 979 | 12 | 48 | 53 | |
| Månad 7 | -82 | 21 | 311 | 44 | 913 | 1112 | 1 | 50 | 44 | |
| Månad 8 | 26 | 20 | 306 | 44 | 636 | 934 | 4 | 50 | 45 | |
| Månad 9 | 326 | 23 | 345 | 42 | 29 | 285 | 112 | 48 | 303 | |
| Månad 10 | 637 | 40 | 495 | 44 | 0 | 68 | 247 | 50 | 849 | |
| Månad 11 | 911 | 68 | 682 | 42 | 0 | 37 | 341 | 48 | 1274 | |

Projekt: Mätaregränden 15 - TOTAL

Datum: 2007-01-13

Beskrivning: Total Byggnad Åtgärd Vind

Utfört av: LTH

Sign: TMÅ

Projektfil: \\v-server3\hem\v99.tobias.m\Examensarbete\VIP-\Total Åtgärd Vind 070113.VIP

Företag: **Structural Design Software in Europe AB**

Detaljerat Resultat

Referenshus med referensdrift

| Period | Angiven Energi | kWh | | | | Tillförd Energi | kWh | | |
|----------|------------------|-------------------|-----------------|-----------------|---------|-----------------|------------------|-------------------|-----------------|
| | Transmis sion | Luft- läckning | Ventilat ion | Varm- vatten | Kylning | Solenergi | Åter- vinning | Process Person | Uppvärm ning |
| Månad 12 | 1162 | 97 | 858 | 44 | 0 | 21 | 429 | 50 | 1662 |

Nyckeltal

| | Referenshus | Aktuellt hus | Aktuellt hus | |
|------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------------|
| | Referensdrift | Referensdrift | Aktuell drift | |
| Inre värmekapacitet | 22.80 | 22.78 | 22.78 | Wh/m ² °C |
| Yttre värmekapacitet | 24.30 | 70.13 | 70.13 | Wh/m ² °C |
| Medeltemperatur | 20.00 | 20.00 | 20.00 | °C |
| Medelvärde ventilation | 0.50 | 0.50 | 0.50 | oms/h |
| Processenergi medel | 0.42 | 0.42 | 0.42 | W/m ² |
| Personenergi medel | 0.00 | 0.00 | 0.00 | W/m ² |
| Fs-värde medel | 0.222 | 0.581 | 0.581 | W/m ² °C |
| Fs-värde max tillåtet | | 0.288 | 0.288 | W/m ² °C |
| Omslutningsarea | | 376.00 | 376.00 | m ² |
| Summa U-värde * Area | 83.34 | 218.38 | 218.38 | W/°C |
| Luftläckage vid 50 Pa | 138.08 | 143.83 | 143.83 | l/s |
| Invändigt tryck medel | -1.2 | -10.4 | -10.4 | Pa |

Jämförelse energibalans Referenshus - Aktuellt hus

| | Referenshus | Aktuellt hus | Aktuellt hus |
|--|---------------|---------------|---------------|
| | Referensdrift | Referensdrift | Aktuell drift |
| Avgiven energi (kWh): | | | |
| Transmission omslutningsytor | 7393 | 24080 | 24080 |
| Luftläckage | 712 | 0 | 0 |
| Ventilation | 7199 | 6929 | 6929 |
| Tappvarmvatten | 515 | 515 | 515 |
| Kylning | 2712 | 768 | 768 |
| Tillförd energi (kWh): | | | |
| Solenergi genom fönster | 5351 | 5351 | 5351 |
| Energiåtervinning värmväxlare | 2761 | 0 | 0 |
| Energiåtervinning värmepump | 0 | 0 | 0 |
| Energiåtervinning Solvärme | 0 | 0 | 0 |
| Personenergi | 0 | 0 | 0 |
| Processenergi | 585 | 585 | 585 |
| UPPVÄRMNING | 9827 | 26348 | 26348 |
| EL KOMFORTKYLA | 0 | 0 | 0 |
| Uppvärmning per golvarea (kWh/m ²) | 62 | 166 | 166 |
| Elförbrukning som ingår i 'UPPVÄRMNING': | | | |
| El till värmepump | 0 | 0 | 0 |
| El till tilluftsfläktar | 0 | 0 | 0 |
| El till frånluftsfläktar | 0 | 0 | 0 |
| El till Cirkulationspumpar | 0 | 0 | 0 |

7.11 Bilaga 11 VIP+ Nya Fönster

Projekt: Mätaregränden 15 - TOTAL
Beskrivning: Total Byggnad Nya Fönster

Datum: 2006-12-09

Utfört av: LTH

Sign: TMÅ

Projektfil: \\v-server3\hem\v99.tobias.m\Examensarbete\VIP+\Total Nya Fönster 061209.VIP

Företag: **Structural Design Software in Europe AB**

KOMMENTARER

Examensarbete ByFy

INDATA

Allmänt

| | |
|----------------------------------|---|
| Beräkningsdatum | 2007-01-13 (13:28:07) |
| Beräkningsperiod - Dag | 1 - 365 |
| Klimatdata | Malmö |
| Latitud | 55.6 grader |
| Markreflektion | 20.00 % |
| Vindhastighet | 50.00 % av klimatdata |
| Horisontvinkel mot markplan | S:45 SV:20 V:20 NV:20 N:30 NO:30 O:20 SO:30 ° |
| 'Söderfasadens' vinkel mot söder | 0 ° |
| Verksamhetstyp | Bostad |
| Antal lägenheter | 1 |
| Ventilationsvolym | 383.0 m ³ |
| Uppvärmd bruksarea enl SS021052 | 159.0 m ² |

Aktuellt Hus

Byggdelstyper - Katalog

| Byggdels typ | Material | Skikt- | Värme- | Densitet | Värme- | U-värde | Delta- | Luft | läck. |
|------------------|------------------|----------|---------------------|-------------------|----------|---------------------|---------------------|--------------------|-------|
| | | tjocklek | lednings | | kapacite | | U-värde | q50 | Expo- |
| | | m | W/m ² °C | kg/m ³ | J/kg°C | W/m ² °C | W/m ² °C | l/s,m ² | nent |
| Yttervägg | TEGEL70 | 0.120 | 0.700 | 1500 | 850 | 0.520 | 0.000 | 0.83 | 0.60 |
| | Luft 26 | 0.001 | 0.026 | 1 | 1000 | | | | |
| | Fiberplan k | 0.100 | 0.078 | 294 | 1339 | | | | |
| | P.träfibr BYGG | 0.013 | 0.050 | 300 | 1339 | | | | |
| Vindsbjäl klag | Trä-14-27 00 | 0.017 | 0.140 | 500 | 2700 | 0.278 | 0.000 | 0.00 | 0.60 |
| | Luft 26 | 0.003 | 0.026 | 1 | 1000 | | | | |
| | Min.Matta BYGG | 0.030 | 0.046 | 90 | 750 | | | | |
| | Min+träVindsbjk | 0.120 | 0.050 | 67 | 823 | | | | |
| | Trä-14-27 00 | 0.017 | 0.140 | 500 | 2700 | | | | |
| Mellanbjk l | Trä-14-27 00 | 0.017 | 0.140 | 500 | 2700 | 0.511 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| | Min+träMellanbj | 0.080 | 0.053 | 84 | 896 | | | | |
| | SPÅNSKIVA | 0.022 | 0.140 | 600 | 2300 | | | | |
| Bottenbjk l Korr | Betong 950 | 0.035 | 1.700 | 2300 | 950 | 0.390 | 0.000 | 0.00 | 0.60 |
| | Min+träBottenbjk | 0.112 | 0.053 | 84 | 896 | | | | |
| | SPÅNSKIVA | 0.022 | 0.140 | 600 | 2300 | | | | |
| | Trä-14-27 00 | 0.015 | 0.140 | 500 | 2700 | | | | |
| Snedtak | Trä-14-27 00 | 0.020 | 0.140 | 500 | 2700 | 0.285 | 0.000 | 0.00 | 0.60 |
| | Min.Matta BYGG | 0.030 | 0.046 | 90 | 750 | | | | |

Projekt: Mätaregränden 15 - TOTAL
Beskrivning: Total Byggnad Nya Fönster

Datum: 2006-12-09

Utfört av: LTH

Sign: TMÅ

Projektfil: \\v-server3\hem\v99.tobias.m\Examensarbete\VIP\Total Nya Fönster 061209.VIP

Företag: **Structural Design Software in Europe AB**

Byggdeltstyper - Katalog

| Byggdels typ | Material | Skikt-tjocklek | Värmelednings tal | Densitet | Värme-kapacitet | U-värde | Delta-U-värde | Luft q50 | läck. Expo- |
|--------------|-----------------|----------------|---------------------|-------------------|-----------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------------|
| | | m | W/m ² °C | kg/m ³ | J/kg°C | W/m ² °C | W/m ² °C | l/s,m ² | nent |
| | Min+träVindsbjk | 0.120 | 0.050 | 67 | 823 | | | | |
| | Trä-14-2700 | 0.017 | 0.140 | 500 | 2700 | | | | |

Byggnadsdelar - Väggar, bjälklag

| Benämning | Byggdeltstyp | Orientering | Area | Sol-absorption | Form-faktor | Nivå | Nivå | Mot-temp | Andel av effekt-behov | U-Värde med mark och Delta-U |
|-----------------|----------------|-------------|----------------|----------------|-------------|--------|--------|----------|-----------------------|------------------------------|
| | | | m ² | % | | Lägsta | Högsta | °C | % | W/m ² °C |
| Yttervägg 2-pla | Yttervägg | SÖDER | 22.6 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 5.5 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 1-pla | Yttervägg | SÖDER | 11.4 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 2.5 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 1-pla | Yttervägg | VÄSTER | 9.8 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 2.7 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 2-pla | Yttervägg | VÄSTER | 31.2 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 5.5 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 1-pla | Yttervägg | NORR | 29.5 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 2-pla | Yttervägg | NORR | 25.0 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 5.5 | | 0 | 0.520 |
| Mellanbjälklag | Mellanbjälklag | INNER | 57.9 | | | | | | | |
| Vindsbjälklag | Vindsbjälklag | TAK | 57.9 | 90.0 | 0.0 | 5.5 | 5.5 | | 0 | 0.278 |
| Bottenbjälklag | Bottenbjälklag | NORR | 101.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0 | 0.390 |
| Snedtak | Snedtak | TAK | 43.9 | 90.0 | 0.0 | 2.5 | 3.0 | | 0 | 0.285 |

Solskyddstyper

| Benämning | Gränstemperatur | Gränseffekt | Reduktion F1 | Reduktion F2 | Skärmvinkel | Högsta Vindhastighet |
|-----------|-----------------|------------------|--------------|--------------|-------------|----------------------|
| | °C | W/m ² | % | % | grader | m/s |
| Markis | 0.0 | 50.0 | 0.0 | 0.0 | 45.0 | 10.0 |

Byggnadsdelar - Fönster, dörrar, ventiler

| Benämning | Byggdeltstyp | Orientering | Area | Glasandel | Skugg fakt. | U-värde | Form-faktor | Nivå | Nivå | Luft q50 | läck. Expo- | Sol-skydd |
|--------------|--------------|-------------|----------------|-----------|-------------|---------|---------------------|-------|-------|--------------------|-------------|-----------|
| | | | m ² | % | F1 | F2 | fakto vind | Lägst | Högst | 50Pa | nent | skydd |
| | | | | % | % | % | W/m ² °C | m | m | l/s,m ² | | |
| Isoler 1-pla | 3GLAS | SÖDER | 3.1 | 70 | 80 | 64 | 1.80 | 0.0 | 1.5 | 2.5 | 0.83 | 0.60 |
| F1 1-plan | 3GLAS1.2 | SÖDER | 6.6 | 70 | 60 | 48 | 1.20 | 0.0 | 1.0 | 2.5 | 0.83 | 0.60 |

Projekt: Mätaregränden 15 - TOTAL
Beskrivning: Total Byggnad Nya Fönster

Datum: 2006-12-09

Utfört av: LTH

Sign: TMÅ

Projektfil: \\v-server3\hem\v99.tobias.m\Examensarbete\VIP\Total Nya Fönster 061209.VIP

Företag: **Structural Design Software in Europe AB**

Byggnadsdelar - Fönster, dörrar, ventiler

| Benämning | Bygghetyp | Oriering | Area | Glasandel | Skugg F1 | fakt. F2 | U-värde | Formfaktor | Nivå | Nivå | Luft | läck. | Sol- |
|-------------|-----------|----------|----------------|-----------|----------|----------|---------------------|------------|-------|-------|--------------------|-------|-------|
| | | terin g | m ² | % | % | % | W/m ² °C | vind | Lägst | Högst | q50 | Expo- | skydd |
| | | | | | | | | | m | m | l/s,m ² | nent | |
| FD 1-plan | 3GLAS1.2 | SÖDER | 2.9 | 70 | 60 | 48 | 1.20 | 0.0 | 0.5 | 2.5 | 0.83 | 0.60 | |
| Dörr 2-plan | DÖRR08 | SÖDER | 2.9 | 0 | 0 | 0 | 0.80 | 0.0 | 0.3 | 2.5 | 0.83 | 0.65 | |
| F1 2-plan | 3GLAS1.2 | VÄSTER | 4.4 | 70 | 60 | 48 | 1.20 | 0.0 | 0.8 | 2.5 | 0.83 | 0.60 | |
| F3 2-plan | 3GLAS1.2 | VÄSTER | 0.5 | 70 | 60 | 48 | 1.20 | 0.0 | 1.8 | 2.5 | 0.83 | 0.60 | |
| FD 2-plan | 3GLAS1.2 | VÄSTER | 2.9 | 70 | 60 | 48 | 1.20 | 0.0 | 0.3 | 2.5 | 0.83 | 0.60 | |
| F2 2-plan | 3GLAS1.2 | VÄSTER | 3.1 | 70 | 60 | 48 | 1.20 | 0.0 | 4.2 | 5.4 | 0.83 | 0.60 | |
| F3 2-plan | 3GLAS1.2 | VÄSTER | 0.5 | 70 | 60 | 48 | 1.20 | 0.0 | 4.7 | 5.4 | 0.83 | 0.60 | |
| F3 2-plan | 3GLAS1.2 | NORR | 0.5 | 70 | 60 | 48 | 1.20 | 0.0 | 1.8 | 2.5 | 0.83 | 0.60 | |
| F2 2-plan | 3GLAS1.2 | ÖSTER | 4.7 | 70 | 60 | 48 | 1.20 | 0.0 | 1.3 | 2.5 | 0.83 | 0.60 | |
| F3 2-plan | 3GLAS1.2 | ÖSTER | 0.5 | 70 | 60 | 48 | 1.20 | 0.0 | 1.8 | 2.5 | 0.83 | 0.60 | |
| Dörr 2-plan | FD4GLAS | ÖSTER | 2.9 | 40 | 60 | 48 | 0.80 | 0.0 | 0.3 | 2.5 | 0.83 | 0.65 | |
| F2 2-plan | 3GLAS1.2 | ÖSTER | 4.7 | 70 | 60 | 48 | 1.20 | 0.0 | 4.2 | 5.4 | 0.83 | 0.60 | |
| FD 2-plan | 3GLAS1.2 | ÖSTER | 2.9 | 70 | 60 | 48 | 1.20 | 0.0 | 3.2 | 5.4 | 0.83 | 0.60 | |

Driftdata

| Driftfalls benämning | Veckodagar | Dag nr. | Tid | Process energi | Process energi | Person energi | Tappvarmv. energi | Tappvarmv. energi | Högsta rumstem | Lågsta rumstem |
|----------------------|------------|---------|--------|------------------|----------------|------------------|-------------------|-------------------|----------------|----------------|
| | | | | W/m ² | W/lgh | W/m ² | W/m ² | W/lgh | °C | °C |
| Svenstam | MÅND-SÖND | 1 - 365 | 0 - 24 | 0.42 | 0.00 | 0.00 | 0.37 | 0.00 | 24.00 | 20.00 |

Ventilationsaggregat

| Aggregatbenämning | Tilluft Fläkttryck Pa | Verkn.gr. % | Frånluft Fläkttryck Pa | Verkn.gr. % | Verkn.gr. % | Återvinning | Lågsta Tilluftstemp °C |
|-------------------|-----------------------|-------------|------------------------|-------------|-------------|-------------|------------------------|
| Svenstam | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Ventilationsaggregat - Drifttider och flöden

| Veckodagar | Tilluft oms/h | Frånluft oms/h | Startdag-Slutdag | Starttid-Sluttid |
|------------|---------------|----------------|------------------|------------------|
| Svenstam | 0.00 | 0.50 | 1 - 365 | 0 - 24 |

Projekt: Mätaregränden 15 - TOTAL
Beskrivning: Total Byggnad Nya Fönster

Datum: 2006-12-09

Utfört av: LTH

Sign: TMÅ

Projektfil: \\v-server3\hem\v99.tobias.m\Examensarbete\VIP+\Total Nya Fönster 061209.VIP

Företag: **Structural Design Software in Europe AB**

Installationer

| | | | |
|---|------|----------------|----|
| Krav på energisparåtgärder enligt BBR kap 9:3 | Nej | | |
| Värmeåtervinning från spillvatten till tappvarmvatten | | | |
| Verkningsgrad | 0.00 | % | |
| Komfortkyla Kylfaktor | 0.0 | | |
| Max RH i rumsluft | 0.0 | % | |
| El till cirkulationspump | 0.0 | % av kyleffekt | |
| Rumstemperaturens termostatgräns | 0.0 | 0.0 | °C |

Referenshus

Bygghus - Katalog

| Bygghusstyp | Material | Skikt- tjocklek m | Värme- ledningstal W/m ² °C | Densitet kg/m ³ | Värme- kapacitet J/kg°C | U-värde W/m ² °C | Delta- U-värde W/m ² °C | Luft q50 l/s,m ² | läck. Expo- nent |
|-------------|--------------|-------------------------|--|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--|-----------------------------------|------------------------|
| Referens | Yttre skikt | 0.000 | 10.000 | 900 | 100000 | 0.153 | 0.000 | 0.80 | 0.50 |
| | Mellanskikt | 0.254 | 0.040 | 1 | 100 | | | | |
| | Inre skikt | 0.000 | 10.000 | 900 | 100000 | | | | |
| | Inre bygghus | 0.000 | 0.100 | 10 | 10 | | | | |

Byggnadsdelar - Väggar, bjälklag

| Benämning | Bygghusstyp | Oriente ring | Area m ² | Sol- absorb. tion % | Form- faktor vind | Nivå Lägsta m | Nivå Högsta m | Mot- temp °C | Andel av effekt- behov % | U-Värde med mark och Delta-U W/m ² °C |
|-----------------|-------------|--------------|------------------------|------------------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------------------------|---|
| Yttervägg 2-pla | Referens | SÖDER | 22.6 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 5.5 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 1-pla | Referens | SÖDER | 11.4 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 2.5 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 1-pla | Referens | VÄSTER | 9.8 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 2.7 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 2-pla | Referens | VÄSTER | 31.2 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 5.5 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 1-pla | Referens | NORR | 29.5 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 2-pla | Referens | NORR | 25.0 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 5.5 | | 0 | 0.520 |
| Mellanbjälklag | Referens | INNER | 57.9 | | | | | | | |
| Vindsbjälklag | Referens | TAK | 57.9 | 90.0 | 0.0 | 5.5 | 5.5 | | 0 | 0.278 |
| Bottenbjälklag | Referens | NORR | 101.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0 | 0.390 |
| Snedtak | Referens | TAK | 43.9 | 90.0 | 0.0 | 2.5 | 3.0 | | 0 | 0.285 |

Projekt: Mätaregränden 15 - TOTAL
Beskrivning: Total Byggnad Nya Fönster

Datum: 2006-12-09

Utfört av: LTH

Sign: TMÅ

Projektfil: \\v-server3\hem\v99.tobias.m\Examensarbete\VIP+\Total Nya Fönster 061209.VIP

Företag: **Structural Design Software in Europe AB**

Byggnadsdelar - Fönster, dörrar, ventiler

| Benämning | Bygghetyp | Oriering | Area | Glasandel | Skugg F1 | fakt. F2 | U-värde | Formfaktor | Nivå | Nivå | Luft | läck. | Sol- |
|--------------|-----------|----------|----------------|-----------|----------|----------|---------------------|------------|-------|-------|--------------------|-------|-------|
| | | terin g | m ² | % | % | % | W/m ² °C | vind | Lägst | Högst | q50 | Expo- | skydd |
| | | | | | | | | | m | m | l/s,m ² | nent | |
| Isoler 1-pla | 3GLAS | SÖDER | 3.1 | 70 | 80 | 64 | 1.80 | 0.0 | 1.5 | 2.5 | 0.80 | 0.60 | |
| F1 1-plan | 3GLAS1 .2 | SÖDER | 6.6 | 70 | 60 | 48 | 1.20 | 0.0 | 1.0 | 2.5 | 0.80 | 0.60 | |
| FD 1-plan | 3GLAS1 .2 | SÖDER | 2.9 | 70 | 60 | 48 | 1.20 | 0.0 | 0.5 | 2.5 | 0.80 | 0.60 | |
| Dörr 2-plan | DÖRR08 | SÖDER | 2.9 | 0 | 0 | 0 | 0.80 | 0.0 | 0.3 | 2.5 | 0.80 | 0.65 | |
| F1 2-plan | 3GLAS1 .2 | VÄSTER | 4.4 | 70 | 60 | 48 | 1.20 | 0.0 | 0.8 | 2.5 | 0.80 | 0.60 | |
| F3 2-plan | 3GLAS1 .2 | VÄSTER | 0.5 | 70 | 60 | 48 | 1.20 | 0.0 | 1.8 | 2.5 | 0.80 | 0.60 | |
| FD 2-plan | 3GLAS1 .2 | VÄSTER | 2.9 | 70 | 60 | 48 | 1.20 | 0.0 | 0.3 | 2.5 | 0.80 | 0.60 | |
| F2 2-plan | 3GLAS1 .2 | VÄSTER | 3.1 | 70 | 60 | 48 | 1.20 | 0.0 | 4.2 | 5.4 | 0.80 | 0.60 | |
| F3 2-plan | 3GLAS1 .2 | VÄSTER | 0.5 | 70 | 60 | 48 | 1.20 | 0.0 | 4.7 | 5.4 | 0.80 | 0.60 | |
| F3 2-plan | 3GLAS1 .2 | NORR | 0.5 | 70 | 60 | 48 | 1.20 | 0.0 | 1.8 | 2.5 | 0.80 | 0.60 | |
| F2 2-plan | 3GLAS1 .2 | ÖSTER | 4.7 | 70 | 60 | 48 | 1.20 | 0.0 | 1.3 | 2.5 | 0.80 | 0.60 | |
| F3 2-plan | 3GLAS1 .2 | ÖSTER | 0.5 | 70 | 60 | 48 | 1.20 | 0.0 | 1.8 | 2.5 | 0.80 | 0.60 | |
| Dörr 2-plan | FD4GLAS | ÖSTER | 2.9 | 40 | 60 | 48 | 0.80 | 0.0 | 0.3 | 2.5 | 0.80 | 0.65 | |
| F2 2-plan | 3GLAS1 .2 | ÖSTER | 4.7 | 70 | 60 | 48 | 1.20 | 0.0 | 4.2 | 5.4 | 0.80 | 0.60 | |
| FD 2-plan | 3GLAS1 .2 | ÖSTER | 2.9 | 70 | 60 | 48 | 1.20 | 0.0 | 3.2 | 5.4 | 0.80 | 0.60 | |

Driftdata

| Driftfalls benämning | Veckodagar | Dag nr. | Tid | Process energi | Process energi | Person energi | Tappvarmv. energi | Tappvarmv. energi | Högsta rumstem | Lägsta rumstem |
|----------------------|------------|---------|--------|------------------|----------------|------------------|-------------------|-------------------|----------------|----------------|
| | | | | W/m ² | W/lgh | W/m ² | W/m ² | W/lgh | °C | °C |
| Referens | MÅND-SÖND | 1 - 365 | 0 - 24 | 2.51 | 251.00 | 1.00 | 0.37 | 0.00 | 24.00 | 20.00 |

Ventilationsaggregat

| Aggregatbenämning | Tilluft Fläkttryck Pa | Verkn.gr. % | Frånluft Fläkttryck Pa | Verkn.gr. % | Verkn.gr. % | Lägsta Tilluftstemp °C |
|-------------------|-----------------------|-------------|------------------------|-------------|-------------|------------------------|
| Svenstam | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 50.00 | 0.00 |

Projekt: Mätaregränden 15 - TOTAL
Beskrivning: Total Byggnad Nya Fönster

Datum: 2006-12-09

Utfört av: LTH

Sign: TMÅ

Projektfil: \\v-server3\hem\v99.tobias.m\Examensarbete\VIP+\Total Nya Fönster 061209.VIP

Företag: **Structural Design Software in Europe AB**

Ventilationsaggregat - Drifttider och flöden

| Vecko- dagar | Tilluft oms/h | Frånluft oms/h | Startdag-Slutdag | Starttid-Sluttid |
|-----------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|
| Svenstam | | | | |
| MÅND-SÖND | 0.50 | 0.50 | 1 - 365 | 0 - 24 |

Installationer

| | | | |
|---|------|----------------|----|
| Värmeåtervinning från spillvatten till tappvarmvatten | | | |
| Verkningsgrad | 0.00 | % | |
| Komfortkyla Kylfaktor | 0.0 | | |
| Max RH i rumsluft | 0.0 | % | |
| El till cirkulationspump | 0.0 | % av kyleffekt | |
| Rumstemperaturens termostatgräns | 0.0 | 0.0 | °C |

RESULTAT

Detaljerat Resultat

Aktuellt hus med aktuell drift

| Period | Angiven Energi | kWh | | | | Tillförd Energi | kWh | | | |
|----------|----------------|---------------|-------------|------------|---------|-----------------|-------------|---------|-------------|--------|
| | Transmission | Luft-läckning | Ventilation | Varmvatten | Kylning | Solenergi | Återvinning | Process | Uppvärmning | Person |
| Månad 1 | 2633 | 0 | 940 | 44 | 0 | 23 | 0 | 50 | 3536 | |
| Månad 2 | 2405 | 0 | 863 | 40 | 0 | 40 | 0 | 45 | 3221 | |
| Månad 3 | 2295 | 0 | 837 | 44 | 0 | 132 | 0 | 50 | 2996 | |
| Månad 4 | 1662 | 0 | 656 | 42 | 0 | 547 | 0 | 48 | 1764 | |
| Månad 5 | 1034 | 0 | 470 | 44 | 99 | 912 | 0 | 50 | 691 | |
| Månad 6 | 597 | 0 | 316 | 42 | 177 | 843 | 0 | 48 | 253 | |
| Månad 7 | 455 | 0 | 273 | 44 | 356 | 958 | 0 | 50 | 118 | |
| Månad 8 | 485 | 0 | 262 | 44 | 216 | 808 | 0 | 50 | 153 | |
| Månad 9 | 810 | 0 | 323 | 42 | 1 | 247 | 0 | 48 | 865 | |
| Månad 10 | 1364 | 0 | 495 | 44 | 0 | 58 | 0 | 50 | 1792 | |
| Månad 11 | 1901 | 0 | 682 | 42 | 0 | 31 | 0 | 48 | 2542 | |
| Månad 12 | 2405 | 0 | 858 | 44 | 0 | 18 | 0 | 50 | 3241 | |

Detaljerat Resultat

Referenshus med referensdrift

| Period | Angiven Energi | kWh | | | | Tillförd Energi | kWh | | | |
|----------|----------------|---------------|-------------|------------|---------|-----------------|-------------|---------|-------------|--------|
| | Transmission | Luft-läckning | Ventilation | Varmvatten | Kylning | Solenergi | Återvinning | Process | Uppvärmning | Person |
| Månad 1 | 1496 | 115 | 940 | 44 | 0 | 23 | 470 | 50 | 2049 | |
| Månad 2 | 1368 | 107 | 863 | 40 | 0 | 40 | 431 | 45 | 1861 | |
| Månad 3 | 1310 | 95 | 837 | 44 | 0 | 132 | 418 | 50 | 1686 | |
| Månad 4 | 969 | 68 | 662 | 42 | 0 | 547 | 273 | 48 | 873 | |
| Månad 5 | 632 | 41 | 487 | 44 | 157 | 912 | 109 | 50 | 293 | |
| Månad 6 | 380 | 23 | 331 | 42 | 240 | 843 | 35 | 48 | 99 | |
| Månad 7 | 297 | 19 | 287 | 44 | 425 | 958 | 10 | 50 | 52 | |
| Månad 8 | 320 | 18 | 278 | 44 | 277 | 808 | 17 | 50 | 64 | |
| Månad 9 | 481 | 23 | 330 | 42 | 0 | 247 | 130 | 48 | 437 | |
| Månad 10 | 778 | 42 | 495 | 44 | 0 | 58 | 247 | 50 | 1002 | |
| Månad 11 | 1082 | 70 | 682 | 42 | 0 | 31 | 341 | 48 | 1454 | |

Projekt: Mätaregränden 15 - TOTAL
Beskrivning: Total Byggnad Nya Fönster

Datum: 2006-12-09

Utfört av: LTH

Sign: TMÅ

Projektfil: \\v-server3\hem\v99.tobias.m\Examensarbete\VIP\Total Nya Fönster 061209.VIP

Företag: **Structural Design Software in Europe AB**

Detaljerat Resultat

Referenshus med referensdrift

| Period | Angiven Energi | kWh | | | | Tillförd Energi | kWh | | |
|----------|------------------|-------------------|-----------------|-----------------|---------|-----------------|------------------|-------------------|-----------------|
| | Transmis sion | Luft- läckning | Ventilat ion | Varm- vatten | Kylning | Solenergi | Åter- vinning | Process Person | Uppvärm ning |
| Månad 12 | 1367 | 100 | 858 | 44 | 0 | 18 | 429 | 50 | 1872 |

Nyckeltal

| | Referenshus | Aktuellt hus | Aktuellt hus | |
|------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------------|
| | Referensdrift | Referensdrift | Aktuell drift | |
| Inre värmekapacitet | 22.47 | 22.45 | 22.45 | Wh/m ² °C |
| Yttre värmekapacitet | 24.82 | 66.41 | 66.41 | Wh/m ² °C |
| Medeltemperatur | 20.00 | 20.00 | 20.00 | °C |
| Medelvärde ventilation | 0.50 | 0.50 | 0.50 | oms/h |
| Processenergi medel | 0.42 | 0.42 | 0.42 | W/m ² |
| Personenergi medel | 0.00 | 0.00 | 0.00 | W/m ² |
| Fs-värde medel | 0.222 | 0.446 | 0.446 | W/m ² °C |
| Fs-värde max tillåtet | | 0.288 | 0.288 | W/m ² °C |
| Omslutningsarea | | 376.00 | 376.00 | m ² |
| Summa U-värde * Area | 83.34 | 167.83 | 167.83 | W/°C |
| Luftläckage vid 50 Pa | 138.08 | 143.83 | 143.83 | l/s |
| Invändigt tryck medel | -1.2 | -10.2 | -10.2 | Pa |

Jämförelse energibalans Referenshus - Aktuellt hus

| | Referenshus | Aktuellt hus | Aktuellt hus |
|--|---------------|---------------|---------------|
| | Referensdrift | Referensdrift | Aktuell drift |
| Avgiven energi (kWh): | | | |
| Transmission omslutningsytor | 10478 | 18045 | 18045 |
| Luftläckage | 717 | 0 | 0 |
| Ventilation | 7049 | 6974 | 6974 |
| Tappvarmvatten | 515 | 515 | 515 |
| Kylning | 1100 | 849 | 849 |
| Tillförd energi (kWh): | | | |
| Solenergi genom fönster | 4619 | 4619 | 4619 |
| Energiåtervinning värmväxlare | 2911 | 0 | 0 |
| Energiåtervinning värmepump | 0 | 0 | 0 |
| Energiåtervinning Solvärme | 0 | 0 | 0 |
| Personenergi | 0 | 0 | 0 |
| Processenergi | 585 | 585 | 585 |
| UPPVÄRMNING | 11743 | 21171 | 21171 |
| EL KOMFORTKYLA | 0 | 0 | 0 |
| Uppvärmning per golvarea (kWh/m ²) | 74 | 133 | 133 |
| Elförbrukning som ingår i 'UPPVÄRMNING': | | | |
| El till värmepump | 0 | 0 | 0 |
| El till tilluftsfläktar | 0 | 0 | 0 |
| El till frånluftsfläktar | 0 | 0 | 0 |
| El till Cirkulationspumpar | 0 | 0 | 0 |

7.12 Bilaga 12 VIP+ Lägre inomhustemperatur

Projekt: Mätaregränden 15 - TOTAL
Beskrivning: Total Byggnad Åtgärd: Låg temp
Utfört av: LTH
Projektfil: \\v-server3\hem\v99.tobias.m\Examensarbete\VIP+\Total Ågrd Ig tmp 070113.VIP

Datum: 2007-01-13

Sign: TMÅ

Företag: **Structural Design Software in Europe AB**

KOMMENTARER

Examensarbete ByFy

INDATA

Allmänt

| | |
|----------------------------------|---|
| Beräkningsdatum | 2007-01-13 (13:20:59) |
| Beräkningsperiod - Dag | 1 - 365 |
| Klimatdata | Malmö |
| Latitud | 55.6 grader |
| Markreflektion | 20.00 % |
| Vindhastighet | 50.00 % av klimatdata |
| Horisontvinkel mot markplan | S:45 SV:20 V:20 NV:20 N:30 NO:30 O:20 SO:30 ° |
| 'Söderfasadens' vinkel mot söder | 0 ° |
| Verksamhetstyp | Bostad |
| Antal lägenheter | 1 |
| Ventilationsvolym | 383.0 m ³ |
| Uppvärmd bruksarea enl SS021052 | 159.0 m ² |

Aktuellt Hus

Byggdelstyper - Katalog

| Byggdels typ | Material | Skikt-tjocklek | Värmeledningstal | Densitet | Värme-kapacitet | U-värde | Delta-U-värde | Luft | läck. |
|-----------------|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|-----------------|---------------------|---------------------|--------------------|----------|
| | | m | W/m ² °C | kg/m ³ | J/kg°C | W/m ² °C | W/m ² °C | l/s,m ² | Exponent |
| Yttervägg | TEGEL70 | 0.120 | 0.700 | 1500 | 850 | 0.520 | 0.000 | 0.83 | 0.60 |
| | Luft 26 | 0.001 | 0.026 | 1 | 1000 | | | | |
| | Fiberplan k | 0.100 | 0.078 | 294 | 1339 | | | | |
| | P.träfibr BYGG | 0.013 | 0.050 | 300 | 1339 | | | | |
| Vindsbjälklag | Trä-14-2700 | 0.017 | 0.140 | 500 | 2700 | 0.278 | 0.000 | 0.00 | 0.60 |
| | Luft 26 | 0.003 | 0.026 | 1 | 1000 | | | | |
| | Min.Matta BYGG | 0.030 | 0.046 | 90 | 750 | | | | |
| | Min+träVindsbjkl | 0.120 | 0.050 | 67 | 823 | | | | |
| | Trä-14-2700 | 0.017 | 0.140 | 500 | 2700 | | | | |
| Mellanbjkl | Trä-14-2700 | 0.017 | 0.140 | 500 | 2700 | 0.511 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| | Min+träMellanbjkl | 0.080 | 0.053 | 84 | 896 | | | | |
| | SPÅNSKIVA | 0.022 | 0.140 | 600 | 2300 | | | | |
| Bottenbjkl Korr | Betong 950 | 0.035 | 1.700 | 2300 | 950 | 0.390 | 0.000 | 0.00 | 0.60 |
| | Min+träBottenbjkl | 0.112 | 0.053 | 84 | 896 | | | | |
| | SPÅNSKIVA | 0.022 | 0.140 | 600 | 2300 | | | | |
| | Trä-14-2700 | 0.015 | 0.140 | 500 | 2700 | | | | |
| Snedtak | Trä-14-2700 | 0.020 | 0.140 | 500 | 2700 | 0.285 | 0.000 | 0.00 | 0.60 |
| | Min.Matta BYGG | 0.030 | 0.046 | 90 | 750 | | | | |

Projekt: Mätaregränden 15 - TOTAL
Beskrivning: Total Byggnad Åtgärd: Låg temp
Utfört av: LTH
Projektfil: \\v-server3\hem\v99.tobias.m\Examensarbete\VIP\Total Ågrd Ig tmp 070113.VIP

Datum: 2007-01-13

Sign: TMÅ

Företag: **Structural Design Software in Europe AB**

Byggdeltstyper - Katalog

| Byggdels typ | Material | Skikt-tjocklek | Värmelednings tal | Densitet | Värme-kapacitet | U-värde | Delta-U-värde | Luft q50 | läck. Expo- |
|--------------|-----------------|----------------|---------------------|-------------------|-----------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------------|
| | | m | W/m ² °C | kg/m ³ | J/kg°C | W/m ² °C | W/m ² °C | l/s,m ² | nent |
| | Min+träVindsbjk | 0.120 | 0.050 | 67 | 823 | | | | |
| | Trä-14-2700 | 0.017 | 0.140 | 500 | 2700 | | | | |

Byggnadsdelar - Väggar, bjälklag

| Benämning | Byggdeltstyp | Orientering | Area | Sol-absorption | Formfaktor | Nivå | Nivå | Mot-temp | Andel av effekt-behov | U-Värde med mark och Delta-U |
|-----------------|----------------|-------------|----------------|----------------|------------|--------|--------|----------|-----------------------|------------------------------|
| | | | m ² | % | | Lägsta | Högsta | °C | % | W/m ² °C |
| Yttervägg 2-pla | Yttervägg | SÖDER | 22.6 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 5.5 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 1-pla | Yttervägg | SÖDER | 11.4 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 2.5 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 1-pla | Yttervägg | VÄSTER | 9.8 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 2.7 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 2-pla | Yttervägg | VÄSTER | 31.2 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 5.5 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 1-pla | Yttervägg | NORR | 29.5 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 2-pla | Yttervägg | NORR | 25.0 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 5.5 | | 0 | 0.520 |
| Mellanbjälklag | Mellanbjälklag | INNER | 57.9 | | | | | | | |
| Vindsbjälklag | Vindsbjälklag | TAK | 57.9 | 90.0 | 0.0 | 5.5 | 5.5 | | 0 | 0.278 |
| Bottenbjälklag | Bottenbjälklag | NORR | 101.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0 | 0.390 |
| Snedtak | Snedtak | TAK | 43.9 | 90.0 | 0.0 | 2.5 | 3.0 | | 0 | 0.285 |

Solskyddstyper

| Benämning | Gränstemperatur | Gränseffekt | Reduktion F1 | Reduktion F2 | Skärmvinkel | Högsta Vindhastighet |
|-----------|-----------------|------------------|--------------|--------------|-------------|----------------------|
| | °C | W/m ² | % | % | grader | m/s |
| Markis | 0.0 | 50.0 | 0.0 | 0.0 | 45.0 | 10.0 |

Byggnadsdelar - Fönster, dörrar, ventiler

| Benämning | Byggdeltstyp | Orientering | Area | Glasandel | Skugg F1 | fakt. F2 | U-värde | Formfaktor | Nivå | Nivå | Luft q50 | läck. Expo- | Sol-skydd |
|--------------|--------------|-------------|----------------|-----------|----------|----------|---------------------|------------|-------|-------|----------|-------------|-----------|
| | | | m ² | % | % | % | W/m ² °C | vind | Lägst | Högst | 50Pa | nent | skydd |
| Isoler 1-pla | 3GLAS | SÖDER | 3.1 | 70 | 80 | 64 | 1.80 | 0.0 | 1.5 | 2.5 | 0.83 | 0.60 | |
| F1 1-plan | 2GLAS | SÖDER | 6.6 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 1.0 | 2.5 | 0.83 | 0.65 | |

Projekt: Mätaregränden 15 - TOTAL
Beskrivning: Total Byggnad Åtgärd: Låg temp
Utfört av: LTH
Projektfil: \\v-server3\hem\v99.tobias.m\Examensarbete\VIP+\Total Ågrd lg tmp 070113.VIP

Datum: 2007-01-13

Sign: TMÅ

Företag: **Structural Design Software in Europe AB**

Byggnadsdelar - Fönster, dörrar, ventiler

| Benämning | Bygghuset | Oriering | Area | Glasandel | Skugg F1 | fakt. F2 | U-värde | Formfaktor | Nivå | Nivå | Luft | läck. | Sol- |
|-------------|-----------|----------|----------------|-----------|----------|----------|---------------------|------------|-------|-------|--------------------|-------|-------|
| | | terin g | m ² | % | % | % | W/m ² °C | vind | Lägst | Högst | q50 | Expo- | skydd |
| | | | | | | | | | m | m | l/s,m ² | nent | |
| FD 1-plan | 2GLAS | SÖDER | 2.9 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 0.5 | 2.5 | 0.83 | 0.65 | |
| Dörr 2-plan | D1 | SÖDER | 2.9 | 0 | 0 | 0 | 2.00 | 0.0 | 0.3 | 2.5 | 0.83 | 0.60 | |
| F1 2-plan | 2GLAS | VÄSTER | 4.4 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 0.8 | 2.5 | 0.83 | 0.65 | |
| F3 2-plan | 2GLAS | VÄSTER | 0.5 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 1.8 | 2.5 | 0.83 | 0.65 | |
| FD 2-plan | 2GLAS | VÄSTER | 2.9 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 0.3 | 2.5 | 0.83 | 0.65 | |
| F2 2-plan | 2GLAS | VÄSTER | 3.1 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 4.2 | 5.4 | 0.83 | 0.65 | |
| F3 2-plan | 2GLAS | VÄSTER | 0.5 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 4.7 | 5.4 | 0.83 | 0.65 | |
| F3 2-plan | 2GLAS | NORR | 0.5 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 1.8 | 2.5 | 0.83 | 0.65 | |
| F2 2-plan | 2GLAS | ÖSTER | 4.7 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 1.3 | 2.5 | 0.83 | 0.65 | |
| F3 2-plan | 2GLAS | ÖSTER | 0.5 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 1.8 | 2.5 | 0.83 | 0.65 | |
| Dörr 2-plan | FD2GLAS | ÖSTER | 2.9 | 40 | 90 | 72 | 2.70 | 0.0 | 0.3 | 2.5 | 0.83 | 0.65 | |
| F2 2-plan | 2GLAS | ÖSTER | 4.7 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 4.2 | 5.4 | 0.83 | 0.65 | |
| FD 2-plan | 2GLAS | ÖSTER | 2.9 | 70 | 70 | 56 | 2.70 | 0.0 | 3.2 | 5.4 | 0.83 | 0.65 | |

Driftdata

| Driftfalls benämning | Veckodagar | Dag nr. | Tid | Process energi | Process energi | Person energi | Tappvarmv. energi | Tappvarmv. energi | Högsta rumstem | Lägsta rumstem |
|----------------------|------------|---------|--------|------------------|----------------|------------------|-------------------|-------------------|----------------|----------------|
| | | | | W/m ² | W/lgh | W/m ² | W/m ² | W/lgh | °C | °C |
| Svenstm Lgr tmp | MÅND-SÖND | 1 - 365 | 0 - 24 | 0.42 | 0.00 | 0.00 | 0.37 | 0.00 | 24.00 | 18.00 |

Ventilationsaggregat

| Aggregatbenämning | Tilluft Fläkttryck Pa | Verkn.gr. % | Frånluft Fläkttryck Pa | Verkn.gr. % | Verkn.gr. % | Återvinning | Lägsta Tilluftstemp °C |
|-------------------|-----------------------|-------------|------------------------|-------------|-------------|-------------|------------------------|
| Svenstam | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Ventilationsaggregat - Drifttider och flöden

| Veckodagar | Tilluft oms/h | Frånluft oms/h | Startdag-Slutdag | Starttid-Sluttid |
|--------------------|---------------|----------------|------------------|------------------|
| Svenstam MÅND-SÖND | 0.00 | 0.50 | 1 - 365 | 0 - 24 |

Projekt: Mätaregränden 15 - TOTAL
Beskrivning: Total Byggnad Åtgärd: Låg temp
Utfört av: LTH
Projektfil: \\v-server3\hem\v99.tobias.m\Examensarbete\VIP+\Total Ågrd Ig tmp 070113.VIP

Datum: 2007-01-13

Sign: TMÅ

Företag: **Structural Design Software in Europe AB**

Installationer

| | | | |
|---|------|----------------|----|
| Krav på energisparåtgärder enligt BBR kap 9:3 | Nej | | |
| Värmeåtervinning från spillvatten till tappvarmvatten | | | |
| Verkningsgrad | 0.00 | % | |
| Komfortkyla Kylfaktor | 0.0 | | |
| Max RH i rumsluft | 0.0 | % | |
| El till cirkulationspump | 0.0 | % av kyleffekt | |
| Rumstemperaturens termostatgräns | 0.0 | 0.0 | °C |

Referenshus

Byggdeltstyper - Katalog

| Byggdeltstyp | Material | Skikt-tjocklek m | Värmeledningstal W/m ² °C | Densitet kg/m ³ | Värme-kapacitet J/kg°C | U-värde W/m ² °C | Delta-U-värde W/m ² °C | Luft q50 l/s,m ² | läck. Expo-nent |
|--------------|--------------|---------------------|---|-------------------------------|---------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|-----------------|
| Referens | Yttre skikt | 0.000 | 10.000 | 900 | 100000 | 0.572 | 0.000 | 0.80 | 0.50 |
| | Mellanskikt | 0.063 | 0.040 | 1 | 100 | | | | |
| | Inre skikt | 0.000 | 10.000 | 900 | 100000 | | | | |
| | Inre byggdel | 0.000 | 0.100 | 10 | 10 | | | | |

Byggnadsdelar - Väggar, bjälklag

| Benämning | Byggdeltstyp | Oriente ring | Area m ² | Sol-absorb. tion % | Form-faktor vind | Nivå Lägsta m | Nivå Högsta m | Mot-temp °C | Andel av effekt-behov % | U-Värde med mark och Delta-U W/m ² °C |
|-----------------|--------------|--------------|------------------------|-----------------------|------------------|---------------------|---------------------|----------------|----------------------------|---|
| Yttervägg 2-pla | Referens | SÖDER | 22.6 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 5.5 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 1-pla | Referens | SÖDER | 11.4 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 2.5 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 1-pla | Referens | VÄSTER | 9.8 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 2.7 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 2-pla | Referens | VÄSTER | 31.2 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 5.5 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 1-pla | Referens | NORR | 29.5 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | | 0 | 0.520 |
| Yttervägg 2-pla | Referens | NORR | 25.0 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 5.5 | | 0 | 0.520 |
| Mellanbjälklag | Referens | INNER | 57.9 | | | | | | | |
| Vindsbjälklag | Referens | TAK | 57.9 | 90.0 | 0.0 | 5.5 | 5.5 | | 0 | 0.278 |
| Bottenbjälklag | Referens | NORR | 101.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0 | 0.390 |
| Snedtak | Referens | TAK | 43.9 | 90.0 | 0.0 | 2.5 | 3.0 | | 0 | 0.285 |

Projekt: Mätaregränden 15 - TOTAL
Beskrivning: Total Byggnad Åtgärd: Låg temp
Utfört av: LTH
Projektfil: \\v-server3\hem\v99.tobias.m\Examensarbete\VIP+\Total Ågrd Ig tmp 070113.VIP

Datum: 2007-01-13

Sign: TMÅ

Företag: **Structural Design Software in Europe AB**

Byggnadsdelar - Fönster, dörrar, ventiler

| Benämning | Bygghuset | Oriering | Area | Glasandel | Skugg F1 | fakt. F2 | U-värde | Formfaktor | Nivå | Nivå | Luft | läck. | Sol- |
|--------------|-----------|----------|----------------|-----------|----------|----------|---------------------|------------|-------|-------|--------------------|-------|-------|
| | | terin g | m ² | % | % | % | W/m ² °C | vind | Lägst | Högst | q50 | Expo- | skydd |
| | | | | | | | | | m | m | l/s,m ² | nent | |
| Isoler 1-pla | Refere ns | SÖDER | 3.1 | 70 | 80 | 64 | -0.99 | 0.0 | 1.5 | 2.5 | 0.80 | 0.60 | |
| F1 1-plan | Refere ns | SÖDER | 6.6 | 70 | 70 | 56 | -2.30 | 0.0 | 1.0 | 2.5 | 0.80 | 0.65 | |
| FD 1-plan | Refere ns | SÖDER | 2.9 | 70 | 70 | 56 | -2.30 | 0.0 | 0.5 | 2.5 | 0.80 | 0.65 | |
| Dörr 2-plan | D1 | SÖDER | 2.9 | 0 | 0 | 0 | 2.00 | 0.0 | 0.3 | 2.5 | 0.80 | 0.60 | |
| F1 2-plan | Refere ns | VÄSTER | 4.4 | 70 | 70 | 56 | -2.98 | 0.0 | 0.8 | 2.5 | 0.80 | 0.65 | |
| F3 2-plan | Refere ns | VÄSTER | 0.5 | 70 | 70 | 56 | -2.98 | 0.0 | 1.8 | 2.5 | 0.80 | 0.65 | |
| FD 2-plan | Refere ns | VÄSTER | 2.9 | 70 | 70 | 56 | -2.98 | 0.0 | 0.3 | 2.5 | 0.80 | 0.65 | |
| F2 2-plan | Refere ns | VÄSTER | 3.1 | 70 | 70 | 56 | -2.98 | 0.0 | 4.2 | 5.4 | 0.80 | 0.65 | |
| F3 2-plan | Refere ns | VÄSTER | 0.5 | 70 | 70 | 56 | -2.98 | 0.0 | 4.7 | 5.4 | 0.80 | 0.65 | |
| F3 2-plan | Refere ns | NORR | 0.5 | 70 | 70 | 56 | -3.38 | 0.0 | 1.8 | 2.5 | 0.80 | 0.65 | |
| F2 2-plan | Refere ns | ÖSTER | 4.7 | 70 | 70 | 56 | -2.98 | 0.0 | 1.3 | 2.5 | 0.80 | 0.65 | |
| F3 2-plan | Refere ns | ÖSTER | 0.5 | 70 | 70 | 56 | -2.98 | 0.0 | 1.8 | 2.5 | 0.80 | 0.65 | |
| Dörr 2-plan | Refere ns | ÖSTER | 2.9 | 40 | 90 | 72 | -2.98 | 0.0 | 0.3 | 2.5 | 0.80 | 0.65 | |
| F2 2-plan | Refere ns | ÖSTER | 4.7 | 70 | 70 | 56 | -2.98 | 0.0 | 4.2 | 5.4 | 0.80 | 0.65 | |
| FD 2-plan | Refere ns | ÖSTER | 2.9 | 70 | 70 | 56 | -2.98 | 0.0 | 3.2 | 5.4 | 0.80 | 0.65 | |

Driftdata

| Driftfalls benämning | Veckodagar | Dag nr. | Tid | Process energi | Process energi | Person energi | Tappvarmv. energi | Tappvarmv. energi | Högsta rumstem | Lägsta rumstem |
|----------------------|------------|---------|--------|------------------|----------------|------------------|-------------------|-------------------|----------------|----------------|
| | | | | W/m ² | W/lgh | W/m ² | W/m ² | W/lgh | °C | °C |
| Referens | MÅND-SÖND | 1 - 365 | 0 - 24 | 2.51 | 251.00 | 1.00 | 0.37 | 0.00 | 26.00 | 20.00 |

Ventilationsaggregat

| Aggregatbenämning | Tilluft | Frånluft | Verkn.gr | Lägsta |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|
| | Fläkttryck Pa | Fläkttryck Pa | Återvinning % | Tilluftstemp °C |
| Svenstam | 0.00 | 0.00 | 50.00 | 0.00 |

Projekt: Mätaregränden 15 - TOTAL
Beskrivning: Total Byggnad Åtgärd: Låg temp

Datum: 2007-01-13

Utfört av: LTH

Sign: TMÅ

Projektfil: \\v-server3\hem\v99.tobias.m\Examensarbete\VIP+\Total Ågrd Ig tmp 070113.VIP

Företag: **Structural Design Software in Europe AB**

Ventilationsaggregat - Drifftider och flöden

| Vecko- dagar | Tilluft oms/h | Frånluft oms/h | Startdag-Slutdag | Starttid-Sluttid |
|-----------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|
| Svenstam | | | | |
| MÅND-SÖND | 0.50 | 0.50 | 1 - 365 | 0 - 24 |

Installationer

| | | | |
|---|------|----------------|----|
| Värmeåtervinning från spillvatten till tappvarmvatten | | | |
| Verkningsgrad | 0.00 | % | |
| Komfortkyla Kylfaktor | 0.0 | | |
| Max RH i rumsluft | 0.0 | % | |
| El till cirkulationspump | 0.0 | % av kyleffekt | |
| Rumstemperaturens termostatgräns | 0.0 | 0.0 | °C |

RESULTAT

Detaljerat Resultat

Aktuellt hus med aktuell drift

| Period | Angiven Energi | kWh | | | | Tillförd Energi | kWh | | Process Person | Uppvärmning |
|----------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-----------------|--------------------|----------------|------------------|-------------------|-------------|
| | | Transmis- sion | Luft- läckning | Ventilat- ion | Varm- vatten | | Solenergi i | Åter- vinning | | |
| Månad 1 | 3176 | 0 | 846 | 44 | 0 | 26 | 0 | 50 | 3976 | |
| Månad 2 | 2909 | 0 | 778 | 40 | 0 | 47 | 0 | 45 | 3634 | |
| Månad 3 | 2741 | 0 | 743 | 44 | 0 | 153 | 0 | 50 | 3328 | |
| Månad 4 | 1960 | 0 | 567 | 42 | 0 | 632 | 0 | 48 | 1888 | |
| Månad 5 | 1235 | 0 | 401 | 44 | 79 | 1057 | 0 | 50 | 658 | |
| Månad 6 | 742 | 0 | 272 | 42 | 151 | 979 | 0 | 48 | 194 | |
| Månad 7 | 614 | 0 | 243 | 44 | 341 | 1112 | 0 | 50 | 78 | |
| Månad 8 | 615 | 0 | 227 | 44 | 201 | 934 | 0 | 50 | 107 | |
| Månad 9 | 823 | 0 | 244 | 42 | 0 | 285 | 0 | 48 | 755 | |
| Månad 10 | 1483 | 0 | 401 | 44 | 0 | 68 | 0 | 50 | 1807 | |
| Månad 11 | 2210 | 0 | 591 | 42 | 0 | 37 | 0 | 48 | 2754 | |
| Månad 12 | 2870 | 0 | 764 | 44 | 0 | 21 | 0 | 50 | 3609 | |

Detaljerat Resultat

Referenshus med referensdrift

| Period | Angiven Energi | kWh | | | | Tillförd Energi | kWh | | Process Person | Uppvärmning |
|----------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-----------------|--------------------|----------------|------------------|-------------------|-------------|
| | | Transmis- sion | Luft- läckning | Ventilat- ion | Varm- vatten | | Solenergi i | Åter- vinning | | |
| Månad 1 | 1037 | 111 | 940 | 44 | 0 | 26 | 470 | 50 | 1577 | |
| Månad 2 | 935 | 104 | 863 | 40 | 0 | 47 | 431 | 45 | 1416 | |
| Månad 3 | 847 | 92 | 837 | 44 | 0 | 153 | 414 | 50 | 1206 | |
| Månad 4 | 489 | 71 | 699 | 42 | 4 | 632 | 200 | 48 | 428 | |
| Månad 5 | 154 | 51 | 577 | 44 | 421 | 1057 | 47 | 50 | 108 | |
| Månad 6 | -15 | 33 | 436 | 42 | 571 | 979 | 2 | 48 | 45 | |
| Månad 7 | -99 | 29 | 395 | 44 | 838 | 1112 | 0 | 50 | 44 | |
| Månad 8 | 13 | 28 | 386 | 44 | 554 | 934 | 0 | 50 | 44 | |
| Månad 9 | 252 | 25 | 364 | 42 | 10 | 285 | 100 | 48 | 236 | |
| Månad 10 | 512 | 40 | 495 | 44 | 0 | 68 | 247 | 50 | 725 | |
| Månad 11 | 740 | 68 | 682 | 42 | 0 | 37 | 341 | 48 | 1103 | |

Projekt: Mätaregränden 15 - TOTAL
Beskrivning: Total Byggnad Åtgärd: Låg temp
Utfört av: LTH
Projektfil: \\v-server3\hem\v99.tobias.m\Examensarbete\VIP\Total Ågrd Ig tmp 070113.VIP

Datum: 2007-01-13

Sign: TMÅ

Företag: **Structural Design Software in Europe AB**

Detaljerat Resultat

Referenshus med referensdrift

| Period | Angiven Energi | kWh | | | | Tillförd Energi | kWh | | |
|----------|----------------|---------------|-------------|------------|---------|-----------------|-------------|---------|-------------|
| | Transmission | Luft-läckning | Ventilation | Varmvatten | Kylning | Solenergi | Återvinning | Process | Uppvärmning |
| Månad 12 | 948 | 97 | 858 | 44 | 0 | 21 | 429 | 50 | 1448 |


Nyckeltal

| | Referenshus | Aktuellt hus | Aktuellt hus | |
|------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------------|
| | Referensdrift | Referensdrift | Aktuell drift | |
| Inre värmekapacitet | 22.46 | 22.45 | 22.45 | Wh/m ² °C |
| Yttre värmekapacitet | 24.25 | 66.41 | 66.41 | Wh/m ² °C |
| Medeltemperatur | 20.00 | 20.00 | 18.00 | °C |
| Medelvärde ventilation | 0.50 | 0.50 | 0.50 | oms/h |
| Processenergi medel | 0.42 | 0.42 | 0.42 | W/m ² |
| Personenergi medel | 0.00 | 0.00 | 0.00 | W/m ² |
| Fs-värde medel | 0.222 | 0.607 | 0.539 | W/m ² °C |
| Fs-värde max tillåtet | | 0.288 | 0.288 | W/m ² °C |
| Omslutningsarea | | 376.00 | 376.00 | m ² |
| Summa U-värde * Area | 83.34 | 228.12 | 202.77 | W/°C |
| Luftläckage vid 50 Pa | 138.08 | 143.83 | 143.83 | l/s |
| Invändigt tryck medel | -1.2 | -10.4 | -10.3 | Pa |

Jämförelse energibalans Referenshus - Aktuellt hus

| | Referenshus | Aktuellt hus | Aktuellt hus |
|---|---------------|---------------|---------------|
| | Referensdrift | Referensdrift | Aktuell drift |
| Avgiven energi (kWh): | | | |
| Transmission omslutningsytor | 5812 | 24950 | 21376 |
| Luftläckage | 748 | 0 | 0 |
| Ventilation | 7532 | 7024 | 6075 |
| Tappvarmvatten | 515 | 515 | 515 |
| Kylning | 2398 | 381 | 772 |
| Tillförd energi (kWh): | | | |
| Solenergi genom fönster | 5351 | 5351 | 5351 |
| Energiåtervinning värmväxlare | 2682 | 0 | 0 |
| Energiåtervinning värmepump | 0 | 0 | 0 |
| Energiåtervinning Solvärme | 0 | 0 | 0 |
| Personenergi | 0 | 0 | 0 |
| Processenergi | 585 | 585 | 585 |
| UPPVÄRMNING | 8379 | 26926 | 22787 |
| EL KOMFORTKYLA | 0 | 0 | 0 |
| Uppvärmning per golvarea (kWh/m ²) | 53 | 169 | 143 |
| Elförbrukning som ingår i 'UPPVÄRMNING': | | | |
| El till värmepump | 0 | 0 | 0 |
| El till tilluftsfläktar | 0 | 0 | 0 |
| El till frånluftsfläktar | 0 | 0 | 0 |
| El till Cirkulationspumpar | 0 | 0 | 0 |

7.13 Bilaga 13 Boverkets formulär för energideklaration

 Utkast energideklaration ¹ Webb 14

Byggnadens ägare - Kontaktuppgifter

| | | | | |
|--------------|--|----------------------------------|--------------------|--|
| Ägarens namn | | Personnummer/Organisationsnummer | | Utbildsk adress <input type="checkbox"/> |
| Adress | | Postnummer | Postort | |
| Land | | Telefonnummer | Mobiltelefonnummer | |
| E-postadress | | | | |

Byggnadens ägare - Övriga

| | |
|--------------|----------------------------------|
| Ägarens namn | Personnummer/Organisationsnummer |
|--------------|----------------------------------|

Byggnaden - Identifikation

| | | | | |
|-----------------|-------------------|-----------------------------------|--|--------------------------------------|
| Län | Kommun | Fastighetsbeteckning | | |
| Egen beteckning | | Egna hem <input type="checkbox"/> | | |
| Husnummer | Prefix byggnadsid | Byggnadsid | Byggnadsid finns ej (experter har kontrollerat) <input type="checkbox"/> | |
| Adress | | Postnummer | Postort | Huvudadress <input type="checkbox"/> |

- ¹ Detta formulär skall inte skickas till Boverket.
Övertämnandet till Boverket sker elektroniskt av behörig energiexpert.

| Byggnaden - Egenskaper | | Byggnadskategori | |
|---|--|---|---------------|
| Tytkod | | | |
| Byggnadens komplexitet <input type="radio"/> Enkel <input type="radio"/> Komplex | | Byggnadstyp | |
| Atemp (exkl. Avsmgarage) <input type="radio"/> Mätt värde _____ m ² <input type="radio"/> Omvandlat från BOA/LOA <input type="radio"/> Omvandling för kontorbyggnad (>=75%) <input type="radio"/> Omvandlat från BRA <input type="radio"/> Omvandlat från BTA | | Nybyggnadsår | |
| BOA _____ m ² LOA _____ m ² BRA _____ m ² BTA _____ m ² | | Verksamhet Fördela enligt nedan: Bostäder (inkl. baren, t.ex. trapphus och uppvärmd källare) _____ Hotell, pensionat och elevhem _____ Restaurang _____ Kontor och förvaltning _____ Butiks- och lagerlokaler för livsmedelshandel _____ Butiks- och lagerlokaler för övrig handel _____ Köpcentrum _____ Vård, dygnet runt _____ Vård, dagtid (samt serviceboende, frisørsalong o. dyli) _____ Skolor (förskola-universitet) _____ Bad-, sport-, idrottsanläggningar (ej utomhusarenor) _____ Teater-, konsert-, biograflokaler och övriga samlingslokaler _____ Övrig verksamhet - ange vad _____ | |
| Antal källarplan uppvärmda till >10°C (exkl. garageplan) | | | |
| Avsmgarage _____ m ² | | | |
| Antal vilningsplan ovan mark _____ | | | |
| Antal trapphus _____ | | | |
| Antal bostadslägenheter _____ | | | |
| Projekterat genomsnittligt ventilationsflöde i lokaler och specialbyggnader _____ l/s, m ² | | | |
| | | | Summa _____ 0 |

- ¹ Detta formulär skall inte skickas till Boverket.
Överlämnandet till Boverket sker elektroniskt av behörig energiexpert.

Energianvändning

Vilken 12-månadsperiod avser energiluppgifterna? (ange första månaden i formatet ÅÅMM)

Hur mycket energi har använts för värme och kyla angivet år (ange mätt värde om möjligt)?
 Angivna värden skall inte vara normalårskorrigerade

| | Mätt värde | Fördelat värde |
|---------------------------------------|------------|----------------|
| Fjärrvärme (1) | kWh | kWh |
| Eldningsolja (2) | kWh | kWh |
| Naturgas, stadsgas (3) | kWh | kWh |
| Ved (4) | kWh | kWh |
| Pils/pelletsbränsler (5) | kWh | kWh |
| Övrigt biobränsle (6) | kWh | kWh |
| Ei (vattenburen) (7) | kWh | kWh |
| Ei (direktverkande) (8) | kWh | kWh |
| Ei (luftburen) (9) | kWh | kWh |
| Markvärmepump (ei) (10) | kWh | kWh |
| Värmepump-frånluft (ei) (11) | kWh | kWh |
| Värmepump-luftluft (ei) (12) | kWh | kWh |
| Värmepump-luft/vatten (ei) (13) | kWh | kWh |
| Summa 1-13 ¹ (Σ1) | kWh | kWh |
| Varav energi till varmvattenberedning | kWh | kWh |
| Fjärrkyla (14) | kWh | kWh |

Finns solvärme? Ja Nej
 Om ja, ange total solfångararea _____ m²

Omvandlingsfaktorer för bränslen i tabellen nedan gäller om inte annat uppmäts:

| | |
|--------------|--|
| Eldningsolja | 10 000 kWh/m ³ |
| Naturgas | 11 000 kWh/1 000 m ³ (effektivt värmevärde) |
| Stadsgas | 4 600 kWh/1 000 m ³ |
| Pellets | 4 500-5 000 kWh/ton, beroende av träslag och fukthalt |

Källa: Energimyndigheten
 För övriga biobränsle varierar värmevärdet beroende av sammansättning och fukthalt. Det är expertens ansvar att omrättna bränslets vikt eller volym till energi på ett korrekt sätt.

Övrig ei (ange mätt värde om möjligt)
 Angivna värden skall inte vara normalårskorrigerade

| | Mätt värde | Fördelat värde |
|------------------------------------|------------|----------------|
| Fastighetsel (15) | kWh | kWh |
| Hushållsel (16) | kWh | kWh |
| Verksamhetsel (17) | kWh | kWh |
| Komfortkyla (18) | kWh | kWh |
| Summa 7-13,15-18 ² (Σ2) | kWh | kWh |
| Summa 1-15,18 ³ (Σ3) | kWh | kWh |
| Summa 7-13,15,18 ⁴ (Σ4) | kWh | kWh |

| | | | |
|------------------------|---------------------------------------|---|---|
| Ort (graddagar) | Normalårskorrigerat värde (graddagar) | Ort (Energi-index) | Normalårskorrigerat värde (Energi-index) ⁵ |
| | kWh | | kWh |
| Energiprestanda | ...varav ei | Referensvärde 1 (enligt nybyggnadskrav) | Referensvärde 2 (statistiskt intervall) |
| kWh/m ² ,år | kWh/m ² ,år | kWh/m ² ,år | - kWh/m ² ,år |

¹ Energi för uppvärmning och varmvatten² Ei totalt³ Värme, kyla och fastighetsel⁴ Ei exklusive hushållsel och verksamhetsel⁵ Underlag för energiprestanda¹ Detta formulär skall inte skickas till Boverket.

Överlämnandet till Boverket sker elektroniskt av behörig energiexpert.

Uppgifter om ventilationskontroll

| | | | |
|---|------------------------------------|--|--|
| Finns det krav på ventilationskontroll i byggnaden? <input type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nej | | | |
| Typ av ventilationsystem | | | |
| <input type="checkbox"/> FTX | <input type="checkbox"/> FT | <input type="checkbox"/> F med återvinning | |
| <input type="checkbox"/> F | <input type="checkbox"/> Självdrag | | |
| Är ventilationskontrollen godkänd vid tillpunkten för energideklamationen? <input type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nej <input type="radio"/> Delvis ⁶ % godkänd | | | |

⁶ Avser när byggnaden har fler ventilationsaggregat

Uppgifter om luftkonditioneringssystem

| | | |
|--|--------------------------------------|-------------------------------|
| Finns luftkonditioneringssystem med nominell kylteffekt större än 12kW? <input type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nej | | |
| Nominell kylteffekt enligt standard SS-EN 14 511-2:2007 | Byggnadens nuvarande kylteffektbehov | Area som är luftkonditionerad |
| _____ kW | _____ kW | _____ m ² |

Uppgifter om radon

| | | |
|---|----------------|------------------------|
| Är radonhalten mätt? <input type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nej | | |
| Radonhalt | Typ av mätning | Datum för radonmätning |
| _____ Bq/m ³ | | |

Utförda energieffektiviseringsåtgärder

| | | | |
|-------------------------|---|--|-----------|
| Utförd åtgärd | <input type="checkbox"/> Styr- och regler teknisk | <input type="checkbox"/> Byggnadsteknisk | Utfört år |
| | <input type="checkbox"/> Installations teknisk | | |
| Beskrivning av åtgärden | | | |
| | | | |

Rekommendationer om kostnadseffektiva åtgärder

| | | | | | |
|-------------------------|---|--|--------------------------|------------------------|------------------------------------|
| Åtgärdsförslag | <input type="checkbox"/> Styr- och regler teknisk | <input type="checkbox"/> Byggnadsteknisk | Minskad energianvändning | Kostnad per sparad kWh | Minskad utsläpp av CO ₂ |
| | <input type="checkbox"/> Installations teknisk | | _____ kWh/år | _____ kr/kWh | _____ ton/år |
| Beskrivning av åtgärden | | | | | |
| | | | | | |

¹ Detta formulär skall inte skickas till Boverket.
Överlämnandet till Boverket sker elektroniskt av behörig energiexpert.

Övrigt

| | | |
|---|---|---|
| Har byggnaden deklarerats tidigare? <input type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nej | Har experten besiktgat byggnaden? <input type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nej | Detaljinformation går att finna hos _____ |
|---|---|---|

Annat arbete med hänvisning till hälsa och miljö som utförts på byggnaden, tex. miljöklassning, enkäter eller kommentarer till energieklamationssuppliferna

Kontrollorgan och tekniskt ansvarig

| | | | |
|----------------------|----------|---------------------|---------------------|
| Ackrediterat företag | | Organisationsnummer | Akrediteringsnummer |
| Förmann | Eftemänn | E-postadress | |

Expert

| | |
|-----------------------|--------------|
| Förmann | Eftemänn |
| Datum för godkännande | E-postadress |

- ¹ Detta formulär skall inte skickas till Boverket.
Överlämnandet till Boverket sker elektroniskt av behörig energiexpert.