

Avdelningen för Byggnadsfysik

Examensarbete TVBH-5053

Lund 2005

Energianvändning i två flerbostadshus av trä

Jenny Haryd



LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
Lunds universitet

Avdelningen för Byggnadsfysik
Lunds universitet
Box 118
221 00 Lund
Sverige

ISRN LUTVDG/TVBH--05/5053--SE(92)
©2005 Jenny Haryd

Förord

Detta examensarbete är en uppföljning till forskningsprojektet Utvärdering av energitillförsel och – användning samt inneklimat i Bo01-husen och licentiatavhandlingen Energianvändning i nybyggda flerbostadshus på Bo01-området i Malmö. Miljödepartementet krävde speciellt att de satsningar som gjordes i samband med bomässan i Malmö 2001 skulle utvärderas. Malmö stad tog därför fram ett kvalitetsprogram för att se till att satsningarna genomfördes som sökts genom det lokala investeringsprogrammet.

Tidigare har tio fastigheter på området utvärderats och ytterligare två ska utvärderas i denna studie. Syftet är att jämföra entreprenörernas energibehovsberäkningar med verklig energianvändning och ge förklaringar till avvikelserna. Därtill ska även LIP-ansökningarna granskas, fastigheternas historik med åtgärder ska klargöras och de boendes upplevda komfort och möjlighet att påverka energianvändningen åskådliggöras. Därefter ska ytterligare fördjupade studier genomföras inom forskningsprojektet.

Ett stort tack vill jag rikta till min handledare Annika Nilsson. Du inspirerar och hjälper till i alla lägen. Namaste!

Tack till alla boende som ställt upp under arbetet, Marianne & Gert, Anki & Fredrik, Petra & Björn, Conny med familj, Jenny & Johan, Iréne & Roger, Elisabeth & Lars samt Johanna & Andrew. Med er öppenhet och gott kaffe kan man komma långt!

Tack till Tord, ordförande i bostadsrättsföreningen i Trähuset, för att du fixade och grejade med både namnlistor och nycklar. Det blev rätt till slut!

Till Sydkrafts personal, tack. Det är inte alltid lätt att hitta rätt bland alla siffror och beteckningar. Tack till Torbjörn Lindgren som i själva verket löste upp hela knuten! Och till Energidialogs support. Det tog sig!

Tack till Jon och Nina på Miljöförvaltningen i Malmö för hjälpen med all LIP-information.

Tack till Lars Ohlsson på Avdelningen för Byggnadsfysik, Lunds tekniska högskola, även kallad Håmer. Din humor smittar av sig! Och till Agneta Ohlsson, för all hjälp med instrumenten. Grattis till den nya värmekameran! Tack till Birgitta och Lilian. Exjobb på distans blir inte självgående utan er!

Mina kollegor på WSP Environmental som bidragit med massa skoj och bus under arbetets gång, tack. Det har varit allt möjligt från halleluja-mattor till snabba rodelbanor.

Jag vill även tacka mamma och pappa, ni är de bästa! Och Nettan, Mange, Anna och Linis. Världens beschta schwäegerska är också bra att ha, i alla lägen. Godingar som Ann-Titin å Hans, tack, ni har en fin son. Och alla goa vänner, ni vet vilka ni är. För allt trams och flams och en smula allvar.

..och till Fredrik, för att Du är Du! Blink, blink..

En sen kväll i Malmö i början av februari 2005

Jenny

Sammanfattning

Detta arbete har haft syftet att utvärdera energianvändningen i två trähus i Västra hamnen i Malmö. Båda husen, Trähuset och Framtidsstaden, byggdes under bomässan Bo01 i Malmö under 2001. Fastigheterna har båda trästomme och är intressanta att utvärdera eftersom de byggts under samma tid, utsätts för samma klimat och har goda möjligheter till uppsamling av mätdata genom Sydkrafts Energdialog.

Under Bo01-projekteringen enades kommunen och entreprenörerna om specifika energikrav genom kvalitetsprogrammet för Bo01. Kraven blev även dimensionerande för Sydkrafts energinät i Västra hamnen. Kravet för energianvändning ställdes till 105 kWh per kvadratmeter och år, där uppdelningen mellan värme och el även definierades. Genom kvalitetsprogrammet är även entreprenörerna skyldiga att utvärdera sina fastigheter i efterhand.

De två fastigheterna skiljer sig till stor del från varandra i energianvändning. Det visade sig att Trähuset hittills är den fastighet som använder minst energi, 117 kWh per kvadratmeter och år. Kravet överskrider däremot även i denna fastighet. Framtidsstaden använder mycket mer energi, minst 178 kWh per kvadratmeter och år. När uppsamlingen av mätdata hade genomförts visade det sig att elanvändningen var så låg som 14 kWh per kvadratmeter och år, vilket är orimligt. Elanvändningen i de tio fastigheterna som tidigare utvärderats låg mellan 33 och 71 kWh per kvadratmeter och år. Förmodligen har mätpunkter missats att kopplas till Energdialog.

När detta examensarbete startade hade redan tio fastigheters energianvändning utvärderats i en licentiatavhandling gjord utav Annika Nilsson, avdelningen för Byggnadsfysik, Lunds tekniska högskola. Studien visar att husen överskrider energikraven och i flera fall rejält. Hypoteser togs bland annat fram i studien om att beräkningsprogrammet Enorm förmodligen överskattar solinstrålningens inverkan på värmebehovets storlek.

I denna studie har båda fastigheterna lätta stommar vilket syns när energibehovsberäkningar jämförs med energianvändningen. Det verkar som om att båda fastigheterna tillgodogör sig mer solenergi än vad Enorm beräknar under vårmånaderna. Trähuset överensstämmer annars relativt väl med energibehovsberäkningen. I Framtidsstaden hade inte någon Enormberäkning genomförts av entreprenören. En enklare beräkning hade tagits fram. För att kunna jämföra fastigheterna sinsemellan användes Enorm under studien för att ta fram en lämplig beräkning. Beräkningen är aningen mer osäker, eftersom information om systemens funktion inte tillhandahållits av entreprenören. Framtidsstaden verkar även utnyttja solenergin mer än beräknat. Lätta stommars tillgodogörande av värme och svängningsrytm bör följas upp genom vidare studier.

Intervjustudien visade att de boende upplever god komfort i sina lägenheter, vilket också mätningarna visade. Ventilationsflödena underkänns i flera fall för båda fastigheterna enligt Boverkets krav, men de boende upplever trots detta oftast gott inneklimat. Samtliga lägenheter uppfyller annars temperaturkraven i vistelsezonen. Drag kan upplevas i Framtidsstaden där tilluftsventilerna är placerade i fönsterkarmarna där luften flödar in ouppvärmad. De boende stänger då antingen ventilerna eller också kompenserar de genom att vrida upp termostatreglagen. Tätheten i lägenheterna är svårare att uttala sig om, eftersom testmetoden inte lämpar sig väl för flerbostadshus. Möjligheten att påverka den individuella energianvändningen är än så länge liten. Trähuset håller på att införa individuell mätning under tiden som detta arbete slutförs, vilket många av de boende ställer sig positiva till.

Inför satsningarna på Bo01 kunde entreprenörerna söka pengar från det lokala investeringsprogrammet för bland annat energieffektiva lösningar som skulle bidra till lägre energibehov. Bidragen stöttade med 30 % av merkostnaden och totalt delades 250 miljoner kronor ut till olika projekt i Västra hamnen. Det har tyvärr visat sig genom denna studie att samtliga lösningar inte genomfördes, trots att medel betalats ut för dessa. Fortsättningsvis bör uppföljningen av projekten bli striktare och tydligare från kommunens sida. Mer detaljerade energiberäkningar behövs och gärna tidigare i projekten, eftersom det planeras energideklarationer och nya byggregler som ställer högre krav på entreprenörerna. När byggnader projekteras behövs goda referensprojekt finnas till hands för att visa upp vilka vinster olika energisatsningar kan ge. Kommunen skulle kunna utlova en av projektörerna eftertraktad utmärkelse för det energieffektivaste huset varje år. Detta skulle mana till öppenhet och göra energieffektiva lösningar mer synliga på marknaden.

Abstract

This thesis' main purpose is to evaluate the energy needs in two similar houses in the area of Västra hamnen in Malmö, Sweden. The houses are both wooden buildings, Trähuset and Framtidsstaden. They were built at the prospect of the exhibition in Malmö 2001, called Bo01. The purpose of the exhibition was to bring the new, modern and energy efficient solutions into searchlight. It is suitable to use the Bo01-area for research because of the opportunities to collect the results from the measuring apparatus, which are connected to the homepage of Energidialog provided by Sydkraft. All the houses in the same area can also be compared to one and other because of the same climate and the structural engineering the entrepreneurs used back in 2001.

Malmö district decided that they wanted to encourage the entrepreneurs in a way of energy effective thinking and therefore they claimed the entrepreneurs to use as a maximum 105 kWh per square meter and year. By the signing of the contract with Malmö district they also had to evaluate the houses afterwards.

The use of energy of Trähuset was 117 kWh per square meter and year. Through the thesis that has been done before this one, Trähuset is the most energy efficient building that has been built in this area, so far. Framtidsstaden used 178 kWh per square meter and year, and that is a lot more than the entrepreneur had calculated from the beginning. The use of electricity is very low, 14 kWh per square meter and year, and is not reasonable. Probably could some of the meters to the houses not be found. The use of electricity used to be between 33 and 71 in the thesis that has been made before. In the same thesis Annika Nilsson suggests that the Enorm-program, which is used for energy calculations by the entrepreneurs, overestimates the influence of the solar radiation to warm up the apartments.

The energy calculations were compared to the real energy use of the houses and it was possible to see a tendency of the light wooden buildings in the diagrams. There is also a tendency of the houses to get more influenced by the solar radiation than the energy program Enorm provided.

Those living in the houses could get involved in a interview-study that was provided while this study still was going on. All of them experienced good indoor climate, even though the building code were not fulfilled for the ventilation. The temperatures fulfilled the building code in the area of living. Some people in the Framtidsstaden sometimes felt draught by the windows, especially when the temperature set to lower outside. Those living in the house can compensate for the inconvenience by setting the thermostats to higher levels, or even simpler, shutting the air-regulators. In a while all of the people living in Trähuset can get up to date with their own, individually used energy, and pay for it themselves. Framtidsstaden has not that in mind for the moment, but they are all having positive thoughts about this idea.

As an entrepreneur you could apply for money from the local investment program, if some energy efficient solutions were built into the houses. The district of Malmö then underpinned the specific move with 30 % of the energy efficient cost. In spite of all this the responsibility for getting the moves made did not accomplish. The district should in the future be more explicit in their way of carry through big projects like Bo01, and demand specific energy calculations. The entrepreneurs must be inspired by great ideas of cutting down the costs of energy use, and install better and more efficient systems. Maybe an award to the most energy effective house is an idea. They could be inspired and take pride in the projects and gain frankness to the society.

Innehållsförteckning

1	Bakgrund	1
1.1	Syfte	2
1.2	Avgränsningar	2
2	Tillämpad teori	3
2.1	Energibehov	3
3	Tillvägagångssätt	5
3.1	Tillgång till mätdata	5
3.2	Metoderna för analys av energidata	6
3.3	Jämförelser mellan metoderna	7
3.4	Tillämpning av effektsignaturmetoden	7
3.5	Jämförelser mellan beräknade och uppmätta värden	8
3.6	Fördelning mellan el och värme	9
3.7	Intervjuer om komfort med de boende	9
3.8	Inneklimatmätningar	10
3.8.1	<i>Operativ temperaturmätning</i>	10
3.8.2	<i>Luftflödesmätning i frånluftsdon</i>	10
3.8.3	<i>Tryckprovning</i>	11
3.8.4	<i>Yttertemperaturmätning</i>	11
3.8.5	<i>Temperatur- och fuktmetning</i>	11
4	Beskrivning av fastigheterna	13
4.1	Trähuset	13
4.1.1	<i>Konstruktion</i>	13
4.1.2	<i>System</i>	14
4.1.3	<i>Beräkningar</i>	14
4.1.4	<i>LIP-ansökan</i>	14
4.1.5	<i>Undersökta lägenheter</i>	15
4.1.6	<i>Historik</i>	16
4.2	Framtidsstaden	17
4.2.1	<i>Konstruktion</i>	17
4.2.2	<i>System</i>	17
4.2.3	<i>Beräkningar</i>	18
4.2.4	<i>LIP-ansökan</i>	18
4.2.5	<i>Undersökta lägenheter</i>	19
4.2.6	<i>Historik</i>	19
5	Resultat	21
5.1	Trähuset	21
5.1.1	<i>Jämförelse mellan beräknat energibehov och uppmätt energianvändning</i>	21
5.1.2	<i>Effektsignatur</i>	22
5.1.3	<i>Resultat från intervjuer</i>	22
5.1.4	<i>Resultat från de uppmätta lägenheterna</i>	23
5.1.5	<i>Kommentar om LIP-ansökan</i>	24
5.2	Framtidsstaden	25
5.2.1	<i>Jämförelse mellan beräknat energibehov och uppmätt energianvändning</i>	25
5.2.2	<i>Effektsignatur</i>	25
5.2.3	<i>Resultat från intervjuer</i>	25
5.2.4	<i>Resultat från de uppmätta lägenheterna</i>	26
5.2.5	<i>Kommentar om LIP-ansökan</i>	27
6	Analys	29
6.1	Värmeanvändning	29
6.1.1	<i>Förluster</i>	30
6.1.2	<i>BBRs krav på genomsnittligt U-värde</i>	31
6.1.3	<i>Effektsignaturer och varmvattenanvändning</i>	32
6.2	Elanvändning	33

6.3	Komfort	33
6.4	Energikrav	34
7	Slutsatser och rekommendationer	35
8	Fortsatt arbete	37
Bilagor		39
8.1	Enormberäkning Trähuset	39
8.2	Enormberäkning Framtidsstaden	67
8.3	Utdrag ur kvalitetsprogrammet	73
8.4	Intervjusammanställning för Trähuset	75
8.5	Intervjusammanställning för Framtidsstaden	81

1 Bakgrund

I samband med bomässan, Bo01 i Västra Hamnen i Malmö 2001, ville Malmö stad bland annat visa upp framtidens energieffektiva byggande. Genom storsatsningar skulle den moderna byggnadstekniken och dess ekonomiska vinster hamna i strålkastarljuset och på så sätt nå ut till varje hem. Det var en miljö- och energimedvetenhet hos allmänheten som eftersträvades.

När hela projektet skulle sättas igång ville Malmö stad se till att alla dessa tankar kring den moderna framtidsstaden införlivades. Tillsammans med byggherrarna och Sydkraft utarbetades ett kvalitetsprogram som byggherrarna sedan var tvungna att underteckna för att marken skulle komma i deras ägo. I kvalitetsprogrammet ingick en mängd områden som beskriver hur stadsdelen är tänkt att fungera, såsom kretslopp, biologisk mångfald, energi, trafik och arkitektur. Målet för den genomsnittliga energianvändningen i fastigheterna var högst 105 kWh per kvadratmeter och år.

Om bostadsmarknaden och samhället i övrigt, byggdes mer energieffektivt skulle vårt land på lång sikt kunna drivas av enbart förnybar energi¹. Inom detta område skulle Bo01 vara föregångare där hela energibehovet skulle täckas genom 100 % förnybar och lokalt producerad energi². Energisystemet i Västra hamnen utnyttjar grundvattnet i ett så kallat akvifersystem där värmen i vattnet tas tillvara genom värmepumpar. Solceller är installerade på flera av byggnadernas tak eller fasader, vindkraft utnyttjas, soporna transporteras genom ett sopsugssystem till röt-kammare där naturgas uppkommer som sedan utnyttjas vidare.

EU-kommissionens mål är att minst 12 % av energin i Europa ska komma från förnybara energikällor år 2010³. Beräkningar visar också att bostadssektorn kan minska sin totala energianvändning med hela 35 procent genom energieffektivt byggande. För att uppnå målet inför 2010 startades kampanjen *Campaign for Take-Off* där Bo01 var ett av de första områdena att delta.

Sveriges regering har som målsättning att lämna över miljöpolitiken till nästa generation när dagens stora miljöproblem är lösta och ett ekologiskt samhälle har utvecklats. Därför avsattes pengar för att stödja lokala investeringsprogram, LIP. Dessa bidrag kunde byggherrarna på Bo01 söka genom Malmö stad. Bidragen skulle motiveras med de investeringar som var tänkta att förbättra miljön. Om entreprenörerna till exempel valde en energieffektivare lösning istället för en traditionell, stöttade bidraget med 30 % av merkostnaden. Totalt sett delades 250 miljoner kronor ut till olika projekt på Bo01-området. Kravet från regeringens sida var att byggnaderna skulle utvärderas vetenskapligt i efterhand. En del av detta ändamål håller Du nu i din hand.

¹ Svenska Naturskyddsföreningen, *Energi-intelligent Europa mål för EU*, www.snf.se/snf/hallbart/2001/hallbart2301/energiintelligens.htm, (2004-07-20)

² Hanna Roberts, Michael Sillén, *Bo01 – En ekologisk framtidsstad i Västra Hamnen i Malmö*, 2000

³ Malmö stad, Miljöförvaltningen, *Energilösningar på Bo01*, www.ekostaden.com/stadsdelar/ekostaden_tmpl_01.aspx?pageID=6&parentID=78§ionID=1&level=4&introID=5, (2004-07-20)

1.1 Syfte

Detta examensarbete har som huvudsyfte att följa upp och utvärdera energianvändningen i två fastigheter i Västra Hamnen i Malmö. Dessa två fastigheter är Framtidsstaden och Trähuset som båda byggdes inför bomässan 2001. I och med att pengar delades ut till entreprenörerna från det lokala investeringsprogrammet ställde Malmö stad, och även regeringen, krav om att åtgärderna skulle utvärderas i efterhand. Entreprenörerna har inte hållit sina löften i detta avseende. Därför blir Malmö stad och regeringen målgrupp för detta arbete, men även entreprenörerna, forskare inom energieffektivt byggande och de boende i fastigheterna kan ha nytta av studien. De andra fastigheterna i området har tidigare utvärderats i en licentiatavhandling gjord utav Annika Nilsson för avdelningen för Byggnadsfysik, Lunds tekniska högskola⁴. Detta arbete tar vid där Annikas slutade och kompletterar inför vidare arbete inom energieffektivt byggande.

Energiberäkningar bör alltid följas upp för att kunna ge svar om projektörerna räknat rätt eller om beräkningsprogrammen fungerar som tänkt och är tillförlitliga. Enligt kravet för Bo01 får energianvändningen maximalt vara 105 kWh per kvadratmeter och år. Uppdelningen mellan el och värme ska tas fram för varje fastighet för att se hur energin används. Fastigheternas system och konstruktion ska därför beskrivas kortfattat så att dess påverkan på energianvändningen lättare kan analyseras. Några av lägenheterna ska mätas upp för att bedöma täthet, ventilation och temperaturfördelning. Genom detta kan antaganden göras om hur fastigheten fungerar i sin helhet.

Det är viktigt att dagens moderna teknik är förenlig med själva användarna. I studien bedöms därför huruvida de boende själva kan påverka och kontrollera sin egen förbrukning. Den termiska komforten ska studeras i fastigheterna för att ge stöd till analysen om energianvändning. En kortfattad beskrivning ska tas fram över vad som hänt sedan inflyttning och hur eventuella problem tagits om hand. Om åtgärder vidtagits kan förklaringar ges till energianvändningens storlek och variation i tiden.

I arbetet ingår att ta reda på om fastigheterna innehåller de energilösningarna som de statliga LIP-bidragen var tänkta att stötta med. Om entreprenörerna erhållit medel för att genomföra satsningarna de planerat, är de skyldiga att genomföra dessa. Entreprenörerna kan därmed bli skyldiga för återbetalning för satsningar de inte kunnat finansiera eller överhuvudtaget kunnat genomföra.

1.2 Avgränsningar

Arbetets huvudsyfte är att komma fram till om energikravet håller för fastigheterna. Eventuella brister i fastigheterna kommer att analyseras, men något direkt åtgärdsförslag ryms inte i detta arbete. Däremot kan rekommendationer av fortsatt arbete tas fram, när eventuella problem är identifierade.

I en kartläggning av de boendes upplevelser av komforten i lägenheterna finns många tillvägagångssätt att välja. Arbetets syfte i detta avseende är att med hjälp av de boende ge förklaringar till att energianvändningen varierar över året och i de olika fastigheterna. Inneklimatets övriga delar, förutom det termiska klimatet, som hygieniskt, visuellt och akustiskt klimat ska alltså inte utvärderas i detta arbete. I arbetet ingår att analysera de boendes möjligheter att påverka energianvändningen, men de boendes individuella beteende kommer inte att beskrivas.

I uppföljningen om genomförda LIP-bidragsgivna energisatsningar blir Malmö stads dokumentation och de tekniska beskrivningarna avgörande. Satsningarna kommer att granskas på fastighetsnivå och inte på någon djupare nivå. Meningen är att ge Malmö stad svar på frågan om hur fastigheterna principiellt fungerar och eventuellt bidrar till låg energianvändning.

Några ekonomiska aspekter kommer inte att tas upp i detta arbete. Livscykelkostnader eller liknande som skulle vara intressant att jämföra med faller utanför ramen. Fokus är energianvändning och inte energihushållning.

⁴ Annika Nilsson, *Energianvändning i nybyggda flerbostadshus på Bo01-området i Malmö*, LTH, 2003

2 Tillämpad teori

För ett effektivt energiutnyttjande gäller det att utforma både klimatskärm och byggnaden i sin helhet utifrån system, apparatur och aktivitet som kommer att finnas i byggnaden.⁵ Det som framför allt är avgörande för byggnaders utförande är klimatskärmen med sin värmeisolering och lufttätet. Övriga delar med installationsteknik; vatten, värme, sanitet och el, bidrar inte till byggnadens egenskap som sådan. Det som sammantaget optimerar en byggnads energianvändning är;

- Värmeisolering av klimatskärmen
- Lufttätet hos klimatskärmen
- Ventilation
- Värmeproduktion och värmedistribution
- Effektiv värmeanvändning
- Effektiv elanvändning

2.1 Energibehov

Med en byggnads energibehov menas den värme- och elenergi som behövs för att kompensera värmeförlusterna. De som brukar räknas till den totala värmeförlusten är *transmissionsförluster* genom klimatskärmen, *luftläckageförluster* på grund av otätheter, så kallad *infiltration*, *ventilationsförluster* och *avloppsförluster* på grund av använt tappvarmvatten. Förluster i ventilation och avlopp kan tillgodogöras byggnaden genom värmeåtervinning, som kan spara energi. Energi tillförs även byggnaden genom solvärme, processvärme och personvärme.

$$Q = Q_{trans} + Q_{infiltr} + Q_{vent} + Q_{vv} - Q_{återv} - Q_{tillskott}$$

Transmissionsförlusterna, Q_{trans} , beror på klimatskärmens sammansättning. Ju bättre isoleringsförmåga den har, desto mindre förlust. U -värdet anger hur mycket värme som kan transporteras genom en byggnadsdel. Ur värmesynpunkt ska så lågt U -värde som möjligt eftersträvas. Stor andel fönster ökar energibehovet eftersom dess förmåga att isolera är betydligt sämre. På samma sätt påverkas resultatet av valda byggnadslösningar och dess noggrannhet vid utförandet.

Oisolerade delar eller delar med god värmeledningsförmåga i konstruktionen ger upphov till köldbryggor som ökar värmetransporten. Därmed ökar också förlusterna och värmebehovet. Även utformningen av fasaden, som antal hörn, utkragande av balkonger kan öka förlusterna. Dessutom är temperaturskillnaden över klimatskärmen betydande. En byggnad med kallare klimat har därmed högre förluster än en byggnad med varmare, om innetemperaturen är konstant. Q_{trans} blir;

$$Q_{trans} = \sum (U \cdot A) \cdot (T_{inne} - T_{ute}) \cdot t + Q_{köldbryggor}$$

Infiltrationsförlusterna, $Q_{infiltr}$, beror av hur tät klimatskärmen är och av lufttrycksskillnaden mellan ute och inne. Om det blåser kraftigt utomhus, ökar trycket på fasaden. Om klimatskärmen dessutom är otät kan läckaget öka när varm luft trycks ut genom otätheterna och kall luft tränger in. Fler och större otätheter i fasaden bidrar därmed till ökad värmeförlust. Noggrann detaljutformning av konstruktioner och hur dessa sedan utförs på plats, blir starkt bidragande till hur väl förlusterna reduceras. Som mått på lufttätet i en bostad får inte luftläckaget överstiga 0,8 liter per sekund och kvadratmeter vid 50 Pa tryckskillnad.

$$Q_{infiltr} = \rho_{luft} \cdot c_{p,luft} \cdot q_{läck}$$



Figur 1. Energibalans

⁵ Bengt-Åke Petersson, *Tillämpad Byggnadsfysik*, Studentlitteratur, 2001

Ventilationsförlusterna kan reduceras redan vid projekteringen, som val av ventilationssystem, styrmekanismer, systemets injustering och utförande, värmeåtervinningsaggregat som värmeväxlare och frånluftsvärmepumpar. Ventilationsförlusterna, Q_{vents} , beror på volymen luft, V och dess temperatur som ventileras ut från byggnaden. Det krävs 0,33 Wh för att värma upp 1 m³ en grad vid en viss luftfuktighet, vilket förklarar formeln nedan. n står för antalet volymomsättningar av luft under varje timme. Totalt sett är kravet 0,35 liter per sekund och kvadratmeter.

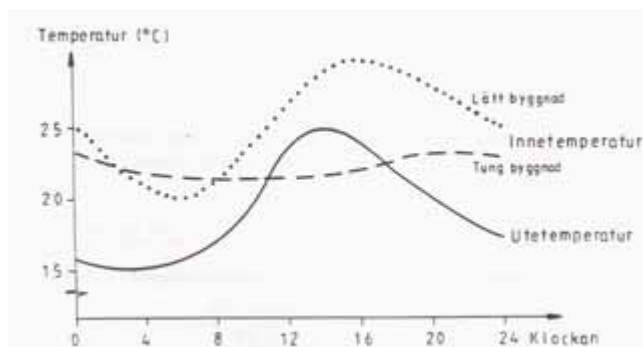
$$Q_{vent} = 0.33 \cdot n \cdot V \cdot (T_{inne} - T_{ute}) \cdot t - Q_{återvinning}$$

Avloppsförlusterna utgörs av uppvärmt vatten som lämnar byggnaden efter användning. Antalet personer och deras beteende blir avgörande. Varmvattenanvändningen varierar kraftigt mellan olika lägenheter, ibland upp till 5 gånger högre än den lägst förekommande.⁶

$$Q_{vv} = q \cdot c_p \cdot (T_{ut} - T_{in}) \cdot t - Q_{återvinning}$$

Tillskott från solen kan ge höga tillskott av värme. Byggnadens läge och utformning är betydande för hur stort tillskottet blir. Läget beror på i vilken riktning byggnaden är orienterad. Mest sol infaller mot sydlig riktning i Sverige. Utformningen av byggnaden gör att olika mycket ljus kan absorberas. Ett långsmalt hus med stor fasadyta mot söder absorberar mer värme än ett med mindre ytor. Det som har störst betydelse är andelen fönster och i vilket väderstreck de är orienterade. Värme från solinstrålning kan tillgodogöras byggnaden om behov finns. Om inte tillskottsvärmen utnyttjas, och är oönskad, får ventilationssystemet ta hand om överskottsvärmen eller också får vädring ske. Värmen från solinstrålningen kan i vissa fall lagras eller sänka energianvändningen i det aktuella läget, men systemen kan vara tröga för detta ändamål. Ju större temperaturskillnaden blir till följd av solinstrålningen desto större bli även transmissionsförlusterna.

Byggnadens stomme kan utnyttjas till att lagra överskottsvärme från dag till natt som orsakas av solinstrålning och ökad utetemperatur under vår och höst. På så sätt kan värmeförlusterna minska, men även kylbehovet kan minska när kyla används till att ta hand om överskottsvärmen. Dessa egenskaper beror på den inre massan och ökar därav med bättre värmelagringskapacitet i byggnadens stomme och material.⁷ En tyngre betongstomme har till exempel bättre värmelagringskapacitet än en lätt trästomme. Uppvärmningen sker däremot snabbare för en byggnad med lätt trästomme, men svalnar snabbare än en byggnad med tung betongstomme. En tung stomme har även en utjämnande förmåga på innetemperaturen.



Figur 2. Utjämningsförlopp mellan tunga och lätta byggnader.

Källa: Värme och fukt, Kenneth Sandin, Lunds tekniska högskola, 1996.

En byggnad tillförs även värmeenergi på grund av inverkan av människor och apparaters utnyttjande. Människor bidrar med olika mycket värme beroende på antal, aktivitet och vistelsetid i byggnaden. Apparater, belysning, fläktar, pumpar avger värme som beror på deras effektivitet, effekt och användningstid. Beteendet för användningen av apparatur och belysning är avgörande för hur stor värmealstringen blir och givetvis också för energianvändningen. Värmen från pumpar och fläktar kan utnyttjas i den mån de är placerade i byggnaden.

⁶ Lennart Berndtsson, *Individuell värmemätning i svenska flerbostadshus – en lägesrapport*, Statens energimyndighet. 2003-03-31. Projekt P11835-2.

⁷ Kenneth Sandin, *Värme och Fukt*, Studentlitteratur, 1996

3 Tillvägagångssätt

Energiberäkningar för Trähusets och Framtidsstadens energibehov fanns tillgängliga, men för Framtidsstaden var beräkningen bristfällig. För att i detta arbete kunna jämföra fastigheterna gjordes en ny energibehovsberäkning för Framtidsstaden. Entreprenören för Trähuset har använt sig av programmet Enorm för detta ändamål, därför utfördes även beräkningen för Framtidsstaden i Enorm.

Genom Sydkrafts Energidialog är det möjligt att retroaktivt få tillgång till uppmätta värden av el och fjärrvärme sedan fastigheternas mätpunkter kopplades in till Energidialog⁸. Dessa värden finns tillgängliga via Internet och mätvärden och tydliga grafer kan erhållas. Tillgången till mätdatan söks till Sydkraft efter godkännande från bostadsrättsföreningarna. Mätvärdena varierar år från år på grund av varierande klimat och därför bör värdena normalkorrigeras. Varje fastighets energianvändning och dess matematiska samband kan därefter tas fram.

Fastighetens energianvändning kan därmed korrigeras och jämföras med entreprenörernas på förhand beräknade energibehov. Den köpta fjärrvärmens värmer upp kallvatten till varmvatten. Det är den totala fjärrvärmemängden som registreras för hela fastigheten. För att ytterligare kunna skilja mellan fjärrvärme och uppvärmning av varmvatten finns separata mätare. När dessa separeras kan det verkliga energibehovet för enbart värme urskiljas, vilket kan jämföras med entreprenörernas energiberäkningar för värmebehov. Även elanvändningen kan finnas registrerade på lägenhetsnivå, men tyvärr fanns inte denna möjlighet för de aktuella fastigheterna under studiens gång.

Med hjälp av de boende i huset har inomhusmiljön utvärderats för att kunna identifiera eventuella lokala brister. Detta genomfördes genom en intervjustudie i fyra lägenheter i vardera fastighet. Vid dessa tillfällen installerades även temperaturloggar för att mäta inomhustemperaturen och luftfuktigheten under två månader. Under mätperioden utfördes även mätningar av täthet och ventilationsflöde för att ge ytterligare stöd i utvärderingen. Dessa mätmetoder och användningsområden presenteras senare i arbetet.

För att kunna jämföra LIP-ansökningarna med vad som verkligen har genomförts i fastigheterna ska de tekniska beskrivningarna över fastigheterna studeras. Ansökningarna ändrades något efter hand innan bidrag erhöles, vilket ska beaktas genom regeringsbeslut och Malmö stads verksamhetsrapporter för LIP.

3.1 Tillgång till mätdata

Två fastigheter fanns kvar att utvärdera, eftersom dessa inte var fullt bebodda när Annika Nilssons utvärdering genomfördes. Dessa fastigheter var Trähuset och Framtidsstaden och deras energianvändning analyseras genom detta arbete. Båda fastigheterna är idag bostadsrättsföreningar. Dessa kontaktades för att få tillstånd om tillgång till energidata.

Varje timme registreras energianvändningen för många av fastigheterna i Västra Hamnen genom energileverantören Sydkrafts Energidialog. Det finns således timvärden för både fjärrvärme och elanvändning för varje fastighet sedan de kopplades till Energidialog. Varje fastighets fjärrvärmemätare registrerar hela fastighetens uttagna fjärrvärmemängd. I dessa två fall mäts all inkommande fjärrvärme i en punkt för hela tomten och inte för respektive byggnad, vilket annars kunde ha fördjupat analysen om energianvändning ytterligare. Än så länge är det inte möjligt att separera varje enskild lägenhets elanvändning, men individuell elmätning genomförs i Trähuset under våren 2005. Från Framtidsstaden har sådana uppgifter ej utlämnats. Varmvattenmätare finns installerade för varje lägenhet i Trähuset, men måste avläsas manuellt, vilket också gjordes vid tre tillfällen under studiens gång, hösten 2004. På så sätt kan användningen av värme och varmvatten separeras i Trähuset. Dessa möjligheter gavs inte i Framtidsstaden.

Vid Sydkrafts värmecentral finns mätare som registrerar utetemperaturen. Mätvärdena är tillgängliga via Energidialog. När värmevärden ska jämföras med utetemperaturen används värdena från Sydkrafts värmecentral.

⁸ Sydkrafts portal för fastigheter, öppet till och med våren 2006. www.energidialog.com

3.2 Metoderna för analys av energidata

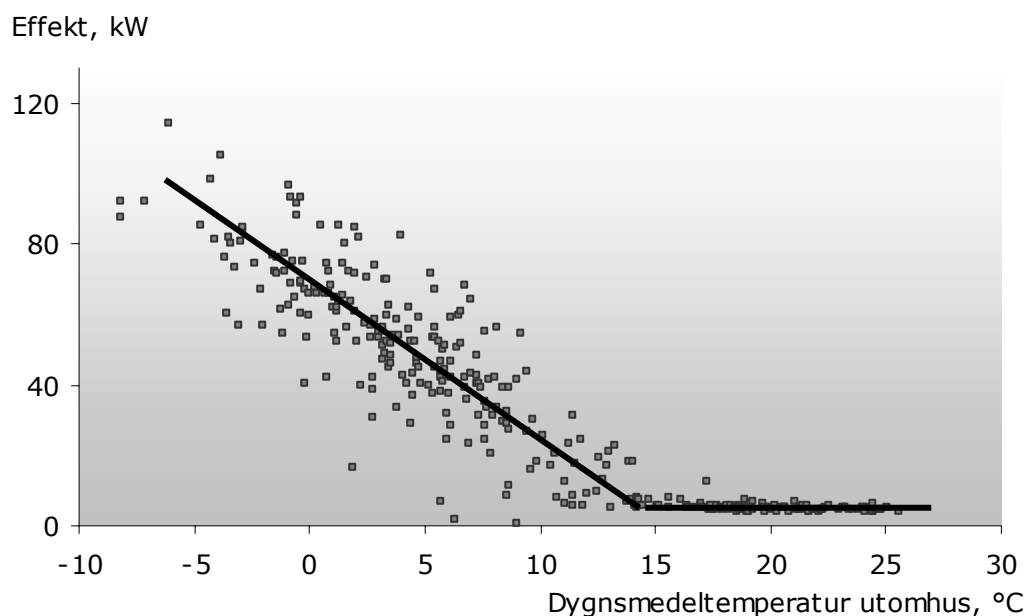
Mätvärden för fjärrvärme, fastighetsel och hushållsel som erhålls från Sydkraft är timbaserade och kommer att redovisas i diagram. Energianvändningen kommer att ges i kWh per kvadratmeter och år. Därmed blir fastigheterna jämförbara oavsett golvarea. Arealen som används kommer att vara densamma som entreprenörerna redovisat i sina energiberäkningar.

I diagrammen kommer mätvärdena att variera mellan olika år⁹. Detta beror på klimatet, vakansgraden i lägenheterna, de boendes beteende och regleringen av installationssystemen. Klimatet varierar även under året, vilket förklarar att fjärrvärmeförbrukningen är som störst under årets kallaste månader. Elanvändningen kommer troligen också att variera, dock inte alls i samma utsträckning som fjärrvärmens. Vintertid tillbringar de boende mer tid inomhus som då behöver mer belysning och annan elektrisk utrustning i högre grad.

För att kunna jämföra uppmätt energianvändning med kravet på 105 kWh per m² och år behöver fjärrvärmevärdena korrigeras på grund av olikheter i klimatet år från år, genom en så kallad *normalårskorriger*ing. I Sverige förekommer normalt två metoder, *graddagsmetoden* och *effektsignaturmetoden*.

Graddagsmetoden skapar en korrektionsfaktor mellan normalt antal graddagar och verkligt antal graddagar under en period. Med graddagar menas summan av temperaturskillnaden mellan inne- och uteluft multiplicerat med den tid då skillnaden råder.

Med hjälp av *effektsignaturmetoden* kan byggnadens värmetekniska beteende tolkas, se figur 3 nedan. I metoden plottas den uppmätta medeleffekten upp mot utetemperaturen och ett linjärt beteende kan urskiljas. Ekvationen kan sedan korrigeras för ett normalår (läs mer under 3.4).



Figur 3. Exempel på effektsignatur när matematiska samband kan tas fram för att överskåda fastighetens funktion av värmeanvändning.

⁹ Annika Nilsson, *Energianvändning i nybyggda flerbostadshus på Bo01-området i Malmö*, LTH, 2003

3.3 Jämförelser mellan metoderna

På årsbasis är metoderna nästan jämförbara, men på månadsbasis blir skillnaderna större. Enligt SMHI's definition för graddagar ska värmesystemet värma upp till en temperatur på 17°C, resten ska täckas av sol, personer och apparater. För varje månad finns en dygnsmedeltemperatur definierad av SMHI. Under höstmånaderna anses inverkan vara stor av solinstrålning, vilket gör att graddagssumman inte ökas när dygnsmedeltemperaturen för aktuell månad överskrids. Om klimatet och tillskottet under perioden inte följer statistiken från SMHI kan det bli felaktigt att korrigera på det sättet. Eftersom effektsignaturmetoden tar fram ett linjärt samband åskådliggörs avvikelserna från de normala temperaturerna, och de eventuella felavläsningarna, tydligt i diagrammen. Detta gör effektsignaturmetoden bättre än graddagsmetoden i detta avseende.

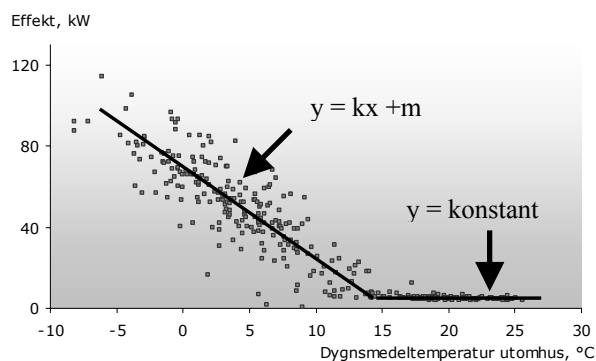
I graddagsmetoden beräknas tappvarmvattnet som oberoende av klimatpåverkan och uppskattas till 20-30 % av värmeenergin när tillgång till varmvattenmätningar saknas. Genom effektsignaturmetoden kan en viss brytpunkt urskiljas när kurvan planar ut. Vid denna brytpunkt kan en temperatur bestämmas när all energi åtgår till att endast värma upp varmvattnet. Detta gör uppfattningen mer korrekt än vid användning av graddagsmetoden. Tappvattnet som ska värmas till varmvatten är dessutom varmare sommartid än vintertid, vilket tas tillvara i effektsignaturmetoden.

Om veckodata för effektsignaturmetoden används, utjämnas dynamiska förlopp som till exempel värmelagring i stommen. Med denna metod är det heller inte nödvändigt med mätningar från hela år. Kortare perioder fungerar också väl. Även få mätdata kan ge en uppskattning av energianvändningen. I detta arbete kommer metoden för effektsignatur att användas, eftersom dess fördelar fördjupar analysen.

3.4 Tillämpning av effektsignaturmetoden

I detta arbete tillämpas effektsignaturmetoden på uppmätta värden från december 2003 till december 2004. Det finns även värden längre tillbaka i tiden, men för att undvika störningar av vakansgrad och reglering av installationssystem väljs detta startdatum.

Till att börja med plottas fastighetens fjärrvärmeeffekt mot medelvärdet av uppmätt utomhustemperaturen för varje mätperiod. Genom linjär regression erhålls sambandet för värmeeffektbehovet med utseendet $y = kx + m$ fram till brytpunktens. Därefter planar kurvan ut och blir nästan horisontell, $y = \text{konstant}$, då värme endast åtgår till att värma upp varmvattnet.



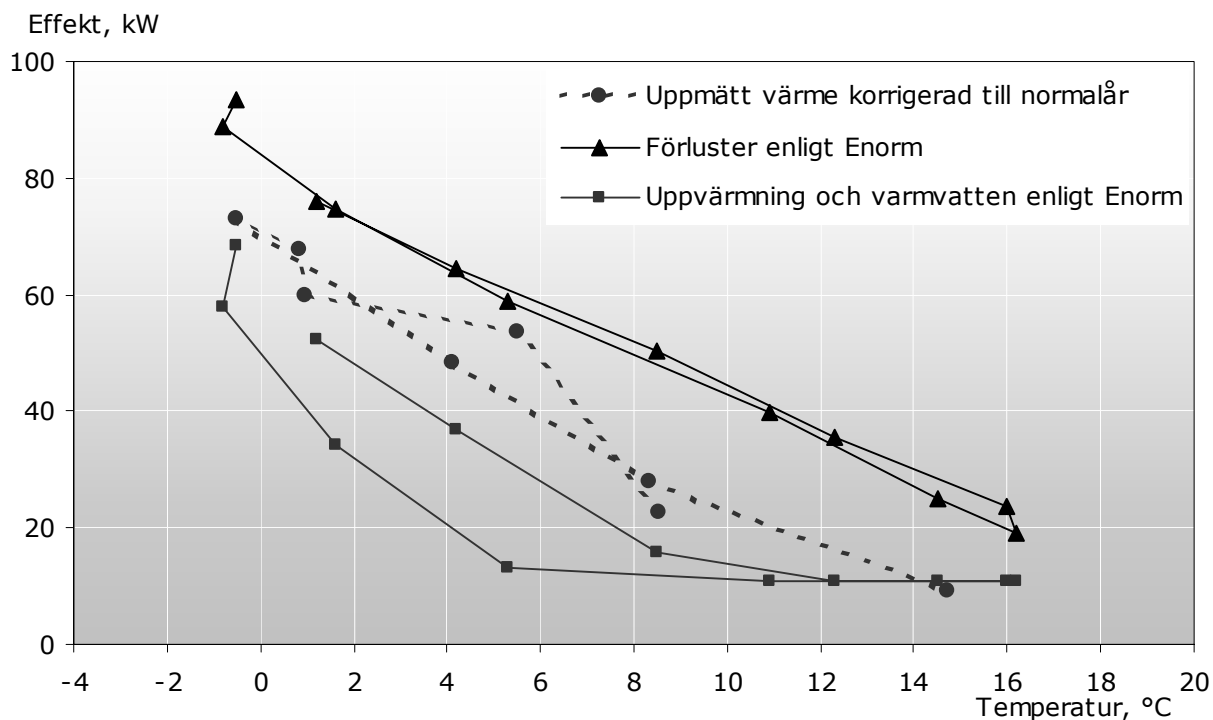
Figur 4. Diagram över effektsignatur.

3.5 Jämförelser mellan beräknade och uppmätta värden

Enligt Annika Nilssons licentiatavhandling¹⁰ avviker normalmedelstemperaturerna som används för Malmö i Enorm inte nämnvärt från de temperaturer som SMHI har mätt upp. I denna studie kommer därför enbart Enorms temperaturer användas.

Genom energiberäkningsprogrammet Enorm räknas värmeförlusterna och uppvärmningsbehoven fram som månadsvärden. För att kunna göra en jämförelse mellan de två fastigheterna, oavsett yta, görs värdena om till månadsmedeleffekter. Dessa plottas upp mot månadsmedeltemperaturen enligt Enorm.

Genom att utnyttja effektsignaturen för de uppmätta värdena kan den verkliga energianvändningen för fastigheten räknas fram. För att värdena lätt ska kunna jämföras med Enorm-beräkningarna görs värdena om till månadsvärden. När Enormberäkningarna och de normalkorrigerade uppmätta värdena sätts samman i diagram, kan samband antas över hur sanningsenligt programmet räknar, hur noggrant entreprenören utfört sin beräkning eller om det verkliga huset byggda huset avviker från det förväntade. Skillnaderna mellan kurvorna kan ge svar om tillgodogjord solinstrålning, täthet, uppvärmningssystem och så vidare. Därmed belyses hela fastighetens värmesystem.



Figur 5. Diagram som jämför värmeanvändningen med Enormberäkning, Havshuset 2003.

Enorm ska inte användas till beräkningar av byggnader med stora glasytor.¹¹ Skillnaden mellan *uppvärmningslinjen* och *förlustlinjen* enligt Enorm blir större efterhand som temperaturen sjunker. Detta beror på att Enorm överskattar gratisvärmerna, speciellt solinstrålningen, vid kallare temperaturer¹².

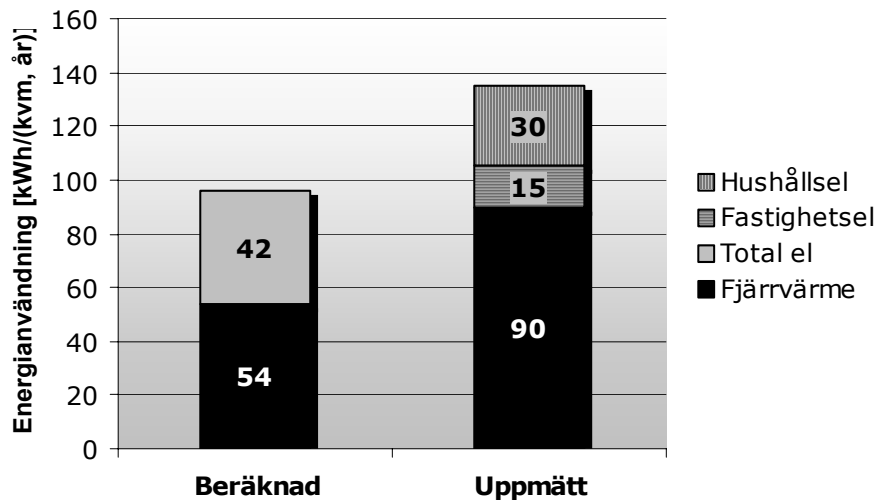
¹⁰ Annika Nilsson, *Energianvändning i nybyggda flerbostadshus på Bo01-området i Malmö*, LTH, 2003

¹¹ Svensk Byggtjänst, *Enorm 1000*, manual

¹² Annika Nilsson, *Energianvändning i nybyggda flerbostadshus på Bo01-området i Malmö*, LTH, 2003

3.6 Fördelning mellan el och värme

För dimensionering av energinätet för hela Bo01-området har Sydkraft tagit fram schablonvärden. Dessa är 70 kWh per kvadratmeter BRA¹³ och är för värme och 35 kWh per kvadratmeter BRA och år. Kravet enligt kvalitetsprogrammet var således totalt 105 kWh per kvadratmeter BRA och år.



Figur 6. Exempel på fördelning mellan el och värme

Stapeln till vänster ovan visar entreprenörernas beräknade energibehov och stapeln till höger visar uppmätt energianvändning korrigerad till normalårets utetemperatur för Malmö. När entreprenörerna använt Enorm ges energibehov för fastighetsel och hushållsel som en post. Först när fastigheten mäts kan uppdelningen däremellan ge sig tillkänna om sådana möjligheter finns för mätning.

3.7 Intervjuer om komfort med de boende

En intervjustudie genomfördes för att få reda på hur de boende upplever komforten i sina lägenheter. På så sätt kunde mätningar utföras på de ställen som de boende eventuellt upplever obehag som kunde ge upplysningar om hur fastigheten fungerar i sin helhet.

Intervjufrågorna baserades på Stockholms inommiljöenkät, SIEQ, samt med hjälp av Anna Green, doktorand vid Linköpings Universitet. Lägenheterna som blev aktuella för intervjustudien valdes ut med avseende på placering, väderstreck och storlek. Totalt ingick fyra lägenheter i vardera fastighet i studien. I den mån de boende bott i sina lägenheter under mer än en vinter eller om de hade särskilt intresse av denna studie, involverades även dessa personer i intervjustudien. En sammanställning av intervjuerna finns sammanställda som artiklar i bilaga 4 och 5.

I Trähuset upprättades kontakt med ordföranden för bostadsrättsföreningen. Ordföranden tog fram en lista över ett antal boende som bott i fastigheten under en längre tid och som till viss del hade insyn i föreningens arbete.

I Framtidsstaden lämnades lappar om intervju- och mätningstudien i de boendes brevlådor för att upprätta kontakt. Intresset för studien blev stort, vilket var glädjande. Urvalet gjordes utifrån ovanstående preferenser.

¹³ bruttoarean utgör den totala uppvärmda arean

3.8 Inneklimatmätningar

Genom kvalitetsprogrammet¹⁴ bestämdes att energieffektivitet skulle uppnås utan att komforten i lägenheterna skulle bli bristfällig. Mätningar har därför utförts för att se om BBRs¹⁵ krav på termiskt klimat uppfylls.

Mätningar har genomförts i ett par lägenheter i vardera fastighet. Dessa lägenheter har även ingått i intervjustudien. Temperaturmätning gjordes dock i alla de fyra lägenheterna i varje fastighet där intervjuerna gjordes. Intervjuerna är tänkta att ge inriktning på eventuella brister som kan mätas upp i nedanstående mätningmetoder

3.8.1 Operativ temperaturmätning

Den operativa temperaturen är ett mått på hur personer upplever temperaturen på grund av strålningsutbytet med omgivande ytor och luft. Mätningen utförs med en kubtermometer som är en kub där varje sida av kuben har en svartmålad kopparfolie som i sin tur mäter värmeutbytet i kubens sex olika riktningar. Värmeutbytet i de olika riktningarna viktas mot arean hos människan, från ovan, framifrån, bakifrån, från sidan och så vidare. Därmed kan människans verkliga upplevda temperatur mätas upp. Kubtermometern måste placeras minst 1 m från fönster och 0.6 m från golv eller minst 0.5 m från hörn och 0.6 m från golv. Mätutrustningen får inte utsättas för direkt solljus vid mättillfället. Mätningen gjordes på de ställen som de boende ofta vistas i lägenheterna, i antingen stående, på 1 m höjd eller sittande position, 0.6 m höjd¹⁶.



Figur 7. Operativ temperaturmätning med kubtermometer i en av lägenheterna

Enligt BBR bör den operativa temperaturen inte understiga 18 °C i vistelsezonen¹⁷. Yttertemperaturen på golvet i vistelsezonen bör inte vara lägre än 17 °C. Enligt ISO 7730 bör den operativa temperaturen vara 20-24 °C och yttertemperaturen på golvet 19-26 °C. Vertikaltemperaturgradienten bör inte vara högre än 3 °C, dvs. på en meters höjd bör inte temperaturen variera med mer än 3 °C.

3.8.2 Luftflödesmätning i frånluftsdon

God luftväxling i lägenheter är en förutsättning för att de boende ska uppleva god komfort. Ett väl fungerande ventilationssystem bidrar därigenom till detta. Båda fastigheterna har frånluftssystem där frånluftsfloendet i donet enkelt kan mätas upp med en mätstos. En mätstos är i detta fallet en tratt med given volym som har en inbyggd mätare med syfte att känna av lufthastigheten. Det bör poängteras att denna mätning endast ger luftflödet i frånluftsdonet och inte bostadens totala flöde. Det uppstår även flöden genom otätheter i klimatskärmen på grund av tryckskillnader mellan inne och ute.

¹⁴ Se bilaga 3, utdrag från Kvalitetsprogrammet, Malmö stad

¹⁵ BBR, Boverkets byggregler

¹⁶ Agneta Ohlsson, *Instruktioner för mätutrustning*, Avdelningen för Byggnadsfysik, LTH

¹⁷ Till vistelsezonen räknas utrymmet 0,5 m från vägg och 1,8 m upp från golv

Som mått på frånluftsflödet enligt Boverkets byggregler ska flödet i bad- eller duschrum vara minst 10 liter per sekund. Om arean överskrider 5 kvadratmeter i rummet där ventilationsdonet är placerat ställs högre krav. I kök ska flödet vara 10 liter per sekund, men forcering ska vara möjlig så att 75 % av luftföroeningarna kan föras bort. Totalt sett ska 0,35 liter per sekund och kvadratmeter uppfyllas.

3.8.3 Tryckprovning



För att de boende inte ska känna obehag av drag på grund av luftväxling genom otätheter i klimatskalet, bör god täthet i lägenheterna skapas. Även ur energisynpunkt är tätheten väsentlig. Som mätningssmetod användes den så kallade blower-door-metoden. En reglerbar fläkt monteras i en tät duk i dörrkarmen in till lägenheten. För att enbart kunna mäta flödet genom otätheterna förseglas alla in- och utsug. Lägenhetens volym bestäms liksom temperaturerna inne och ute. Luftflödet bestäms sedan genom att bygga upp över- eller undertryck med hjälp av fläkten. Därefter kan lufttätheten bestämmas vid 50 Pa tryckskillnad mellan inne och ute. Kravet för lufttäthet enligt BBR är 0.8 liter per sekund och kvadratmeter. Svensk standard för mätmetoden har beteckningen SS 02 15 51¹⁸.

Figur 8. Exempel på blower-door-metoden

Det kan vara svårt att mäta enskilda lägenheters täthet i flerbostadshus. Innerväggar, innerbjälklag konstrueras inte lika täta som väggar, tak och bjälklag som vetter utåt, eftersom de inte har samma täthetskrav. Detta gör att läckaget blir svårt att mäta över enbart klimatskalet. Metoden är utarbetad för enskilda hus där tydliga definitioner finns för yttertak, -väggar och grund. Täthetsprovningar i enskilda byggnader blir därför mer tillförlitliga.

3.8.4 Yttertemperaturmätning

En IR-pistol användes för att mäta temperaturer i klimatskärmen. Den infraröda strålarna känner av ytemperaturerna i flera punkter som sedan vägs samman till en medeltemperatur över det mätta området¹⁹. Genom att svepa över väggar, golv och tak med pistolen kan köldbryggor och läckage hittas. Mätningar bör genomföras under vinterförhållanden då temperaturfallet är som störst över klimatskärmen. Ställena i lägenheterna som blev intressanta för mätning var också de som de boende anmärkte på eller på annat sätt kunde upplevas problematiska, till exempel fönsterpartier, genomföringar eller speciella konstruktionslösningar.

3.8.5 Temperatur- och fuktmätning

I varje fastighet ingick fyra lägenheter där temperatur- och ånghaltsvariationen mättes upp över dygnet. Mätningen pågick under hösten 2004, från oktober fram till december 2004. Till detta användes loggrar av typen HOBO H8 Onset och de placerades på innerväggar på höjden 1.8 m för att motsvara höjden av en människa. De var skyddade från direkt solljus. Ytterligare en mätare placerades utomhus, av typen HOBO Pro Series Onset, för att registrera fuktvariationer och utetemperaturer.

Enligt Socialskyddsstyrelsen bör innetemperaturen vara mellan 18-27°C annars uppstår sanitär olägenhet, en störning som kan vara skadlig för människors hälsa och som varken är ringa eller helt tillfällig. Ofta dimensioneras system efter att hålla inomhustemperaturen kring 20°C, men även högre temperaturer förekommer för komfortens skull.

Enligt Hus & Hälsa bör den relativa fuktigheten ligga mellan 40-60 % för att människan ska trivas som bäst. Vid 20°C motsvaras 40 % av ånghalten 7.1 gram per kubikmeter och vid 60 % av 10.7 gram per kubikmeter. Om fuktnivån överstiger 75 % föreligger risk för mögeltillväxt på organiskt material.

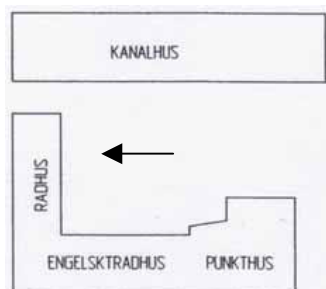
¹⁸ Svensk standard

¹⁹ Agneta Ohlsson, *Instruktioner för mätutrustning*, Avdelningen för Byggnadsfysik, LTH

4 Beskrivning av fastigheterna

4.1 Trähuset

Trähuset består egentligen av 4 huskroppar. Dessa är uppbyggda på samma sätt, med material och stomme, men skiljer sig åt till sin utformning. Byggnaderna kallas Kanalhuset, Punkthuset, Engelska Radhuset och Radhuset. Kanalhuset, som syns på bilden, har 4 våningsplan med 17 genomgående lägenheter som vetter mot öst och väst. Punkthuset har även 4 plan med totalt 7



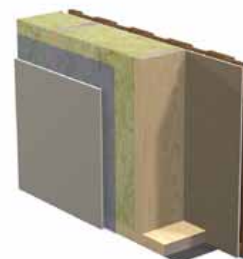
Figur 10. Planritning över Trähusets byggnader



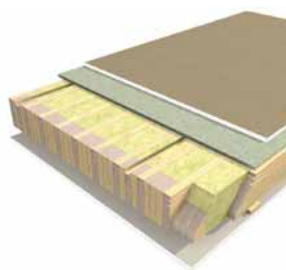
lägenheter, som på grund av sin kompakta, nästan kvadratiska ytutformning ger upphov till flera skilda riktningalternativ. Det engelska radhuset har 3 plan och vetter mot öst och väst. Lägenheterna är 8 till antalet numera, men var 5 till en början. Ombyggnad utfördes på grund av försäljningssvårigheter. Radhuset är utfört i 2 plan med två lägenheter i fil som nyttjar båda planen. Dessa är belägna i nord-/sydlig riktning. I fastigheten finns totalt 36 lägenheter.

4.1.1 Konstruktion

Trähusets stomme består av prefabricerade träelement²⁰. Fasaden är klädd med träbaserade fasadskivor med luftspalt bakom. Stommen är av traditionell regeltyp med 170 mm regler och isolering, c/c^{21} 600 mm. Plastfolie finns som ångspärr och är placerad efter stommen, sett utifrån. Efter plastfolien sitter ytterligare 45 mm isolering som är tänkt att fungera som ljuddämpning, värmeisolering för att undvika köldbryggor och skydd mot punktering av plastfolien. Väggen avslutas med 15 mm gips, med brandskyddande funktion. Alla byggnaderna har pulpettak.



Figur 11. Väggtyp Semi, Gyproc



Figur 12. Bjälklag Semi, Gyproc

Takbjälklaget består av takstolar som skyddas med underlagspapp, råspont och board. Isoleringen i taken varierar något mellan de olika byggnaderna, mellan 420-500 mm Mellanbjälklagen är av så kallad semityp som ska ge utrymme för installationer och ge goda ljuddämpningsegenskaper. Källargrunden till Kanalhuset utnyttjas som garage och är en platsgjuten. Grundläggningen till de andra byggnaderna är platta på mark.

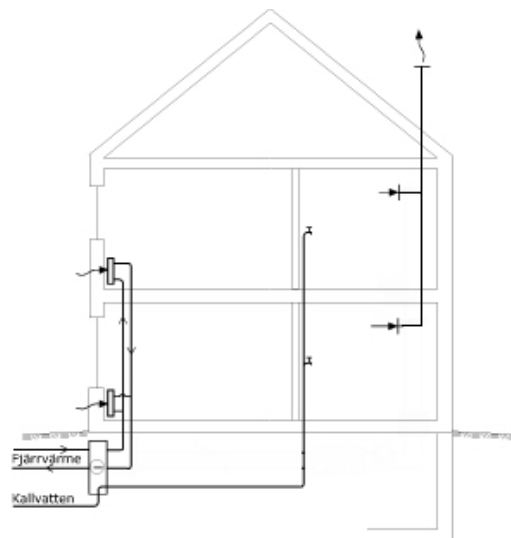
²⁰ Gyproc, *Södra Semi*, www.hogrehus.nu, 2004-10-14

²¹ c/c , avstånd från centrum till centrum av till exempel regler

4.1.2 System

Ventilation av lägenheterna sker med mekanisk frånluftsventilation, F-system²². Friskluftsintag finns i yttervägg bakom radiatorerna och flödet kan regleras efter behov. Utsug sker i badrum och i spiskåpa. Frånluften transporteras ut i det fria utan att värmen återvinns. Frånluftsfläkten styrs med en rumstermostat som är belägen i undercentralen för värme. Garaget ventileras med hjälp av självdrag.

Värme växlas över från det primära fjärrvärmenätet till det sekundära lokala värmenätet för huset i undercentralen i källaren. Fjärrvärmen värmer även upp varmvattnet. Både varmvattnet, kallvattnet och vattnet för uppvärmning av lägenheterna distribueras därifrån till olika försörjningsschakt i huset, ofta belägna i trapphusen. Där finns mätare installerade för att kunna läsa av värmemängd och varmvattenförbrukning för respektive lägenhet. För framtida mättningsbehov är det även förberett för mätning av kallvatten. Radiatorerna är kopplade till ett 55/35°C tvårörssystem. Temperaturen i varje lägenhet ska hålla 22°C, trapphusen 15°C, och sekundära utrymmen 18°C. Garaget är ouppvämt.



Figur 13. Systemskiss över Trähuset

Elcentralen är placerad i undercentralen i källaren. Mätare finns för att mäta total använd fastighetsel och varje enskild lägenhets elanvändning. Fastighetselen mäts för närvarande vid en gemensam punkt och varje byggnads elanvändning kan därför inte mätas eller betalas individuellt för varje lägenhet.

4.1.3 Beräkningar

För Trähusets olika byggnader har Enormberäkningar genomförts av byggtreprenören. Inga köldbryggor är medräknade i beräkningen. Några av U-värdena för konstruktionerna som entreprenören tagit fram inför beräkningarna syns nedan.

Källargolv	0.420 W/(m ² K)
Källarytterväggar	0.195 W/(m ² K)
Yttervägg	0.237 W/(m ² K)
Vindsbjälklag	0.161 W/(m ² K)
Fönster med karm	1.300 W/(m ² K)

Innetemperaturen är satt till 20°C, vilket frångår den tekniska beskrivningen av att byggnaden ska hålla 22°C. Fönsterarean uppgår till mellan 12,4 % och 19,0 % av golvarean för zonen med lägenheter.

Entreprenören har delat upp energibehovsberäkningen för varje byggnad. Radhuset beräknades att använda 132, Engelska Radhuset 123, Punkthuset 120 och Kanalhuset 97 kWh per kvadratmeter och år. Energianvändningen uppgår då till 107 kWh per kvadratmeter och år för hela fastigheten. Beräkningen som använts gäller för tiden innan ombyggnaden av det Engelska Radhuset.

4.1.4 LIP-ansökan

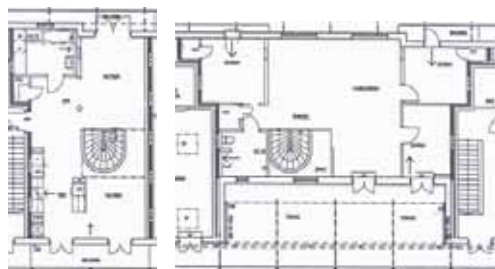
Byggtreprenören skulle lokalisera byggnaden och fönster så att mycket dagsljus och solvärme kunde tillvaratas²³. Överskottsvärme skulle utnyttjas till uppvärmning av lägenheterna. Värmesystemen skulle utnyttja moderna lösningar för att bidra till en optimal energianvändning, som återvinning av värme ur frånluft, styr- och reglertekniska lösningar, IT och installationer. De boende skulle ges möjlighet till att själva reglera sin inomhustemperatur och lätt kunna läsa av sin egen energi- respektive elförbrukning. För att påverka brukarnas beteende mot minskat resursutnyttjande skulle en manual tas fram. I de gemensamma utrymmena skulle belysning styras med automatik. Även för de boende skulle det ges möjlighet till att välja belysningsautomatik i olika rum.

²² Teknisk beskrivning, Trähuset

²³ Ur ansökan till det lokala investeringsprogrammet

4.1.5 Undersökta lägenheter

I Trähuset undersöktes fyra lägenheter; en i Kanalhuset, där Lars och Elisabeth bor, en i Radhuset, där Roger och Iréne med familj bor, en i det ombyggda Engelska Radhuset där Johanna och Andrew bor och en i Punkthuset där Anki och Fredrik bor. Intervjustudien genomfördes i fyra av dessa lägenheter och i tre av dem utfördes mätningar. De boendes utlåtanden om sina lägenheter finns i bilaga 4.

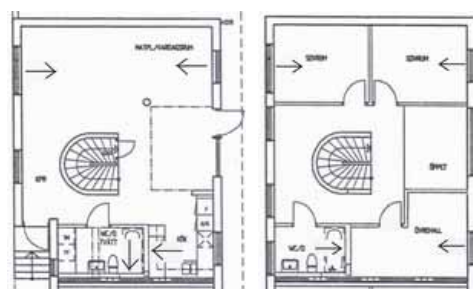


Figur 14. Ritning över lägenheten

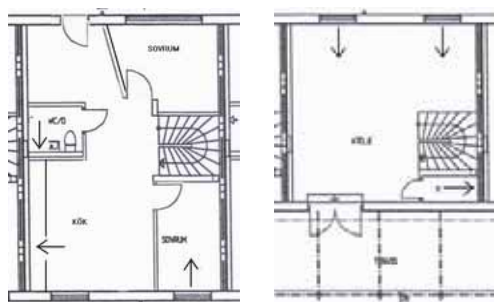
enligt ritningen här ovan. Lägenheten är bebodd sedan oktober 2002.

Lägenheten i Kanalhuset är byggd i två plan, med fasad mot öster och väster. Fönsterarean är större i väster än i öster. Det övre planets höjd begränsas av yttertaket. Lägenheten har två badrum, ett på ovanvåningen och ett på bottenvåningen av lägenheten, där frånluftsdonen är placerade. Frånluft tas även ut i spiskåpan på bottenvåningen av lägenheten. Takhöjden i det övre planet är högre mot öster än mot väster på grund av pulpettakets lutning. Tilluftsventiler är placerade bakom radiatorerna

Lägenheten i Radhuset är även den byggd i två plan, med fasad mot norr, öster och söder. Fönsterarean är större i söder än i norr. I öster finns inga fönster och i väst gränsar radhuslägenheten mot nästa lägenhet. Två badrum finns i lägenheten, ett på det undre planet och ett på det övre, där även frånluftsdonen är placerade. Frånluft tas också ut via spiskåpan. Takhöjden är högre i norr än i söder på grund av pulpettakets lutning. Tilluftsventiler är placerade bakom radiatorerna enligt ritningen här bredvid. Lägenheten är bebodd sedan mars 2004.



Figur 15. Ritning över lägenheten

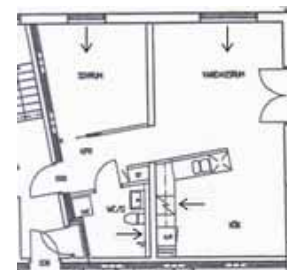


Figur 16. Ritning över lägenheten

Lägenheten är bebodd sedan april 2004. Lägenhetens garanti gäller tills årsskiftet 2005/2006.

Lägenheten i Engelska Radhuset byggdes om från tre plan till två plan på grund av försäljningssvårigheter. Ombyggnaden stod klar vid årsskiftet 2003/2004. Lägenhetens fasad vetter mot väster och öster. Pulpettakets begränsar ovanvåningens takhöjd. Fönsterarean är större mot öster än mot väster. Frånluft tas ut från badrummet på bottenplanet av lägenheten, från klädkammaren på ovanvåningen samt via spiskåpan. Tilluftsventiler finns placerade bakom några av radiatorerna, enligt ritningen här intill. I denna lägenhet utfördes inte några mätningar.

Lägenheten i Punkthuset är byggd i ett plan, med fasad mot både öster och söder. Fönsterarean är större i söder än i öster. Ett badrum finns i lägenheten där frånluftsdonet är placerat. Frånluft tas även ut från spiskåpan. Takhöjden är konstant i hela lägenheten. Tilluftsventiler är placerade bakom radiatorerna enligt ritningen här till höger. I köket intill kyl/frys är ett schakt placerat. Lägenheten är bebodd sedan december 2001.



Figur 17. Ritning över lägenheten

4.1.6 Historik

När Trähuset stod färdigt för inflyttning upptäcktes snart att ventilerna på radiatorerna var felvända. Värmen kom inte fram i radiatorerna och kunde därav inte utnyttjas. Entreprenören fick montera om ventilerna och arbetet var klart inom två månader. Även värmemätarna var felvända, vilket också åtgärdades. På några ställen i vissa lägenheter har ytterligare tätning behövts kring fönster, dörrpartier och vid genomföringar i väggar vilket också åtgärdats. Under den sista besiktningen under hösten 2004 har de boende fått ge sina sista utlåtanden innan garantitiden är över. Det Engelska Radhuset har längre garantitid eftersom det byggdes om nyligen på grund av försäljningssvårigheter. I några av lägenheterna är termostaterna väldigt känsliga. Små justeringar av vreden ger stora värmeförändringar. Individuell elmätning ska sättas igång efter årskiftet 2004/2005 då varje lägenhet ska bekosta sin egen elanvändning.

4.2 Framtidsstaden

Framtidsstaden är uppbyggd av 4, till planritningen sett, likadana huskroppar som inbördes står var för sig och sammanbinds med loftgångar och trapphus. Husen är placerade kring en innergård. Det östra huset, Hus D, och en del av det södra, Hus A, och norra, Hus C, har totalt 4 våningsplan, medan övriga hus har 3 plan. Alla husen är



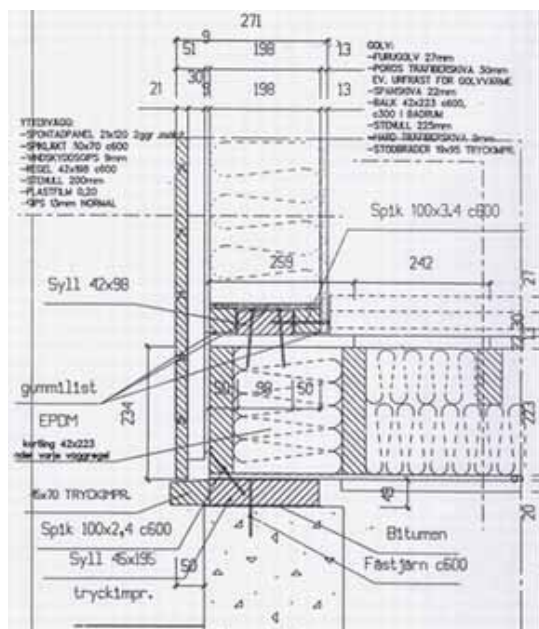
Figur 19. 3D-skiss

uppbyggda på samma sätt. Hela fastigheten innefattar totalt 47 lägenheter. Från början var boendeformen tänkt att vara hyresrätter, men ändrades under projekterings gång till bostadsrätter.



Figur 18. Framtidsstaden

4.2.1 Konstruktion

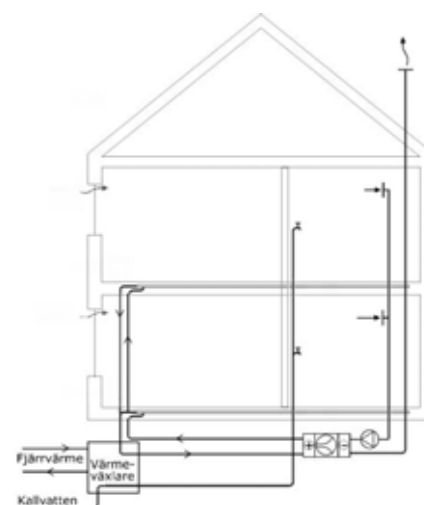


Figur 20. Detaljritning från konstruktören, 2000

Stommen i Framtidsstaden består av prefabricerade träelement. På fasaden sitter träpanel som är målad i två lager och har luftspalt bakom panelen. Panelen bärs upp av spikläkt. Bakom luftspalten sitter en vindskyddande gips. Den bärande konstruktionen utgörs av 42 x 198 mm regler med c/c 600 mm. Isolering är infogad mellan reglarna med samma djup, 198 mm. En plastfolie sitter sedan mot insidan och fungerar som ångspärr. Väggen avslutas med 13 mm gips. Alla byggnaderna har sadeltak och kryppgrund. Takens konstruktion saknas i Stadsbyggnadsnämndens arkiv, där de övriga ritningarna över byggnaden påträffats som använts i studien. Bottenbjälklagen består av en träkonstruktion av träfiberskiva längst ned i botten, därefter 225 mm isolering och regler. Som lock på bjälklaget ligger en spånskiva och gips. Därefter är en porös träfiberskiva lagd som är urfräst i spår för att lägga i golvvärmeslingorna. Överst ligger ett furugolv.

4.2.2 System

I Framtidsstaden används mekanisk frånluftsventilation med värmeåtervinning från frånluft till tappvarmvatten eller golvvärmesystemet, ett så kallat FVP-system. Klara besked om exakt hur värmepumpen fungerar har inte lämnats från entreprenören. Någon information om hur det tekniska systemet fungerar har inte heller varit tillgängligt under arbetets gång. Vid besöken kunde det konstateras att lägenheterna värms av enbart golvvärme. Tilluftsintag sker genom spaltventiler i ovkant av fönsterkarmarna. Frånluftsventiler finns i klädskåp och badrum. I spiskåpan finns även ventilation som normalt hjälper till att dra ut frånluft. Vid matlagning kan flödet forceras med hjälp av en timerfunktion. Pannrum är placerade som avskiljande rum i planlösningen. Varje enskild lägenhets elanvändning mäts separat, men bostadsföreningens el delas lika för samtliga lägenheter²⁴.



Figur 21. Systemskiss

²⁴ fastighetsskötare, Salongen 16

4.2.3 Beräkningar

En enklare energibehovsberäkning togs fram vid uppförandet av Framtidsstaden. Då uppgick energianvändningen till 98 kWh per kvadratmeter och år²⁵. För att kunna jämföra alla fastigheterna i området mot varandra har ytterligare en energibehovsberäkning behövts tas fram i denna studie. Programmet Enorm användes i detta avseende. Beräkningen är ungefärlig och utgår från normal byggnadsstandard där information saknats. Eftersom de flesta andra entreprenörerna inte tagit hänsyn till köldbryggors påslag på energibehovet i sina beräkningar, görs heller inte detta i denna studie. U-värdena räknades fram med hjälp av GF-norm²⁶ utifrån detaljritningar. Väggarnas och bjälklagens konstruktion fanns på ritningar från Stadsbyggnadsnämnden, men takets konstruktion saknades. Därför har en traditionell konstruktion för trähus valts till beräkningarna. I LIP-ansökan har några U-värden hittats, som entreprenören tog fram vid projekteringen. Denna information är ändå inte tillräcklig eller tillräckligt tillförlitlig för energibehovsberäkningen. U-värdena som användes till beräkningarna syns nedan.

Vindsbjälklag	0.167 W/(m ² K)
Yttervägg	0.244 W/(m ² K) i LIP-ansökan 0,18 W/(m ² K)
Bottenbjälklag	0.173 W/(m ² K)
Fönster med karm	1.300 W/(m ² K) i LIP-ansökan 1,0 W/(m ² K)

Inga köldbryggor är medräknade. Innetemperaturen är satt till 20°C. Fönsterarean uppgår till 17,1 % av golvarean för zonen med lägenheter.

Beräknat energibehov i samband med denna studie uppgick till 155 kWh per kvadratmeter och år. Värmepumpen antas utnyttja frånluftens temperatur till uppvärmning av vatten till golvvärmesystemet.

4.2.4 LIP-ansökan

I den första LIP-ansökan²⁷ har entreprenören sökt bidrag för att energieffektiva fönster skulle användas med U-värde 1,0. Detta beräknades ge en besparing om 34,5 MWh per år gentemot användande av ett fönster med U-värde 1,8. Behovsstyrd ventilation skulle användas och styras av antal boende och av fuktbelastning. Luftomsättningen skulle sänkas till 0,2 oms per timme, huvudsakligen under den tid när hyresgästerna inte var hemma. Detta skulle ge en sänkning av energianvändningen på 36,8 MWh per år. Fastigheten skulle även utrustas med energieffektiv belysning, till exempel lysrör, tidstyrning, rörelsedetektorer, och dagsljusreläer som sammantaget skulle ge besparingar. Åtgärder i vattensparande syfte skulle bestå av vattenbesparande duschmunstycken och perlatorer, det vill säga luftinblandning i kranar. Vattenförbrukningen skulle totalt minska med 25 % med dessa insatser. I lägenheterna avsåg entreprenören att installera tvättmaskin av A-klass och värma upp torkskåp med hjälp av frånluften i lägenheterna för att reducera hushållsels användningen. Besparingen för dessa val skulle vara 16 560 kWh per år. Energieffektiva hissar med radialteknik skulle göra att 18 MWh per år sparades. Som övriga åtgärder anges att termostatventilernas känselkroppar skulle placeras nära vägg för att inte påverkas av fönstervädning. Elvärmda handdukstorkar skulle vara timerstyrda med max en timmes drifttid åt gången. Individuell elmätning för varje lägenhet skulle installeras.

I en senare ansökan²⁸ söktes medel för inglasning av balkonger som var tänkt att förbättra värmebarriären mellan inne och ute och minska energianvändningen. Entreprenören beräknade att dessa insatser skulle sänka U-värdena för vägg och fönster med 20 %. Besparingen beräknades till 8 200 kWh per år. Medel har även sökts för att kunna upprätta ett system för inhämtning, behandling och presentation av energianvändningsstatistik. Sensorer och mätare i lägenheterna skulle avläsa närvaro, aktivitet och förbrukning av varmvatten, kallvatten, hushållsel och värme. All denna information skulle samlas upp i en central enhet med programvara för att kunna hantera och presentera statistik. Med detta uppskattade entreprenören att hyresgästerna skulle bli energimedvetna och minska kostnaderna med 15 000 kWh per år. Vidare ville entreprenören upprätta en bilpool och se till att fastigheten anslöts till ett sopsugsystem.

²⁵ Malmö stad, Uppgift från Stadsbyggnadskontorets arkiv, *Energiberäkning*

²⁶ Beräkningsprogram för U-värden, Isover

²⁷ Ur *Ansökan för Lokalt investeringsbidrag*

²⁸ Ur *Kompletterande ansökan för Lokalt investeringsprogram*

4.2.5 Undersökta lägenheter

De undersökta lägenheterna i Framtidsstaden ökade till fyra istället för tre på grund av de boendes stora intresse av denna utvärdering. Lägenheterna som undersökts är med avsikt utspridda både med tanke på våningsplan, orientering och mängd ytterväggsyta. Alla lägenheterna är genomgående och ligger i fil.

I Framtidshus D har två lägenheter undersökts, där Gert och Marianne samt Petra och Björn bor. Båda lägenheterna är belägna i hörnet med fasad mot väster, norr och öster, men är belägna på olika våningar. Störst fönsterarea har de mot öster, mindre i norr och inga fönster finns i väster. Väggen mot söder angränsar till nästa lägenhet. Båda lägenheterna har lägenhetsavskiljande bjälklag i både tak och golv. Tilluft kommer in genom spaltventiler i några av fönsterna som visas här på bilden till höger. Frånluftsdonen är placerade i badrummet och i klädkammaren. Luft tas även ut i spiskåpan där flödet kan forceras vid matlagning.



Figur 22. Ritning över lägenheterna



I Framtidshus A bor Johan och Jenny. Deras lägenhet är belägen i ett hörn med fasad mot norr, öster och söder. Mest fönsterarea har de mot söder och öster. I norrfasaden finns enbart en entrédörr och ett mindre fönster i badrummet. Mot väster angränsar lägenheten till nästa lägenhet. I både golv och tak finns lägenhetsavskiljande bjälklag. Tilluft passerar in genom spaltventiler i några av fönsterna enligt ritningen. Frånluftsdonen är placerade i badrummet och i klädkammaren. Luft tas också ut i spiskåpan i köket där flödet kan forceras.

Figur 23. Ritning över lägenheten

I Framtidshus B bor Conny med sina barn. Hans lägenhet är även belägen ytterst i huset med fasad i tre väderstreck; öster, söder och väster. Mest fönsterarea finns i söder och väster. I öster finns förutom vanlig fasadvägg endast ett fönster i badrummet och en entrédörr. Mot norr angränsar lägenheten till nästa lägenhet. Golvet består av bottenbjälklag och taket av lägenhetsavskiljande bjälklag. Tilluft kommer in genom spaltventiler i fönsterna enligt ritningen. Frånluft tas ut i klädkammare, badrum och spiskåpa.



Figur 24. Ritning över lägenheten

4.2.6 Historik

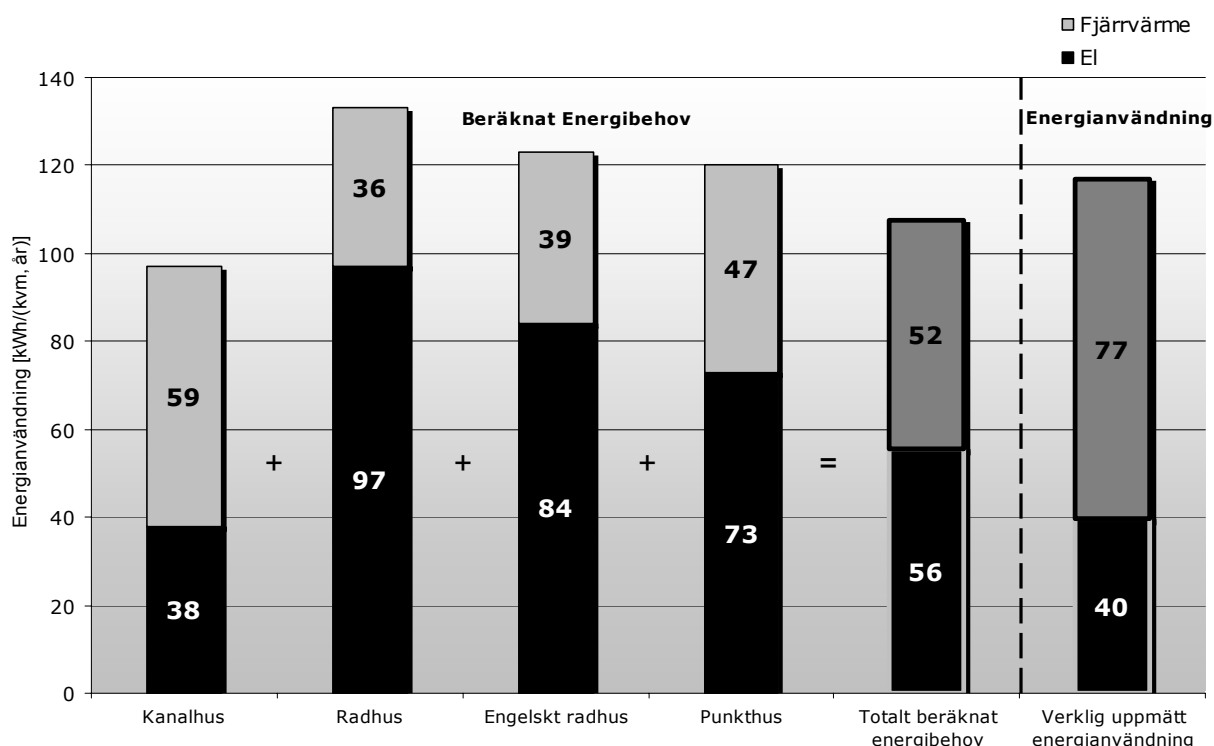
Framtidsstaden har haft problem med läckande tak, ojämn golvvärme och fuktiga fasader, enligt bostadsrättsföreningens före detta ordförande. Det har regnat in under ett par tillfällen i de översta lägenheterna. Flera av dessa problem är åtgärdade, men golvvärmen fungerar på vissa ställen fortfarande sämre än förväntat, trots åtgärderna. I förråden är temperaturerna högre än nödvändigt.

5 Resultat

I detta kapitel presenteras uppmätt energianvändning som jämförs med beräknat energibehov. Effektsignaturen visas i diagram. Även resultat från intervjuer och mätningar visas. Resultaten från intervjuerna grundar sig helt på personerna som deltagit i intervjustudien. Resultaten kan inte ses som allmänna för hela fastigheterna, eftersom det inte finns tillräcklig bredd i underlaget. Meningen med intervjustudien var att de boende skulle ges tillfälle att ge upplysningar om ventilation, värme, och ljus, för att relevanta mätningar skulle kunna utföras i deras lägenheter. Då kan också slutsatser dras för hur fastigheten troligen fungerar.

5.1 Trähuset

5.1.1 Jämförelse mellan beräknat energibehov och uppmätt energianvändning



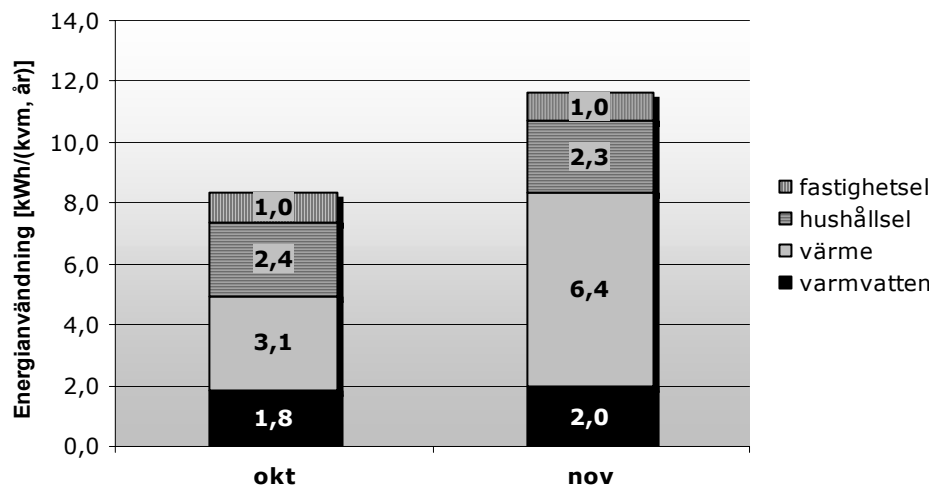
Figur 25. Energibehov jämförs mot energianvändningen

Diagrammet visar beräknat energibehov i staplarna till vänster om den streckade linjen. Det totala energibehovet för hela fastigheten visas i stapeln längst till höger av energibehovsstaplarna. Den verkliga uppmätta energianvändningen för hela fastigheten visas i stapeln till höger om den streckade linjen. Beräknat energibehov för hela fastigheten var 108 kWh per kvadratmeter och år medan det verkligt uppmätt energianvändning hamnade på 117. Verklig energianvändning är hämtad från Sydkrafts Energdialog med startdatum 2003-12-01 och slutdatum 2004-11-30. Värdena har normalårkorrigerats med effektsignaturmetoden.

Hushållselanvändningen lästes av vid årskiftet av en medlem i bostadsrättsföreningens styrelse. Enligt Annika Nilssons licenciatavhandling²⁹ visar det sig att hushållselanvändningen inte varierar i så hög grad över årets månader. Därför har tre lägenheters elanvändning lästs av vid ett senare tillfälle och spridits ut över förlupen tid från årskiftet fram till avläsningstillfället. Detta ger ett ungefärligt mått på hushållselanvändning för alla årets månader. Värdena visas i sammanställt diagram med värme och varmvatten nedan.

²⁹ Annika Nilsson, *Energianvändning i nybyggda flerbostadshus på Bo01-området i Malmö*, LTH, 2003

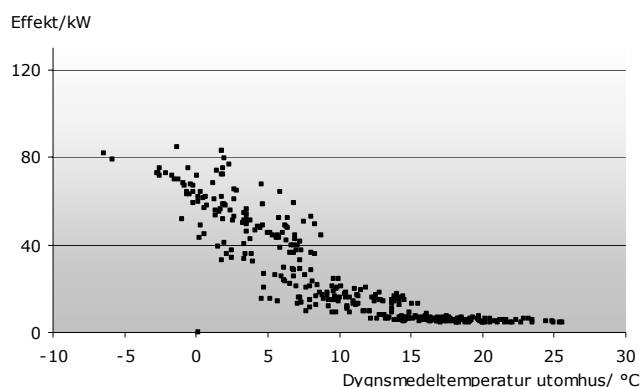
Vid tre tillfällen avlästes varmvattenförbrukningen för hela fastigheten, 24/9, 24/10 och 25/11 2004. Med vetskap om höstmånaderna oktobers och novembers varmvattenförbrukning erhålls dock inte tillräckliga mätserier för att bekräfta återstående månaders användning. För att åskådliggöra energianvändningen för dessa två månader visas dessa separat nedan. Värdena grundar sig på medelvärdet av avlästa vattenmängder som sedan räknats om till energiinnehåll för 60 gradigt vatten. Ett diagram för oktobers och novembers energianvändning syns nedan.



Figur 26. Staplarna visar bidragen från de manuellt avlästa värdena för varmvatten och hushållsel för att kunna urskilja dessa i den totala energianvändningen

5.1.2 Effektsignatur

Genom effektsignaturen gavs 12,4°C som brytpunktstemperatur. När utetemperaturen överstiger denna temperatur övergår modellen från linjär till konstant. Fjärrvärmeeffekterna kunde sedan normalårkorrigeras till normalårstemperturer för Malmö.



Figur 27. Effektsignatur baserad på normalåret

Diagrammet till vänster visar hur fjärrvärmeeffekten varierar med utomhustemperaturen. Genom att använda effektsignaturen erhålls ett samband för när fjärrvärmens åtgång dels till värme och dels till att värma varmvatten,

$$y = -4,399x + 62,794$$

När kurvan planar ut används värmen mer till att bara värma varmvatten och sambandet får formen enligt nedan. Fjärrvärmeeffekten blev nästan konstant 5,11 kW.

$$y = -0,1327x + 8,2689$$

5.1.3 Resultat från intervjuer

Västra hamnen i sig är en stark bidragande orsak till att de boende valde just att bosätta sig i detta område³⁰. Det är nära till havet, nära till centrum, nära till kommunikationer och området är intressant både till färg och utformning och har trevliga promenadstråk, anser de. Några av de boende har också nämnt att miljöprogrammet som togs fram för hela området var tilltalande när de fått upp ögonen för området. För andra kom medvetenheten om detta senare, när de väl bestämt sig för sina bostadsrätter.

³⁰ Intervjusammanställning finns i bilaga 4

När det gäller valet av just Trähuset var alla eniga. Det luktar trä och känns naturligt, menade de. Samtliga boende som ingick i studien trivs mycket bra i sina lägenheter. De har alla valt sina boenden utifrån de ytbehov de ställde för att kunna utnyttja bostaden i sin vardag och till sina levnadsintressen. I några fall kände de till miljöparmen som entreprenören tagit fram, men ingen information fanns i den om hur de boende själva kunde bidra till lägre energianvändning, eller ens läsa den.

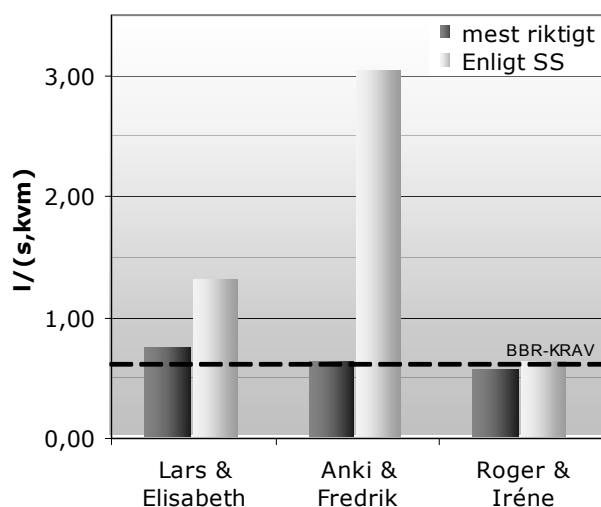
Tanken om låg energianvändning låg till grund för en bostadsrättsinnehavare, som privat varit väl engagerad i frågorna under lång tid dessförinnan. För de andra som ingått i intervjustudien har detta varit självklart att nybyggda fastigheter idag byggs energieffektiva. Samtliga i studien ställde sig positiva till individuell mätning av värme och el, för att få bättre insyn i sin egen energianvändning och påverka sina kostnader i högre utsträckning. Några erkände att individuell mätning nog kommer att påverka deras beteenden, eftersom det kommer avspeglas direkt på el- och värmeräkningarna. Individuell mätning startar 2005-01-01.

Ventilationen är de boende i princip nöjda med. De vädrar en del för friskluftens och syrets skull och även i några fall på grund av för hög inomhustemperatur eller matos. Samtliga lägenheter har öppna planlösningar vilket bidrar till att matosen ibland sprider sig i hela lägenheten, i synnerhet i ett fall. Dessa menar att om de under matlagningens gång öppnar fönster, så fungerar inte fläkten. Detta är påtalat under slutbesiktningen och åtgärder kvarstår. Rykten går om att några i fastigheten har fått utbytt spiskåporna på grund av matosproblem. En annan boende menar, oberoende av den andra, att det krävs att spiskåpan öppnas innan till exempel stekning, annars är det svårt att bli av med matosen.

Värmen är också alla nöjda med. Ingen av de intervjuade upplever drag eller kallras på något ställe. De boende upplever värmen som jämn, dessutom kan värmen varieras i de större lägenheterna efter behov. Detta anses svårare i de mindre lägenheterna. Generellt har de boende ett behov utav kyligare sovrum, speciellt under natten. De boende i de mindre lägenheterna löser detta genom att under natten ha öppet sovrumsfönster nästan året om. Golvvärmens används som värmekälla i några fall och i andra fall används den enbart som extra komfort. På sommaren blir det varmt i samtliga lägenheter, då vädring behövs i någon form. Skydd mot solinstrålning har begärts i ett fall, men avslag har givits på grund av att fastighetens utseende skulle ändras.

Ljuset är samtliga nöjda med. De behöver inte använda lampor i så hög utsträckning. De naturliga ljusinsläppen fungerar väl. En av boende menar att de enbart använder lampor i de utrymmen som de vistas för tillfället när behoven finns.

5.1.4 Resultat från de uppmätta lägenheterna



Figur 28. Täthet i lägenheter

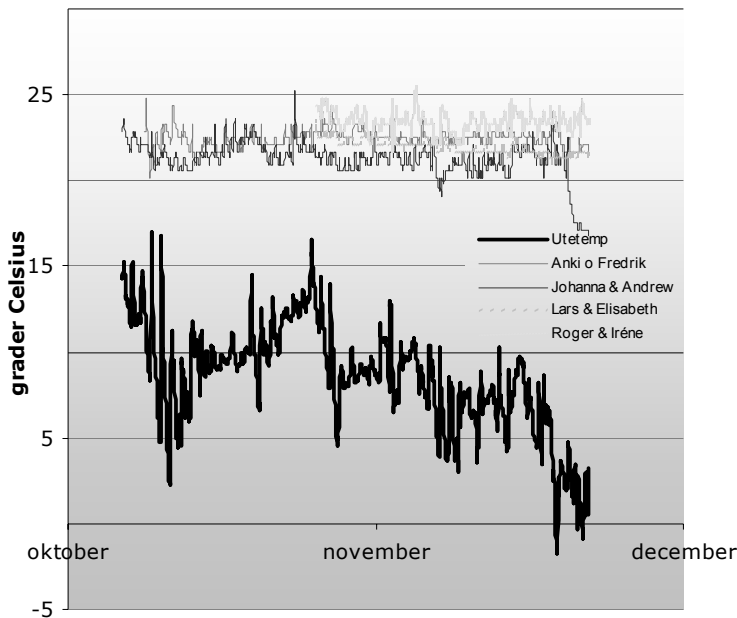
Enligt Svensk Standard, SS, ska bara ytorna i klimatskärmen tas med för beräkning av täthet. Metoden är utarbetad från enskilda byggnader där klimatskärmen ytor är lätta att definiera och ett visst förhållande gäller mellan omslutande yta och volym.

När metoden appliceras på en lägenhet i ett flerbostadshus, finns det ibland inte så mycket klimatskärm i förhållande till volym. Om beräkningar ska göras för täthet enligt SS blir läckageflödet mycket högt. Om däremot alla avgränsande ytor tas med, trots att de oftast inte är lika täta som klimatskärmen, erhålls ett bättre värde som de ljusa staplarna i diagrammet till vänster anger.

Kraven för totalflödet i lägenheterna, 0,35 liter per sekund och kvadratmeter visade sig svåra att uppfylla. I den minsta lägenheten var kravet nästintill uppfyllt. Kraven för respektive frånluftsflöde i badrum ska vara minst 10 liter per sekund, men detta uppfylls endast i två fall av fem möjliga.

Ventilationsflöden		Badrum 1	Badrum 2	Köksfläkt			Totalt	Krav 0,35 l/(s kvm)	
Lägenheter	Storlek	normalt	normalt	normalt	möjlig	forcerad	normal	yta x krav	uppfyllt?
Lars & Elisabeth	135 m ²	4,2 l/s	1,6 l/s	8,8 l/s	12,7 l/s	48 l/s	14,6 l/s	47,3 l/s	Nej
Anki & Fredrik	53 m ²	12,5 l/s		5,8 l/s	10,3 l/s	46,8 l/s	18,3 l/s	18,6 l/s	Nästan
Roger & Iréne	119 m ²	1,3 l/s	10,3 l/s	12 l/s	13,7 l/s	36,7 l/s	23,6 l/s	41,7 l/s	Nej

Tabell 1. Resultat från mätningar av frånluftsflöden i lägenheterna



Figur 30. Mätning av inom- och utomhustemperatur

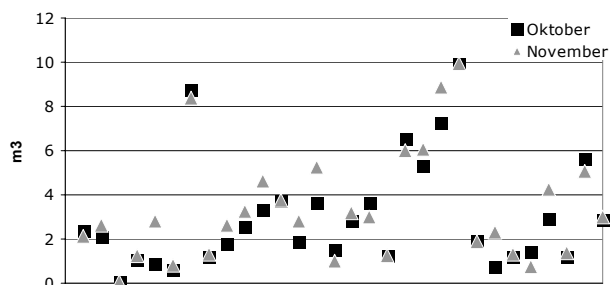
Inomhustemperaturerna var stabila i förhållande till utomhus-temperaturen som visas i figuren till vänster. Det var inte någon av de boende som anmärkte på något direkt ställe i lägenheterna som de upplevde som kyligare. Den operativa temperaturen i dessa lägenheter låg mellan 21,4°C och 22,4°C. Utetemperaturerna varierade mellan 4,1°C och 5,7°C. Vid den lägst uppmätta operativa temperaturen var utomhustemperaturen 4,1°C.

Ytemperaturerna i vistelsezonen underskred inte 18°C på något ställe. Ytemperaturerna var som lägst 12°C vid fönstersmyg i ett av fönstren i en av lägenheterna.

Kallare partier fanns generellt invid fönster, intill dörrar, och hörn både i golv- och taknivå.

När ånghalten plottades upp mot tiden visade det sig att mätarna hade registrerat högre halt utomhus än inomhus, vilket är orimligt under så pass lång tid som mättes. Det verkar som om mätarna inte varit tillräckligt kalibrerade mot varandra. Vidare antaganden är därför svåra att bedöma enbart utifrån detta. Därför har diagrammen valts att inte visas. Samband kan annars tas fram om hur ventilationen fungerar i lägenheterna.

Varmvattenanvändningen lästes av för samtliga lägenheter i Trähuset. Volymerna presenteras i figuren till höger. Spannet var väldigt stort mellan de olika lägenheterna. Något direkt samband mellan hög vattenanvändning och lägenhetsstorlek kan inte urskiljas.



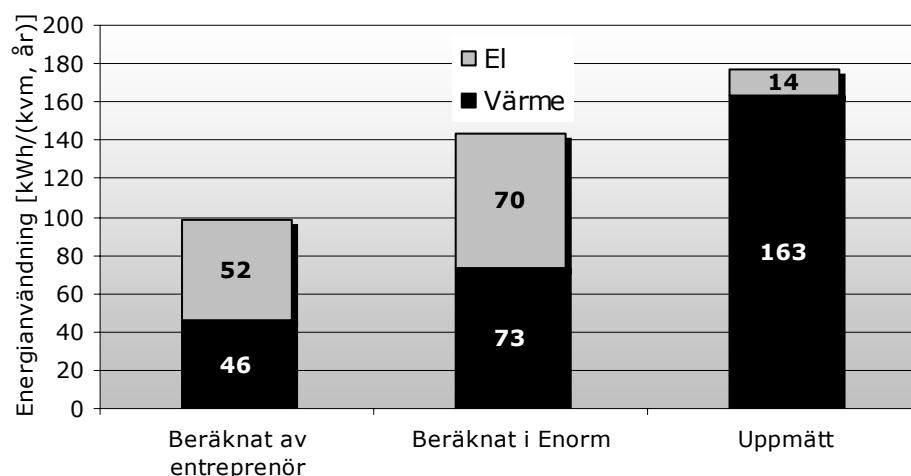
Figur 31. Varmvattenmätning okt-nov 2004

5.1.5 Kommentar om LIP-ansökan

Entreprenören har lokaliserat byggnaden så att solvärme kan tillvaratas. Mer fönsterarea mot väster än mot öster har upprättats. Däremot används inte någon form av återvinning i frånluftssystemet för fastigheten, som entreprenören föreskrev i sin LIP-ansökan. Entreprenören använder detta i båda sina andra uppförda fastigheter i Västra Hamnen. System finns för individuell mätning och från och med 2005-01-01 kommer varje bostadsrättsinnehavare att få insyn i sin egen energianvändning. En manual har tagits fram till varje lägenhet, men inga direkta rekommendationer ges över hur de boende kan minska sin energianvändning. De boende har inte fått installerat någon belysningsautomatik i sina olika rum. Belysningsautomatik finns till viss del i de gemensamma utrymmena.

5.2 Framtidsstaden

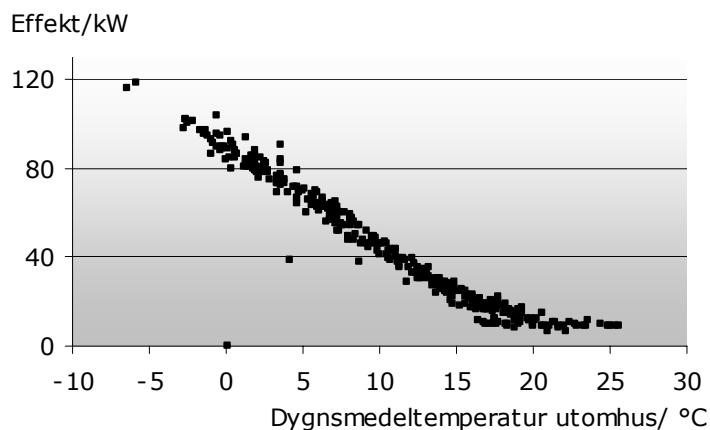
5.2.1 Jämförelse mellan beräknat energibehov och uppmätt energianvändning



Figur 32. Behovsberäkningar gentemot den uppmätta energimängden av el och värme

Diagrammet visar beräknat energibehov av entreprenören själv längst till vänster. Denna beräkning är en enkel uppskattning och inga energiberäkningsprogram verkar ha använts. De beräknade värdena som tagits fram genom denna studie har utgått från ritningar. På de ställen där information saknats har antaganden om standard använts, liksom de andra husen på området. Den för normalåret använda energimängden är trots detta högre. Elanvändningen är märkbart låg.

5.2.2 Effektsignatur



Figur 33. Effektsignatur för Framtidsstaden efter korrigering

I diagrammet till vänster visas hur fjärrvärmeeffekten för normalåret beror av utomhustemperaturen. Effektsignaturen ger två samband. Ett linjärt samband gäller fram till brytpunktstemperaturen, 18,9°C, då fjärrvärme åtgår både till golvvärme och uppvärmning av varmvatten.

$$y = -4,2859x + 88,488$$

Det andra sambandet ges, efter 18,9°C, då fjärrvärmeeffekten endast används till att värma vatten till varmvatten. Fjärrvärmeeffekten blir konstant 9,4 kW.

$$y = 0,0833x + 7,4061$$

5.2.3 Resultat från intervjuer

Samtliga av de boende som deltagit i intervjustudien trivdes med området och sina lägenheter. Anledningen till att de valde att just flytta till Västra Hamnen var närheten till havet, innerstaden och närheten till kommunikationer. Lägenheterna var till en början billigare än övriga i samma område. Några av de boende jämförde lägenheter runt om i Malmö när de hittade Framtidsstaden. Fastigheten blev ett prisvärt alternativ med alla de kvaliteter som fanns och dessutom var allting nytt och fräscht, menade de. Samtliga nämnde under intervjuerna att trä som genomgående byggnadsmaterial gav en speciell naturlig känsla och att det luktade gott. Lägenheterna kändes välplanerade och ytorna var välutnyttjade till förvaring.

En av de fyra som ingick i intervjustudien hittade kvalitetsprogrammet på Ekostadens hemsida³¹ i samband med sitt köp av bostadsrätten. Detta imponerade på personen, men var inte avgörande för köpet av bostadsrätten. Samtliga av de boende är miljömedvetna och använder sopsorteringsystemet. En av de boende sålde sin bil och kände ingen avsaknad. De flesta tänkte i samband med köpet att nybyggda hus generellt sett är energisnålare och att de då skulle bidra till låg energianvändning genom sitt boende. Några anmärkte på att elräkningen var högre än de först förväntat. Möjlighet till individuell energimätning i fastigheten hade ingen av de ingående personerna i studien hört talas om, men samtliga menade att det säkert hade gynnat var och en om det utfördes. Ingen av deltagarna i intervjustudien är aktiva inom bostadsrättsföreningens styrelse.

De flesta är nöjda med ventilationen i lägenheterna. Ingen har klagat på luftkvaliteten, men däremot kunde det dra kallt från spaltventilerna ibland, menade hälften av de boende, som vid dessa tillfällen brukade stänga ventilerna. På sommaren blev det varmt i lägenheterna och några menade att den oönskade värmen var svår att vädra ur. En annan tyckte att det gick relativt snabbt genom tvärdrag. Några behövde mer syre om nätterna än vad spaltventilerna kunde ge och sov därför med öppet fönster. En av de boende har själv fått vända på en spaltventil som satt felvänd och gjorde att ingen tilluft kom in. Frånluftsdonen ger ljud ifrån sig i några lägenheter, menade några. En av bostadsrättsinnehavarna kände till att en omjustering av frånluftsflöden har ägt rum. Matosen från matlagning fördes bort effektivt med köksventilationen menade samtliga.

Alla är nöjda med värmen i sina lägenheter. Några har antytt att det känns kallare invid fönsterna i vardagsrummen, när de sitter stillasittande där. Golvvärmen tar lång tid att ställa om sig, menar de flesta, att det blir svårt att hitta en lagom nivå vid väderomställningar. Det krävs en viss planering av värmen, menar de. Värmen sprider sig mellan rummen, menar en bostadsrättsinnehavare. Behovet finns ibland av kyligare sovrum och då är detta svårt att uppnå. Ibland blir värmen i golven fläckvis och ojämn även om värmen är inställd på det högsta. Detta gäller speciellt på klinkergolven. I ett rum i en lägenhet är värmen på, trots att termostaten är frånslagen. Under en annan lägenhet finns ett ouppvärmigt utrymme, som de boende tror ökar deras värmeanvändning. I förråden är det väldigt varmt, 21,6°C mättes upp i ett fall.

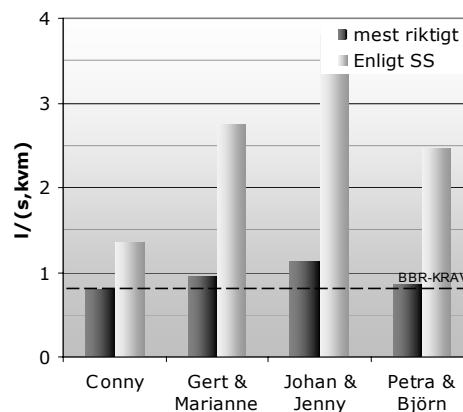
Ljuset är samtliga nöjda med, så nöjda att de knappt behöver använda sig av lampor. Den enda ljuskällan som egentligen krävs under dagtid är badrumsbelysningen. Fönsterplaceringen har arkitekten tänkt väl igenom menade de.

5.2.4 Resultat från de uppmätta lägenheterna

Mätningar av operativ temperatur genomfördes på de ställen som de boende anmärkt på som kyligare. Den operativa temperaturen mättes upp i dessa lägenheter till mellan 20,6°C och 22,9°C. Utetemperaturen vid mättillfällena varierade mellan 3°C och 6,8°C. Vid den lägst uppmätta operativa temperaturen var utomhustemperaturen 6,8°C.

Vid täthetsberäkning ska bara de yttre ytorna, det vill säga klimatskärmen, tas med. Resultaten, enligt SS, blir då missvisande eftersom förhållandet mellan klimatskärm och volym blir skevt. Metoden är utarbetad från enskilda byggnader där klimatskärmen ytor är lätta att definiera och ett visst förhållande gäller mellan omslutande yta och volym. Stapeln ”Johan & Jenny” är inte skyddad av rutan.

Tätheten var nära att klaras när all invändig yta tas med, trots att metoden inte är utarbetad efter mätning i flerbostadshus. Detta gäller när den inre hela den inre ytan räknas med som klimatskärm, trots att detta inte är lika tätt som klimatskärmen i sig.



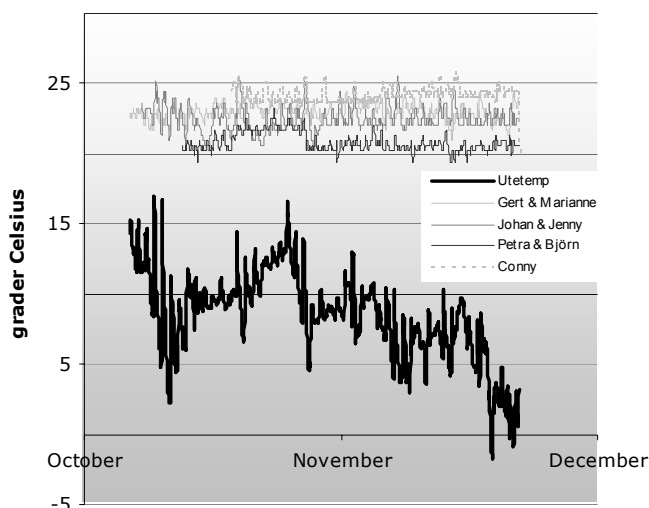
Figur 34. Täthet i lägenheterna

³¹ www.ekostaden.com tillhandahålls av Malmö stad, Miljöförvaltningen

I en av lägenheterna är ventilationsflödena långt under kravgränserna. I den bästa lägenheten uppfylls även kravet, men inte lägenheten i våningen under med samma lägenhetsvolym. I den lägenheten finns ingen ventilationspringa i spaltventilen. I några av lägenheterna väser frånluftsventilerna. Inga lägenheter klarar kravet 10 liter per sekund för badrumsflöde.

Ventilationsflöden		Badrum	Klädkamm	Köksfläkt		Totalt	Krav 0,35 l/(s kvm)	
Lägenheter	Storlek			normalt	normalt		normalt	forcerad
Conny	63 m ²	0,8 l/s	1,5 l/s	1,5 l/s	24,0 l/s	3,8 l/s	22,1 l/s	Nej
Gert & Marianne	80 m ²	7,6 l/s	12,5	10,5 l/s	38,0 l/s	30,6 l/s	28,0 l/s	Ja
Johan & Jenny	63 m ²	5,2 l/s	2,6 l/s	6,7 l/s	36,8 l/s	14,5 l/s	22,1 l/s	Nej
Petra & Björn	78 m ³	6,2 l/s	5,9 l/s	5 l/s	38,5 l/s	17,1 l/s	27,3 l/s	Nej

Figur 35. Ventilationsflöden i lägenheterna



Figur 36. Temperaturer ute och inne

Yttertemperaturerna i vistelsezonen³² understeg inte 18°C på något ställe. Som lägst var yttertemperaturerna 10°C intill en fönstersmyg i en av lägenheterna. Kallare partier fanns generellt invid fönster, intill dörrar, och hörn både i golv- och taknivå. Golven var varmare i klinker- än i trägolv.

5.2.5 Kommentar om LIP-ansökan

Det har inte varit möjligt att bedöma vilka installationssystem Framtidsstaden tillämpar. Information har inte givits under arbetets gång, trots flera försök. Vid besök i lägenheterna syns däremot att många utav satsningarna entreprenören sökt medel för, inte har uppfyllts. Lägenheterna har varken behovsstyrd ventilation eller frånluftsdrivna torkskåp. Balkongerna är inte inglasade. Någon mätare som samlar information om energianvändning har inte påträffats.

Mätningarna av temperaturer ute och inne gav resultatet i diagrammet här till vänster. Det är svårt att bedöma ventilationens verkan utifrån dessa mätningar, eftersom ånghalten utomhus ofta är högre än ånghalten inomhus. Det beror troligen på att loggrarna inte varit tillräckligt inbördes kalibrerade.

Mätningarna av ånghalt visade sig missvisande, vilket troligen beror på okalibrerade mätare. Ånghalten utomhus var ofta högre än inomhus, vilket inte är rimligt under den långa mätperioden. Vidare slutsatser kan därför ej beskrivas.

³² Till vistelsezonen räknas utrymmet 0,5 m från vägg och 1,8 m upp från golv

6 Analys

Trähuset är hittills den fastighet som använder minst energi i Västra hamnen och som byggdes i samband med bomässan 2001. Dessutom har fastigheten byggts om till fler lägenheter, vilket gör att hushållselen ökar med cirka 8 %³³. Om Enormberäkningen hade genomförts när ombyggnaden var gjord hade energibehovet ökat till 115 kWh per kvadratmeter och år. Verklig användning ligger väldigt nära detta, 117 kWh per kvadratmeter och år, trots att köldbryggor inte räknats med. Dessutom håller lägenheterna högre temperatur än 20°C vilket ökar värmeanvändningen ytterligare. Ventilationen i fastigheten är något eftersatt, vilket i sin tur bidrar till lägre värme- och elanvändning.

Framtidsstadens skillnad mellan energibehov och energianvändning är betydligt större. Verklig användning är 178 kWh per kvadratmeter och år, vilket gör att energianvändningen är 81 % högre än vad entreprenören först beräknade. Förmodligen är verklig användning ännu högre, eftersom inga andra fastigheter har så låg elanvändning. Den låga elnivån förklaras troligen av all el inte loggas i Energialog. Värmeanvändningen är hög långt in över sommarmånaderna, vilket tydliggörs genom effektsignaturerna för Framtidsstaden. Misstankar finns om golvvärmsystemets funktion. Innetemperaturen är högre än 20°C vilket ökar behovet av energi i förhållande till behovsberäkningarna. Frånluftsflödena är låga, vilket å andra sidan bidrar till lägre värme- och elanvändning.

6.1 Värmeanvändning

Fastigheterna håller högre temperatur än 20°C vilket entreprenörerna utgått från i sina beräkningar. Mätningarna visade att innetemperaturerna är ungefär 22°C, vilket ökar värmeanvändningen med 10 %³⁴. Ventilationsflödena visade sig vara låga vilket å andra sidan bidrar till små värmeförluster ut från lägenheterna. De boende upplever värmen som jämn i lägenheter. Om ventilationsflödena motsvarats av Boverkets krav, hade mer värme dragits ut genom ventilationssystemen och värmebehovet hade ökat.

Trähuset använder 77 kWh värme per kvadratmeter och år, vilket utgör 48 % mer än vad som entreprenören själv beräknat, till 52 kWh per kvadratmeter och år. Efter ombyggnad av det Engelska Radhuset ökar värmeanvändningens storlek genom ökad varmvattenförbrukning. Trähuset har dimensionerats efter värmekraven från Boverket. De lägre ventilationsflödena kan bidra till att mindre värme åtgår och därav finns kapacitet för högre flöden genom radiatorsystemen. Det framkom under intervjustudien att maximalt värmefflöde på radiatorerna sällan används. Förmodligen finns kapacitet till att driva ventilation och värme som tänkt.

Framtidsstadens ursprungliga värmebehov, som togs fram av entreprenören själv var 46 kWh per kvadratmeter och år. Värmeanvändningen uppgick till 163 kWh per kvadratmeter och år och därmed överskreds det beräknade värmebehovet med 255 %. Enormberäkningens värmebehov, 73 kWh per kvadratmeter och år, som togs fram i denna studie överskreds med 123 %. Värmeåtervinningens effekter i Framtidsstadens ventilationssystem märks inte av i energianvändningens storlek. Framtidsstaden använder mer värme än Trähuset som inte har någon återvinning. På några ställen i Framtidsstaden var golvvärmen konstant påslagen trots att värmereglaget står som av, vilket antagligen bidrar till den höga värmeanvändningen. I förråden i samma fastighet visade en termometer 21,6°C, vilket är onödigt. Värmen är inte spillvärme från uppvärmningsanordningarna.

³³ baserat på antal hushåll som ökade vid ombyggnad av det engelska radhuset

³⁴ Annika Nilsson, *Energianvändning i nybyggda flerbostadshus på Bo01-området i Malmö*, LTH, 2003

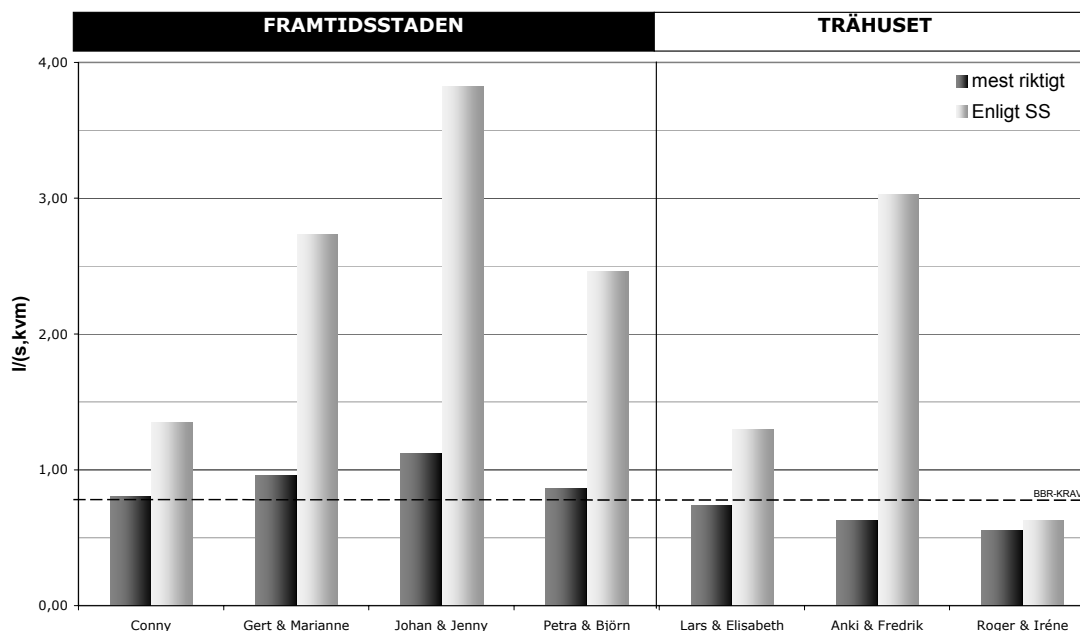
6.1.1 Förluster

Det kan finnas många anledningar till att värmeanvändningen har blivit större än beräknat. Några av de mest bidragande faktorerna anges nedan.

I takt med att innetemperaturen höjs till högre innetemperatur än 20°C, ökar även transmissionsförlusterna genom klimatskärmen på grund av naturens strävan efter jämvikt. Ju större temperaturskillnaden är mellan ute och inne, desto mer flödar värme genom byggnadsdelar. U-värdena på byggnadsdelar är betydande för transmissionsförlusterna.

Köldbryggor som leder ut värme missas ofta i energiberäkningar³⁵. För ett flerbostadshus är köldbryggorna flera kilometer långa och ökar värmeförlusterna betydligt.

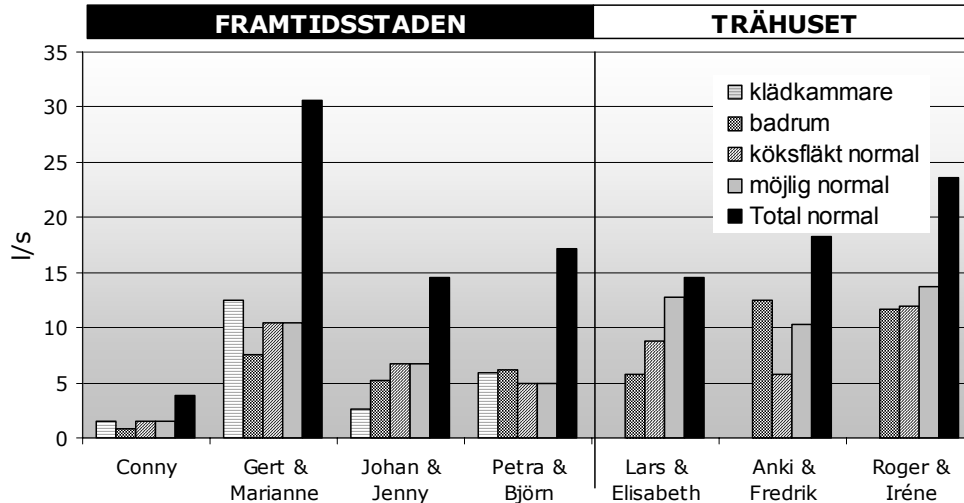
Lägenheterna som ingick i denna studie var otäta i flera fall, men metoder saknas för att ge en fullskalig bild av täthet i lägenheter. Det syns i figur 37 att ju mer ytterväggsyta en lägenhet har, desto lägre blir läckageflödet. Detta borde ge signaler om att klimatskärmen är tillräckligt tät, i alla fall i Trähuset. Tätheten i Trähuset klarades om alla invändiga ytor togs med. I Trähuset har entreprenören under garantitiden vidtagit åtgärder på de ställen där drag eller otätheter rapporterats. För Framtidsstaden saknades sådana uppgifter för denna studie. Lägenheterna i Framtidsstaden tangerade även i viss mån Boverkets täthetskrav.



Figur 37. Jämförelse mellan fastigheternas läckageflöde, ju lägre desto tätare

³⁵ Catarina Warfvinge, tekn lic, Avd för Installationsteknik, Lunds tekniska högskola

Förlusterna genom ventilationssystemen blir låga, eftersom det var sällsynt med tillräckliga frånflöden. Om kravet 0,35 liter per kvadratmeter och sekund ska gälla uppfylldes kravet endast i en lägenhet i vardera fastighet. Om kravet istället gäller som specifika flöden, 10 liter per sekund i respektive utrymme, hölls kravet för några fler utrymmen, men inte i samtliga utrymmen i mer än en lägenhet. De lägenheterna som uppfyllde kravet om 0,35 liter per kvadratmeter och sekund uppfyllde inte samtliga flöden i respektive utrymme. Sammantaget uppfyllde alltså inte någon lägenhet i studien samtliga ventilationskrav. Lägenheten längst till höger i diagrammet ser ut att uppfylla samtliga krav, men kravet om 0,35 liter per kvadratmeter och sekund hölls inte.



Figur 38. Jämförelser mellan frånluftsflöden i lägenheterna som mättes

Ventilationsflödena kan fluktuera över året beroende av lufttryckets förändring. Mätningarna är utförda under ett par tillfällen under samma månad, varför ventilationsflödena annars kan variera över året. Lufttrycket under höst och vintermånaderna kan variera väldigt med vindtryck och termiska drivkrafter. Mätningarna utfördes dock under två vindstilla och kalla dagar, varför mätningarna bör vara tillförlitliga.

6.1.2 BBRs krav på genomsnittligt U-värde

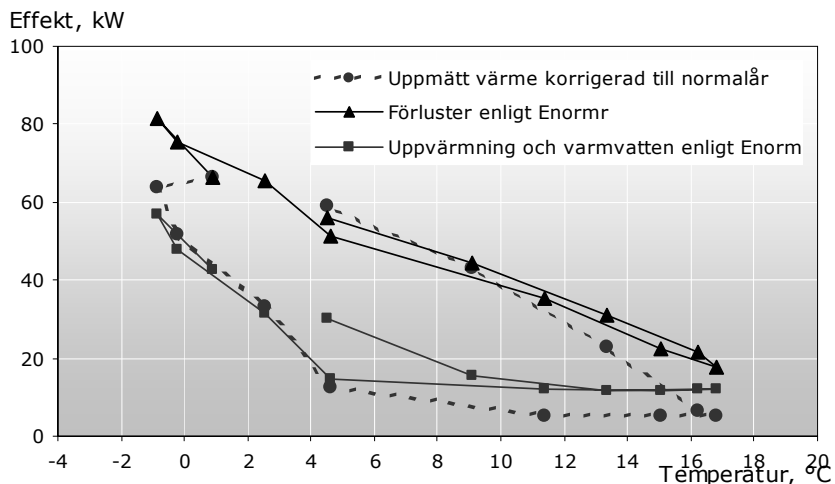
Boverkets byggregler ställer krav om U-värde för byggnader. I Enorm beräknas ett medelkrav, $U_{m,krav}$, för den aktuella byggnaden. Det är tillåtet att överskrida $U_{m,krav}$ med 30 % om det går att bevisa att byggnaden använder mindre värde än referensbyggnaden. Trähusets alla byggnader uppfyller BBRs krav. Framtidsstadens Enorm-beräkning som har genomförts i denna studie uppfyller också kravet.

Fastighet	Byggnad	Um aktuell	Um krav
Trähuset	Punkthuset	0.246 W/(m ² K)	0.294 W/(m ² K)
	Kanalhuset	0.181 W/(m ² K)	0.277 W/(m ² K)
	Radhuset	0.228 W/(m ² K)	0.266 W/(m ² K)
	Eng Radhuset	0.255 W/(m ² K)	0.281 W/(m ² K)
Framtidsstaden	A-D	0.257 W/(m ² K)	0.269 W/(m ² K)

Figur 39. Aktuella U-värden enligt Enormberäkningar jämfört med krav

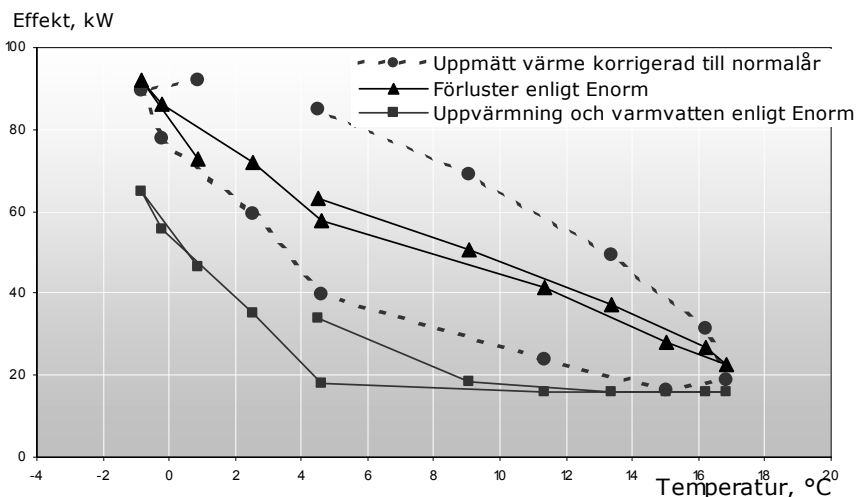
6.1.3 Effektsignaturer och varmvattenanvändning

Lätta byggnader, som Trähuset och Framtidsstaden, verkar kunna tillgodogöra sig till stor del av solinstrålningen som gör att energianvändningen blir låg under vårmånaderna.



Figur 40. Jämförelse mellan Trähusets totala energibehov enligt Enorm och verkligt utfall enligt effektsignaturen

Trähusets energianvändning följer Enormberäkningen väl. När temperaturen ökar under sommarhalvåret används mindre energi än Enorm beräknat enligt effektsignaturens modell. Modellen är en uppskattning av verkligt fall och kan även vara felaktig beroende på när bryttemperaturen egentligen infaller. Förmodligen tillgodogörs Trähuset mer solenergi än beräknat, vilken minskar fjärrvärmebehovet. Det syns också, vid jämförelse av de två understa kurvorna, att Enorm har överskattat Trähusets varmvattenanvändning när det bli varmare utomhus. Det kan bero på att de boende inte är hemma lika mycket under sommarmånaderna.



Figur 41. Jämförelse mellan Framtidsstadens totala energibehov enligt Enorm och verkligt utfall enligt effektsignaturen

Framtidsstadens energianvändning avviker mer från Enormberäkningen och använder mer energi under vintertid, men mindre under vårmånaderna. Enormberäkningen är en grov uppskattning där flera antaganden gjordes då information inte fanns tillgänglig. Förmodligen tillgodogör sig huset en hel del värme genom solinstrålning. Värme behövs däremot under lång tid eftersom värme tillförs systemet även när utetemperaturen är relativt hög. Förmodligen drar golvvärmen onödigt mycket värme. En injustering av systemet skulle troligen behövas. Fler antaganden är svåra att göra eftersom inblicken i systemets sammansättning inte är så stor.

6.2 Elanvändning

Skillnaderna mellan beräknad och använd el är betydligt större än väntat. En förklaring kan vara att ventilationssystemen inte drivs för fullt, vilket resulterar i låg elanvändning. Värdena som varit tillgängliga under studiens gång är förvånansvärt låga, vilket kan förklaras av att fastigheterna antingen använder lite el eller också missades mätare att kopplas till Energidialog. Energidialogs syfte var från början att stödja utvärderingarna som skulle göras i området och kommer att läggas ner inom de närmaste två åren.

I *Trähuset* är elanvändningen låg, totalt 40 kWh per kvadratmeter och år, som kan ha sin förklaring i låga ventilationsflöden, brukarnas beteende eller missade inkopplingar till Energidialog. Till Trähuset hittades enbart en inkoppling på elnätet, vilket gör att hushållselen inte kan skiljas från fastighetselen i nuläget. Elbehovet beräknades från början till 56 kWh per kvadratmeter och år. När det Engelska Radhuset byggdes om tillkom fyra extra lägenheter inom samma BRA. Hushållselbehovet uppskattas i denna studie att öka med 8% till 61 kWh per kvadratmeter och år, vilket fortfarande är mycket över den verkliga elanvändningen, 40 kWh per kvadratmeter och år.

I *Framtidsstaden* är elanvändningen ännu lägre, 14 kWh per kvadratmeter och år, vilket inte verkar rimligt. I Annikas licentiatavhandling hamnade den totala elanvändningen för de olika fastigheterna mellan 33-71 kWh per kvadratmeter och år. Antagligen finns fler inkopplingar till hushållselen och 14 kWh per kvadratmeter och år består antagligen enbart av fastighetsel, som ändå är förhållandevis lågt. För övrigt har inte fastigheterna utrustats på något sätt extraordinärt vis nu efteråt som direkt kunnat höja elanvändningen avsevärt, till exempel jacuzzi eller annan elkrävande utrustning.

6.3 Komfort

Samtliga av de boende som ingått i intervjustudien upplever god komfort i sina lägenheter. Innetemperaturerna som stiger upp mot 22°C gör att luften hinner värmas upp i takt med att luftomsättningarna i lägenheterna är låga. Vid kraftiga väderomslag eller blåst blir det kallare i lägenheterna, då många av de boende svarar med att öka värmen och stänga sina tilluftsventiler.

Drag upplevs antingen genom för starka luftströmmar eller genom att luft flödar med lägre temperatur. Detta innebär att luft kan flöda med högre hastighet vid en högre temperatur utan att människan överhuvudtaget upplever drag. I Trähuset är tilluftsventilerna placerade bakom radiatorerna som värmer tilluften, vilket medför att det föreligger lägre risk för att drag ska upplevas³⁶. När det blåser eller är kallt stänger de boende i Framtidsstaden sina tilluftsventiler som drar in uteluft, eftersom de annars upplever drag på grund av att tilluften inte förvärms. Kallras upplevs inte heller, vilket tyder på att fönsterna i båda fastigheterna har god isoleringsförmåga och är täta.

Samtliga boende som upplevt drag i sina lägenheter medger att de kan undvika dragproblemen genom att höja termostaterna till värmesystemen. Däremot blir det skillnad i komfort mellan fastigheterna beroende på val av uppvärmningssystem.

Trähuset använder ett traditionellt radiatorsystem för uppvärmning och golvvärme i badrum. Radiatorer som placeras under fönster bidrar till minskad risk för kondens och kallras. Värmen kan däremot bli något ojämn i jämförelse med ett väl fungerande golvvärmesystem. I Trähuset är friskluftsventilerna placerade bakom radiatorerna vilket gör att tilluften förvärms och därmed kan strömma med högre hastighet utan att personerna behöver uppleva drag.

Framtidsstaden använder genomgående golvvärme till sina lägenheter. Ett väl fungerande golvvärmesystem bidrar till jämn värme och underlättar möbleringen. Teoretiskt beskrivs fötterna ha förmågan att luras av golvvärme, vilket kan bidra till att lägre lufttemperatur kan hållas utan att människan fryser. I lägenheterna är innetemperaturen högre än behövt i denna bemärkelse. Genom att använda ett golvvärmesystem ökar risken för kallras och kondens, eftersom inte ytterväggsytorna

³⁶ Catarina Warfvinge, *Installationsteknik FK*, kursmaterial 2004, LTH

blir lika varma som när ett radiatorsystem används. Framtidsstaden har spaltventiler i sina fönster vilket gör att de boende upplever drag från dem emellanåt till följd av den uppvärmda tilluften som håller samma temperatur som uteluften.

Det blir allt vanligare att golvvärme används som det enda uppvärmningssystemet³⁷. De boende tillåts möblera utanför den egentliga vistelsezonen som traditionella radiatorer annars står i vägen för. Detta gör att temperaturen kan sjunka under 18°C där de boende i själva verket vistas. Inom vistelsezonen uppfyller samtliga undersökta lägenheter kravet om 18°C. Det finns däremot en viss tendens mot att de boende i Framtidsstaden upplever drag eller kallras invid sina fönster i vardagsrummet när de sitter nära fönsterpartierna.

För båda fastigheterna visar de operativa temperaturmätningarna att personerna inte upplever några någon temperatur lägre än 18°C i sin vistelsezon. Inte heller några extrema köldbryggor eller läckage kunde hittas under mätningarna. Mellan fastigheternas kallaste temperatur på invändiga ytor skiljer de sig bara åt med en grad, vilket förklaras av fastigheternas likartade träkonstruktioner.

6.4 Energikrav

I framtiden kommer varje byggnad att vara energideklarerad. Ett direktiv på EU-nivå om energideklARATIONER är under bearbetning och kommer förmodligen att genomföras inom de närmaste åren. Nya byggregler kommer även att påverka entreprenörerna i sin energiprojektering. Val av byggnadsdelar och deras tillhörande U-värden blir avgörande framöver. Allt detta görs för att på längre sikt sänka energianvändningen till lägre nivåer än idag och minska beroendet av olja och sänka miljöpåverkan.

Malmö stads målsättning med energikapitlet i kvalitetsprogrammet var att se till att energianvändningen motsvarades av det beräknade energibehovet för varje fastighet. Entreprenörerna skulle jobba energimedvetet genom hela processen så att hela området i slutändan blev så miljövänligt som möjligt. Ansvar skulle åläggas entreprenörerna genom deras underskrifter av kvalitetsprogrammet. Genom LIP-ansökningarna betalades medel ut för tilltänkta satsningar. Det har visat sig genom denna studie att ett flertal av satsningarna som föreskrivits i själva verket inte har genomförts. Även utvärderingar av fastigheterna, som denna, är egentligen varje entreprenör skyldig att göra enligt kvalitetsprogrammet. Antagligen har Malmö stad inte ställt tillräckligt tydliga krav på entreprenörerna i detta avseende.

³⁷ Carl-Eric Hagentoft, *Plus*, Sveriges Television, våren 2005

7 Slutsatser och rekommendationer

Syftet med detta arbete var att bedöma fastigheterna i energihänseende genom att granska entreprenörernas energiberäkningar och jämföra med utförda mätningar i fastigheterna. Västra hamnen har lämpat sig bra för denna sortens studier, eftersom alla fastigheterna i området är byggda samtidigt, de utsätts för samma klimat och har bra hjälpmedel för uppsamling av mätdata tillgängligt genom Energdialog.

Kravet i kvalitetsprogrammet var 105 kWh per kvadratmeter och år. Från början ville Malmö stad sätta kravet lägre, men när entreprenörerna tyckte att detta verkade orimligt, ändrades det till 105 kWh per kvadratmeter och år. Resultaten varierade en del mellan de två fastigheterna som ingick i studien. Intressant för studien är att Trähuset visar gott energisnålt resultat med 117 kWh per kvadratmeter och år. Hittills är detta det energieffektivaste huset i Västra hamnen. Sämre är det med Framtidsstaden som använder 178 kWh per kvadratmeter och år. Antagligen är inte samtliga mätpunkter kopplade till Energdialog eftersom elen endast uppgick till 14 kWh per kvadratmeter och år, vilket är orimligt. Hög värmeanvändning kan bero på att golvvärmsystemet inte fungerar som det är tänkt, eftersom onödig och oönskad värme erhålls på flera ställen trots att reglagen är inställda på minimum. Det visar även effektsignaturen som kan vara en indikation på detta.

För att jämföra hur väl energibehovsberäkningarna sammanfaller med den verkliga energianvändningen togs samband fram med hjälp av effektsignatur och Enormberäkningar. I diagrammen syns att båda fastigheterna har lätt stomme och verkar tillgodogöra sig stor del av solinstrålningen under vårmånaderna, vilket Enorm annars kan överskatta³⁸. Trähuset följer beräkningarna väl, men solinstrålningens värmetillskott är större än beräknat, vilket är positivt. Framtidsstaden avviker mer i sin modell mot Enormberäkningen än vad Trähuset gör. Det är framförallt under vintermånaderna när solinstrålningens värmetillskott inte är stort som fastigheten använder mycket mer värmeenergi än beräknat. Under sommartid behöver systemet fortfarande värme, vilket tyder på att golvvärmen är felinställd. Elanvändningen i Trähuset är lägre än beräknat, vilket kan bero på de lägre frånluftsflödena i ventilationssystemet som då använder mindre el. Framtidsstadens elanvändning är svårare att uttala sig om eftersom samtliga mätpunkter inte verkar vara kopplade till Energdialog.

Komforten i lägenheterna är de boende nöjda med. De upplever värmen som jämn i lägenheterna. Möjligheten att påverka användningen sträcker sig inte längre än till värmeanvändningen, eftersom de enbart kan justera sina termostater och tilluftsdon i nuläget. Satsningarna på energimedvetenhet i Trähuset har inte slagit fullt ut. De boende kände oftast inte till hur systemet var tänkt att fungera och hur de själva skulle kunna avläsa sin egen energianvändning. I miljöpärmarna som entreprenören tagit fram finns heller inte denna typ av information. Eftersom tankarna är väl förankrade under projekteringen om hur de boende ska bidra till låg energianvändning, borde det också vara en självklarhet att delge detta till dem som i själva verket bor i lägenheterna. Miljöpärmens syfte är bra men borde kunna utnyttjas bättre och till fler ändamål. Systemen är för tillfället under uppbyggnad för att göra varje boende både medveten och betalningsskyldig för sin individuella energianvändning. I Framtidsstaden har inte de boende någon som helst insyn i sin egen energianvändning. Många är däremot intresserade och vill gärna själva bidra till lägre energianvändning och betala för sin egen användning, men först bör en injustering av installationssystemen göras. Rekommendationer bör ges av Boverket just när golvvärmsystem ska användas för att komforten inte ska bli lidande.

Det visade sig att entreprenörerna i flera fall inte uppfyllde vad som angavs i LIP-ansökningarna. Fortsättningsvis bör uppföljningen från kommunens sida bli bättre, så att entreprenörerna verkligen genomför de satsningar som de erhållit medel för. Entreprenörerna måste informeras mer om deras skyldigheter att stå till tjänst med om uppföljningar ska vara möjliga att genomföra. Detta kan också underlätta genomförandet av framtida energideklarationer och införandet av de nya byggreglerna från Boverket. Tydligare krav från kommunens sida borde främja hela tanken kring låg energianvändning och ge morötter åt entreprenörerna att utföra ett så bra arbete som möjligt. Kommunen skulle också

³⁸ Annika Nilsson, *Energianvändning i nybyggda flerbostadshus på Bo01-området i Malmö*, LTH, 2003

kunna ge exempel på de goda energilösningarna till de som lyckas bäst i projekten och sprida kunskapen vidare som referensprojekt.

Genom tillräcklig isolering, välisolerade fönsterpartier och dörrar, lägre glasandel samt god lufttätethet kan energibehovet minska betydligt och sänka driftkostnaderna. Idag finns väl utvecklade bostäder som är självförsörjande på värme och värms av personerna, apparaturen, solinstrålning och värmen i frånluften återvinns i ventilationssystemet genom ett FTX-system. Därmed behövs inte behövs någon extern värmekälla och värmekostnaderna uteblir nästan. Endast en elpatron kopplas till tilluften när temperaturen blir alltför låg inomhus. Dessa typer av bostäder har fått benämningen passiva hus. Passiva hus har nyligen uppförts i Glumslöv och Lindås och visar goda resultat. Villor är mest beprövade, men passiva flerbostadshus har även utvecklats i Tyskland.

8 Fortsatt arbete

Tanken är att detta arbete samt Annika Nilsson licentiatavhandling ska ligga till grund för vidare analyser. Framöver ska orsakerna bakom avvikelserna i energianvändningen analyseras noggrannare genom Hans Bagge, ny tillsatt doktorand vid avdelningen för Byggnadsfysik, Lunds tekniska högskola. Det finns då tillfälle att gå in på en djupare nivå i varje fastighet och synliggöra hur installationssystemen fungerar tekniskt. På så sätt kan kunskap spridas i branschen om åtgärder som blir betydande för att nå högre energieffektivitet.

Efter denna studies genomförande förmodas att båda fastigheterna tillgodogör sig i hög grad av solinstrålning. I Annikas licentiatavhandling visade att Enorm överskattade solinstrålningens verkan. Detta kan bero på val av stomme, vilket bör analyseras vidare för byggnader med trästomme.

Många av fastigheterna har vidtagit åtgärder sedan start för att minska drag och öka komforten hos de boende. I vidare arbete föreslås att varje fastighets energianvändning uppdateras, eftersom det nu finns mer aktuellt dataunderlag. Framtidsstadens elanvändning var till exempel väldigt låg, vilket troligen beror på att en del av elanvändningen inte loggas i Energdialogen..

Kontrollen bör öka framöver från kommunens sida, så att entreprenörerna triggas till att bygga energieffektivt och energisnålt. Dels handlar det om att kräva mer information om beräkningar från entreprenörerna under projekteringen och dels om att bistå med goda referensprojekt så att inte hjulet uppfins flera gånger. Det bör tydliggöras för entreprenörerna om skyldigheten i kvalitetsprogrammen, även när fastigheterna färdigställts, så att lämpliga utvärderingar kan göras. Hittills leder Trähuset kampen om energieffektivitet, vilket borde belönas.

Bilagor

8.1 Enormberäkning Trähuset

***** Enorm 1000. Version 1.02. © 1996 Svensk Byggtjänst *****
Program 1118. Skanska Teknik AB

Objekt: Bo01. Malmö. Trähuset
Kanalhuset

Beräknat av VVS-gruppen, SKANSKA, 040-144000.
Indatafil: O:\3840\PROGRAM\VVS\WINENORM\WinTempo.en

Byggnadsort: Malmö 2000-05-10. Beräkning nr: 1143

BYGGNADSDATA	lägenhet	Trapphus	Källare	Totalt
Typ mht BBRs värmeisolerkrav	Fh-Lgh	Fh-Övr	Fh-Övr	----
Antal bostadslägenheter	17	268	477	762
Uppvärmd golvarea, Aupp, m ²	1376.6	268.3	477.4	2122.3
Fönsterarea i % av upp. area	15.39	14.80	2.33	12.37
Spec.läckn. vid 50 Pa, l/m ² ,s	0.800	0.800	0.800	0.800
Värmekapacitet, Wh/m ² ,K	150	150	150	150
Omslutande area, Aom, m ²	1554.2	398.2	693.2	2646

Inget krav på effektiv värmeanvändning för byggnaden enl BBR 9:3.

GLASAREOR OCH INSTRÅLNINGSDATA. SOLDATA FÖR MALMÖ

Riktning	lägenhet	Trapphus	Källare
Nord	4.2 (0.75; 0)	0.0 (0.75; 0)	0.3 (0.75; 0)
Ost	35.0 (0.75; 0)	27.8 (0.75; 0)	2.7 (0.75; 0)
Syd	3.2 (0.75; 0)	0.0 (0.75; 0)	0.3 (0.75; 0)
Väst	105.8 (0.75; 0)	0.0 (0.75; 0)	0.0 (0.00; 0)

Ovan redovisas: Glasarea i m² (Solfaktor * Avskärmning ; Lutning)

TRANSMISSIONSDATA	lägenhet		Trapphus		Källare	
	Area	Up	Area	Up	Area	Up
Byggnadsdel						
Vindsbjälklag	326.9	0.161	44.8	0.161	0.0	0.000
Vägg, jord (*)	0.0	0.000	21.6	0.295	236.3	0.925
Vägg, luft	792.7	0.195	172.1	0.195	0.0	0.000
Golvbjlg 1 (*)	0.0	0.000	90.5	0.420	271.8	0.420
Golvbjlg 2 (*)	117.5	0.233	0.0	0.000	0.0	0.000
Fönster m karm	211.8	1.300	39.7	1.300	11.1	1.300
Dörrar m karm	0.0	0.000	6.3	1.000	0.0	0.000
Yta 1, luft	105.3	0.225	23.2	0.237	60.0	0.237
Yta 2, luft	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000
Yta 3, jord (*)	0.0	0.000	0.0	0.000	114.0	0.202
(*) Red.faktor al = ?		0.75		0.75		0.00

U*A för köldbryggor, W/K	0.0	0.0	0.0
Totalt U*A, W/K	526.8	137.5	28.7

PROCESSENERGI	kWh/dygn: Vardagar	Lördag	Söndag	kWh/år
Behov av tappvarmvatten	151.72	151.72	151.72	55378
Gratisvärme (personvärme mm)	50.94	50.94	50.94	12172
Elprocesser som inte ger värme	46.07	46.07	46.07	16816
Elprocesser som ger värme	184.31	184.31	184.31	67273
Pumpar/fläktar för värmedistr.	----	----	----	2137
El till ventilation (Årsmedelbehov = 0.90 kW/m ² /s)				5856
Tillförd elenergi (drivenergi) till värmepumpsystemet				0

Basenergi: Fjärrvärmväxlare

Dist: Vattenradiatorer.Termostater i rum. Ingen effektstyrning

	Basenergi	Tillsats
Förbränningsverkningsgrad, %	100	0
Värmeförluster från panna e dyl, kW	0.523	0.000
Varav utnyttjat värmetillskott, kWh/år	2701	0
Värmedistributionsförluster, W/K (*)	66.510	0.000
Värmeregleringsförluster, W/K (*)	66.510	0.000
(*) /K avser temperaturdifferensen mellan värmebärare och rumsluft		
Produktionstimmar/Uppvärmningstimmar	8760/4248	0/ 0
Årsverkningsgrad/Täckningsgrad, %	91/100	0/ 0
Dim. framledningstemperatur 55°C. Distrib.pumpar/fläktar		0.503 kW

VENTILATIONSDATA	lägenhet	Trapphus	Källare
Typ av ventilation	F	F	F
Vent.volym, m ³ (Fukt, g/kg)	3304(0)	644(0)	1146(0)
Effekt, kW/m ³ /s (% värme)	0.900(0)	0.900(0)	0.900(0)
Luftläckning, m ³ /h(oms/h)	179.0(0.05)	45.9(0.07)	79.9(0.07)
Mån/fredag: Rumstemp, °C	20.0	15.0	18.0
Basflöde, m ³ /h * h/dygn	1734.5*24.0	338.1*24.0	601.5*24.0
Forcerat, m ³ /h * h/dygn	0.0* 0.0	0.0* 0.0	0.0* 0.0
Dygnsmedel m ³ /h(oms/h)	1734.5(0.52)	338.1(0.53)	601.5(0.52)
Lördagar: Rumstemp, °C	20.0	15.0	18.0
Basflöde, m ³ /h * h/dygn	1734.5*24.0	338.1*24.0	601.5*24.0
Forcerat, m ³ /h * h/dygn	0.0* 0.0	0.0* 0.0	0.0* 0.0
Dygnsmedel m ³ /h(oms/h)	1734.5(0.52)	338.1(0.53)	601.5(0.52)
Söndagar: Rumstemp, °C	20.0	15.0	18.0
Basflöde, m ³ /h * h/dygn	1734.5*24.0	338.1*24.0	601.5*24.0
Forcerat, m ³ /h * h/dygn	0.0* 0.0	0.0* 0.0	0.0* 0.0
Dygnsmedel m ³ /h(oms/h)	1734.5(0.52)	338.1(0.53)	601.5(0.52)

VÄRMEBEHOV UNDER KALENDERÅRET (kWh) Nr 1143 - Sid 3

Må- nad	Uppv dgr	Trans- mission	Vent.+ Läckn.	Vent.- v.växl	Utnyttj.värme Sol Process	Uppv.- behov	Uppv.+ tappvv	
Jan	31	11057	+15667	0	-1077	-8914=	16734	21437
Feb	28	9490	+13445	0	-2303	-8043=	12589	16837
Mar	31	8632	+12227	0	-4822	-8891=	7146	11850
Apr	12	6157	+8716	0	-7146	-7054=	673	5225
Maj	0	3658	+5170	0	-8104	-724=	0	4703
Jun	0	1555	+2134	0	-3690	0=	0	4552
Jul	0	931	+1166	0	-2097	0=	0	4703
Aug	0	1465	+1990	0	-3455	0=	0	4703
Sep	0	2946	+4160	0	-5725	-1380=	0	4552
Okt	14	5164	+7307	0	-3879	-7770=	822	5525
Nov	30	6949	+9840	0	-1745	-8621=	6424	10975
Dec	31	8801	+12466	0	-774	-8914=	11580	16283

År 177 66806 94289 0 -44817 -60310 55967 111345

Summor= 53164 75308 0 -14743 -52553 för uppv.period.
Uppvärmningsperiod: Utetemp= 1.505 °C, 72520°h (Året 95531°h).

TILLFÖRD ENERGI UNDER KALENDERÅRET (kWh)

Må- nad	Basenergi Nyttig	Tillsatsenergi Förlust	Drivel till VP	Fläkt /Pump	Köpt värme	Proc.+ hush.el	
Jan	21437	+2737	+0	+0	+872=	25046	7142
Feb	16837	+2306	+0	+0	+787=	19930	6451
Mar	11850	+1928	+0	+0	+872=	14650	7142
Apr	5225	+780	+0	+0	+626=	6631	6911
Maj	4703	+389	+0	+0	+497=	5590	7142
Jun	4552	+377	+0	+0	+481=	5409	6911
Jul	4703	+389	+0	+0	+497=	5590	7142
Aug	4703	+389	+0	+0	+497=	5590	7142
Sep	4552	+377	+0	+0	+481=	5409	6911
Okt	5525	+652	+0	+0	+666=	6843	7142
Nov	10975	+1398	+0	+0	+843=	13217	6911
Dec	16283	+1984	+0	+0	+872=	19139	7142

År 111345 13705 0 0 0 7993 133044 84089

Dim. värmeeffekter (DUT = -9.6 °C. Tidskonstant = 190 h)

Tappvarmvatten, om dygnets hela behov ackumuleras	6.32 kW
Transmission, ventilation och luftläckning	47.86 kW
Utnyttjad gratis-effekt	-11.98 kW
Förluster i värmesystemet	5.32 kW

Totalt effektbehov (dygnsmedeleffekt) 47.52 kW

Vid forc. ventilation ökar effektbehovet momentant med 0.00 kW, utöver den ovan redovisade dygnsmedeleffekten. Medeleffekten avgör avsvälning under en lång period med dimensionerande utetemperatur.

Den tappvarmvatteneffekt som redovisas är den effekt som krävs för att producera dygnets behov under 24 timmar. Verkligt installerad effekt måste väljas högre mht tappningscykel och beredarens volym.

Byggnadens behov av värmeenergi i kWh/år:	BBR-byggnad	Verklig byggnad
Transmissionsförluster och luftläckning (1)	84231	76307
Ventilationsförluster, styrd luftväxl. (2)	+84832	+84788
Återvunnen värmeenergi i FTX-aggregat (3)	+0	+0
Förluster i från- och tilluftskanaler (4)	+0	+0
Utnyttj. värmertilskott från processer (5)	-79456	-60310
D:o från sol. Ingår i Um för ref.byggn. (6)	+0	-44817
Behov av varmvatten vid tappställen (7)	+55379	+55378
Byggnadens nettobehov av värmeenergi (8)	144987	111345
Extra fläktenergi till FTX-aggregat (9)	-----	-651
Besparing med värmepump (10)	-----	0
Nettobehov enligt Boverkets handbok (11)	144987	110695

 * Nettovärmebehovet är 34292 kWh lägre än i ref.byggnaden. *
 * Byggnadens U-medelvärde, beräknat enl BBR är Um,akt = 0.181. *
 * Um,krav=0.277 W/m²,K. Högsta tillåtna Um,gräns=0.360 W/m²,K. *
 * Behov av värmeenergi och U-medelvärde uppfyller BBRs krav! *

Tillförd energi till värme- och ventilationssystemet i kWh/år:

Nettobehov av bas- och tillsatsenergi (12)	144987	111345
Värmedistributions- och regl.förluster (13)	+13138	+13705
Basenergi producerad med värmepump (14)	0	0
Tillförd drivel till värmepump (15)	+0	+0
Tillförd el till ventilationssystemet (16)	+6507	+5856
El till värmedistrib.fläktar/-pumpar (17)	+2813	+2137
Köpt energi till värme/ventilation (18)	167445	133044
Processer. Hushålls- och fastighetsel (19)	+84091	+84089
Nettobesparing av effektivare vitvaror (20)	+0	-12251
Byggnadens totala behov av köpt energi (21)	251535	204882
Totalt behov av köpt energi för verklig byggnad	kWh/år	kWh/m²
Fjärrvärmeväxlare	125051	59
Tillsatsenergi	0	0
Drivel till värmepump	0	0
El till fläktar och pumpar	7993	4
Processer. Hushålls- och fastighetsel	84089	40
Nettobesparing av effektivare vitvaror	-12251	-6
Summa för kalenderåret	204882	97

(*) BBR-byggnaden är en exakt kopia av den verkliga, förutom att:
 1. Om effektiv värmeanvändning krävs minskas ventilationsförlusterna med 50 % utan att elbehov ökas. Annars F-ventilation.
 2. Byggnadens U-värden är valda så att U-medelvärdet alltid blir exakt 0.277 (=Um,krav) beräknat enligt BBRs regler.
 3. Lufttätheten är 0,8 l/m²/s för bostäder och 1,6 för lokaler. Energi behov beräknas med metod enl. "Byggnaders värmeenergi behov"

REDOVISNING AV ENERGIKOSTNADER

Nr 1143 - Sid 5

Objekt: Bo01. Malmö. Trähuset
Kanalhuset

Beräknat 2000-05-10 av VVS-gruppen, SKANSKA, 040-144000
Indatafil: O:\3840\PROGRAM\VVS\WINENORM\WinTempo.en

Taxefördelningar	Taxa 1	Taxa 2	Taxa 3	Taxa 4	Taxa 5
Årsbehov, kWh	Priser i kr/kWh och energibehov i kWh/period				
Basenergi	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
kWh/år: 125051	0	0	0	0	0
Tillsatsenergi	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
kWh/år: 0	0	0	0	0	0
El till fläktar/pumpar	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
kWh/år: 7993	0	0	0	0	0
Drivel till värmepump	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
kWh/år: 0	0	0	0	0	0
Processer. Hush.el	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
kWh/år: 84089	0	0	0	0	0
Summa kWh:	0	0	0	0	0
Summa kr:	0	0	0	0	0

Valda energipriser	Taxa 1	Taxa 2	Taxa 3	Taxa 4	Taxa 5
Fom månad-tom månad	-----	-----	-----	-----	-----
Från Kl. till Kl.	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0
Dygn under veckan	Alla	Alla	Alla	Alla	Alla
(E) Elenergi	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(F) Fjärrvärme	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(L) Olja	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(B) Fastbränsle	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(G) Gas	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(1) Annat 1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(2) Annat 2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Energipris anges i kr/köpt kWh. (För bränslen kr/kWh värmeinhåll)

Rörliga energikostnader	kWh/år	kr/år
Fjärrvärmeväxlare	125051	0
Tillsatsenergi	0	0
Drivel till värmepump	0	0
El till fläktar och pumpar	7993	0
Processer. Hushålls- och fastighetsel	84089	0
Nettobesparing av effektivare vitvaror	-12251	0
Årssummor (Medelpris 0.00 kr/kWh)	204882	0

Beräkning av U_m ,krav enligt formler i BBR 9:211. Nr 1143 - Sid 6

Utrymme i byggnaden	lägenhet	Trapphus	Källare
18% av uppvärmd area	247.8	48.3	85.9
Fönster och dörrarea	211.8	46.0	11.1
Af= minsta av ovanstående	211.8	46.0	11.1
U_m ,krav = $0.18(0.24)+Af*0.95/Aom$	0.309	0.290	0.195
U_A ,krav = U_m ,krav*Aom	481.0	115.4	135.3

$$U_m,krav = U_A,krav/Aom = 731.7/2645.6 = 0.277 \text{ W/m}^2, K$$

Kontroll av byggnadens U-medelvärde enligt reglerna i BBR 9:2112.

Byggnads- del	Area (Ai) m ²							Ui	Ui * Ai
	Bostad	Lokal	(Up - a3)	* a1	* a2	= Ui			
Vindsbjlg	326.9	0.0	0.161	0.00	1.00	1.000	0.161	52.631	
Vägg,luft	792.7	0.0	0.195	0.00	1.00	1.000	0.195	154.576	
Golv,luft	117.5	0.0	0.233	0.00	0.75	1.000	0.175	20.533	
Fönster	211.8	0.0	1.300	0.68	1.00	1.000	0.615	130.310	
(Zonens fönsterprocent=15.386. Solavdrag multipliceras med 0.9749)									
Yta 1,luft	105.3	0.0	0.225	0.00	1.00	1.000	0.225	23.692	
Vindsbjlg	44.8	0.0	0.161	0.00	1.00	0.722	0.116	5.209	
Vägg,jord	21.6	0.0	0.295	0.00	0.75	0.722	0.160	3.451	
Vägg,luft	172.1	0.0	0.195	0.00	1.00	0.722	0.141	24.237	
Golv,jord	90.5	0.0	0.420	0.00	0.75	0.722	0.227	20.589	
Fönster	39.7	0.0	1.300	0.70	1.00	0.722	0.433	17.203	
Dörrar	6.3	0.0	1.000	0.00	1.00	0.722	0.722	4.550	
Yta 1,luft	23.2	0.0	0.237	0.00	1.00	0.722	0.171	3.971	
Vägg,jord	236.3	0.0	0.925	0.00	0.00	0.889	0.000	0.000	
Golv,jord	271.8	0.0	0.420	0.00	0.00	0.889	0.000	0.000	
Fönster	11.1	0.0	1.300	0.72	1.00	0.889	0.515	5.714	
Yta 1,luft	60.0	0.0	0.237	0.00	1.00	0.889	0.211	12.640	
Yta 3,jord	114.0	0.0	0.202	0.00	0.00	0.889	0.000	0.000	

$$Aom = 2645.6 + 0.0 = 2645.6 \quad \text{Summa}(U_i * A_i) \text{ i W/K} = 479.308$$

$$U_m,akt = \text{Summa}(U_i * A_i) / Aom = 479.308 / 2645.6 = 0.181 \text{ W/m}^2, K$$

Analys av vitvarors inverkan på energibehovet Nr 1143 - Sid 7

Data ur Nutek/KOVs skrift "Eloff Strömsnål" och Boverkets handbok "Eleffektivitet i byggnader"

Vitvaror i lägenheter				Elenergibehov i kWh/år		
				Verklig	Referens	Differens
Kylskåp: Bosch KDR 3700 (E)						
Antal	Kylvolym	Frysvolym	kWh/st			
17	364	0	131	2227	5015	2788
Kyl- och Svalskåp: Saknas						
Kyl- och Frysskåp: Saknas						
Frysskåp: Bosch GSS 3503 (E)						
Antal	Kylvolym	Frysvolym	kWh/st			
17	0	284	383	6511	11934	5423
Frysboxar: Saknas						
Diskmaskiner: Cyllinda 1474 (E)						
Antal			kWh/st			
17			250	4250	8500	4250
Tvättmaskiner: Electrolux WH 4555 T (E)						
Antal	kg/år	kWh/kg	kWh/st			
17	700	0.450	5355	5355	8330	2975
Torktumlare: Saknas						
Gemensam tvättstuga i flerbostadshus:						
Tvättmaskiner: Saknas						
Torktumlare: Saknas						
Ändring av elbehov, jämfört med ref.värden (+=besparing)						+15436
Ändring av utnyttjad gratisvärme från kyl/frys (80 % av el till kyl/frys utnyttjas under upp.v.per.)						-3185
Slutlig inverkan på byggnadens energibehov (+=besparing)						+12251

Objekt: Bo01. Malmö. Trähuset
 Radhuset

Beräknat av VVS-gruppen, SKANSKA, 040-144000.
 Indatafil: O:\3840\PROGRAM\VVS\WINENORM\WinTempo.en

Byggnadsort: Stockholm 2000-03-24. Beräkning nr: 1090

BYGGNADSDATA	lägenhet	Zon 2	Zon 3	Totalt
Typ mht BBRs värmeisolerkrav	Fh-Lgh	----	----	----
Antal bostadslägenheter	2	0	0	2
Uppvärmd golvarea, Aupp, m ²	245.0	0.0	0.0	245.0
Fönsterarea i % av upp. area	18.82	0.00	0.00	18.82
Spec.läckn. vid 50 Pa, l/m ² ,s	0.800	0.000	0.000	0.800
Värmekapacitet, Wh/m ² ,K	25	0	0	25
Omslutande area, Aom, m ²	488.0	0.0	0.0	488

Inget krav på effektiv värmeanvändning för byggnaden enl BBR 9:3.

GLASAREOR OCH INSTRÅLNINGSDATA. SOLDATA FÖR STOCKHOLM

Riktning	lägenhet	Zon 2	Zon 3
Nord	15.3 (0.75; 0)	0.0 (0.00; 0)	0.0 (0.00; 0)
Ost	0.0 (0.75; 0)	0.0 (0.00; 0)	0.0 (0.00; 0)
Syd	16.9 (0.75; 0)	0.0 (0.00; 0)	0.0 (0.00; 0)
Väst	0.0 (0.75; 0)	0.0 (0.00; 0)	0.0 (0.00; 0)

Ovan redovisas: Glasarea i m² (Solfaktor * Avskärmning ; Lutning)

TRANSMISSIONSDATA	lägenhet	Zon 2	Zon 3
Byggnadsdel	Area Up	Area Up	Area Up
Vindsbjälklag	133.5 0.161	0.0 0.000	0.0 0.000
Vägg,jord (*)	0.0 0.000	0.0 0.000	0.0 0.000
Vägg,luft	186.9 0.195	0.0 0.000	0.0 0.000
Golvbjlg 1 (*)	121.5 0.260	0.0 0.000	0.0 0.000
Golvbjlg 2 (*)	0.0 0.000	0.0 0.000	0.0 0.000
Fönster m karm	46.1 1.300	0.0 0.000	0.0 0.000
Dörrar m karm	0.0 0.000	0.0 0.000	0.0 0.000
Yta 1,luft	0.0 0.000	0.0 0.000	0.0 0.000
Yta 2,luft	0.0 0.000	0.0 0.000	0.0 0.000
Yta 3,jord (*)	0.0 0.000	0.0 0.000	0.0 0.000
(*) Red.faktor a1 =	0.75	0.00	0.00

U*A för köldbryggor, W/K	0.0	0.0	0.0
Totalt U*A, W/K	141.6	0.0	0.0

PROCESSENERGI	kWh/dygn: Vardagar	Lördag	Söndag	kWh/år
Behov av tappvarmvatten	21.95	21.95	21.95	8012
Gratisvärme (personvärme mm)	5.88	5.88	5.88	1560
Elprocesser som inte ger värme	5.36	5.36	5.36	1956
Elprocesser som ger värme	21.46	21.46	21.46	7833
Pumpar/fläktar för värmedistr.	----	----	----	568
El till ventilation (Årsmedelbehov = 0.90 kW/m ³ /s)				676
Tillförd elenergi (drivenergi) till värmepumpsystemet				0

DRIFTDATA FÖR VÄRMEANLÄGGNINGEN.

Nr 1090 - Sid 2

Basenergi: Fjärrvärmväxlare

Dist: Vattenradiatorer. Termostater i rum. Ingen effektstyrning

	Basenergi	Tillsats
Förbränningsverkningsgrad, %	100	0
Värmeförluster från panna e dyl, kW	0.129	0.000
Varav utnyttjat värmetillskott, kWh/år	737	0
Värmedistributionsförluster, W/K (*)	7.350	0.000
Värmeruleringsförluster, W/K (*)	7.350	0.000
(*) /K avser temperaturdifferensen mellan värmebärare och rumsluft		
Produktionstimmar/Uppvärmningstimmar	8760/5208	0/ 0
Årsverkningsgrad/Täckningsgrad, %	94/100	0/ 0
Dim. framledningstemperatur 55°C. Distrib.pumpar/fläktar		0.109 kW

VENTILATIONSDATA	lägenhet	Zon 2	Zon 3
Typ av ventilation	F	-----	-----
Vent.volym, m ³ (Fukt, g/kg)	588(0)	0(0)	0(0)
Effekt, kW/m ³ /s (% värme)	0.900(0)	0.000(0)	0.000(0)
Luftläckning, m ³ /h(oms/h)	56.2(0.10)	0.0(0.00)	0.0(0.00)
Mån/fredag: Rumstemp, °C	20.0	0.0	0.0
Basflöde, m ³ /h * h/dygn	308.7*24.0	0.0* 0.0	0.0* 0.0
Forcerat, m ³ /h * h/dygn	0.0* 0.0	0.0* 0.0	0.0* 0.0
Dygnsmedel m ³ /h(oms/h)	308.7(0.53)	0.0(0.00)	0.0(0.00)
Lördagar: Rumstemp, °C	20.0	0.0	0.0
Basflöde, m ³ /h * h/dygn	308.7*24.0	0.0* 0.0	0.0* 0.0
Forcerat, m ³ /h * h/dygn	0.0* 0.0	0.0* 0.0	0.0* 0.0
Dygnsmedel m ³ /h(oms/h)	308.7(0.53)	0.0(0.00)	0.0(0.00)
Söndagar: Rumstemp, °C	20.0	0.0	0.0
Basflöde, m ³ /h * h/dygn	308.7*24.0	0.0* 0.0	0.0* 0.0
Forcerat, m ³ /h * h/dygn	0.0* 0.0	0.0* 0.0	0.0* 0.0
Dygnsmedel m ³ /h(oms/h)	308.7(0.53)	0.0(0.00)	0.0(0.00)

VÄRMEBEHOV UNDER KALENDERÅRET (kWh)

Nr 1090 - Sid 3

Må- nad	Uppv dgr	Trans- mission	Vent.+ Läckn.	Vent.- v.växl	Utnyttj.värme Sol Process	Uppv.- behov	Uppv.+ tappvv	
Jan	31	2800	+2382	0	-452	-1124=	3606	4287
Feb	28	2347	+1996	0	-535	-1012=	2796	3411
Mar	31	2071	+1762	0	-809	-1104=	1921	2601
Apr	30	1500	+1276	0	-1019	-1030=	726	1385
Maj	3	928	+790	0	-1243	-470=	5	685
Jun	0	418	+356	0	-773	0=	0	659
Jul	0	240	+204	0	-444	0=	0	680
Aug	0	393	+334	0	-727	0=	0	680
Sep	2	762	+648	0	-931	-477=	2	661
Okt	31	1274	+1084	0	-719	-1031=	609	1289
Nov	30	1682	+1431	0	-504	-1050=	1558	2216
Dec	31	2110	+1795	0	-423	-1107=	2375	3055

År 217 16525 14057 0 -8578 -8406 13599 21610

Summor= 14670 12480 0 -4628 -7840 för uppv.period.
Uppvärmningsperiod: Utetemp= 0.654 °C, 98657°h (Året 116732°h).

TILLFÖRD ENERGI UNDER KALENDERÅRET (kWh)

Må- nad	Basenergi Nyttig	Tillsatsenergi Förlust	Drivel till VP	Fläkt /Pump	Köpt värme	Proc.+ hush.el	
Jan	4287	+325	+0	+0	+139=	4751	831
Feb	3411	+273	+0	+0	+125=	3808	751
Mar	2601	+240	+0	+0	+139=	2980	831
Apr	1385	+174	+0	+0	+134=	1693	805
Maj	685	+100	+0	+0	+65=	851	831
Jun	659	+93	+0	+0	+56=	807	805
Jul	680	+96	+0	+0	+57=	834	831
Aug	680	+96	+0	+0	+57=	834	831
Sep	661	+94	+0	+0	+61=	816	805
Okt	1289	+147	+0	+0	+139=	1575	831
Nov	2216	+195	+0	+0	+134=	2545	805
Dec	3055	+245	+0	+0	+139=	3439	831

År 21610 2078 0 0 0 1244 24932 9789

Dim. värmeeffekter (DUT = -19.1 °C. Tidskonstant = 23 h)

Tappvarmvatten, om dygnets hela behov ackumuleras	0.91 kW
Transmission, ventilation och luftläckning	10.24 kW
Utnyttjad gratis-effekt	-1.53 kW
Förluster i värmesystemet	0.64 kW

Totalt effektbehov (dygnsmedeleffekt) 10.27 kW

Vid forc. ventilation ökar effektbehovet momentant med 0.00 kW, utöver den ovan redovisade dygnsmedeleffekten. Medeleffekten avgör avsvälning under en lång period med dimensionerande utetemperatur.

Den tappvarmvatteneffekt som redovisas är den effekt som krävs för att producera dygnets behov under 24 timmar. Verkligt installerad effekt måste väljas högre mht tappningscykel och beredarens volym.

JÄMFÖRELSE MED BBRs REFERENSBYGGNAD (*)

Nr 1090 - Sid 4

Byggnadens behov av värmeenergi i kWh/år:	BBR-byggnad	Verklig byggnad
Transmissionsförluster och luftläckning (1)	17400	18690
Ventilationsförluster, styrd luftväxl. (2)	+11892	+11892
Återvunnen värmeenergi i FTX-aggregat (3)	+0	+0
Förluster i från- och tillluftskanaler (4)	+0	+0
Utnyttj. värmestillskott från processer (5)	-11190	-8406
D:o från sol. Ingår i Um för ref.byggn. (6)	+0	-8578
Behov av varmvatten vid tappställen (7)	+8010	+8012
Byggnadens nettobehov av värmeenergi (8)	26112	21610
Extra fläktenergi till FTX-aggregat (9)	-----	-75
Besparing med värmepump (10)	-----	0
Nettobehov enligt Boverkets handbok (11)	26112	21535

* Nettovärmebehovet är 4576 kWh lägre än i ref.byggnaden. *		
* Byggnadens U-medelvärde, beräknat enl BBR är Um,akt = 0.228. *		
* Um,krav=0.266 W/m²,K. Högsta tillåtna Um,gräns=0.346 W/m²,K. *		
* Behov av värmeenergi och U-medelvärde uppfyller BBRs krav! *		

Tillförd energi till värme- och ventilationssystemet i kWh/år:		
Nettobehov av bas- och tillsatsenergi (12)	26112	21610
Värmedistributions- och regl.förluster (13)	+2219	+2078
Basenergi producerad med värmepump (14)	0	0
Tillförd drivel till värmepump (15)	+0	+0
Tillförd el till ventilationssystemet (16)	+751	+676
El till värmedistrib.fläktar/-pumpar (17)	+696	+568
Köpt energi till värme/ventilation (18)	29777	24932
Processer. Hushålls- och fastighetsel (19)	+9790	+9789
Nettobesparing av effektivare vitvaror (20)	+0	-2327
Byggnadens totala behov av köpt energi (21)	39567	32395
Totalt behov av köpt energi för verklig byggnad	kWh/år	kWh/m²
Fjärrvärmeväxlare	23689	97
Tillsatsenergi	0	0
Drivel till värmepump	0	0
El till fläktar och pumpar	1244	5
Processer. Hushålls- och fastighetsel	9789	40
Nettobesparing av effektivare vitvaror	-2327	-9
Summa för kalenderåret	32395	132

- (*) BBR-byggnaden är en exakt kopia av den verkliga, förutom att:
1. Om effektiv värmeanvändning krävs minskas ventilationsförlusterna med 50 % utan att elbehov ökas. Annars F-ventilation.
 2. Byggnadens U-värden är valda så att U-medelvärdet alltid blir exakt 0.266 (=Um,krav) beräknat enligt BBRs regler.
 3. Lufttätheten är 0,8 l/m²/s för bostäder och 1,6 för lokaler. Energibehov beräknas med metod enl. "Byggnaders värmeenergibehov"

Objekt: Bo01. Malmö. Trähuset
Radhuset

Beräknat 2000-03-24 av VVS-gruppen, SKANSKA, 040-144000
Indatafil: O:\3840\PROGRAM\VVS\WINENORM\WinTempo.en

Taxefördelningar	Taxa 1	Taxa 2	Taxa 3	Taxa 4	Taxa 5
Årsbehov, kWh	Priser i kr/kWh och energibehov i kWh/period				
Basenergi	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
kWh/år: 23689	0	0	0	0	0
Tillsatsenergi	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
kWh/år: 0	0	0	0	0	0
El till fläktar/pumpar	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
kWh/år: 1244	0	0	0	0	0
Drivel till värmepump	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
kWh/år: 0	0	0	0	0	0
Processer. Hush.el	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
kWh/år: 9789	0	0	0	0	0
Summa kWh:	0	0	0	0	0
Summa kr:	0	0	0	0	0

Valda energipriser	Taxa 1	Taxa 2	Taxa 3	Taxa 4	Taxa 5
Fom månad-tom månad	-----	-----	-----	-----	-----
Från Kl. till Kl.	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0
Dygn under veckan	Alla	Alla	Alla	Alla	Alla
(E) Elenergi	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(F) Fjärrvärme	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(L) Olja	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(B) Fastbränsle	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(G) Gas	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(1) Annat 1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(2) Annat 2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Energipris anges i kr/köpt kWh. (För bränslen kr/kWh värmeinhåll)

Rörliga energikostnader	kWh/år	kr/år
Fjärrvärmeväxlare	23689	0
Tillsatsenergi	0	0
Drivel till värmepump	0	0
El till fläktar och pumpar	1244	0
Processer. Hushålls- och fastighetsel	9789	0
Nettobesparing av effektivare vitvaror	-2327	0
Årssummor (Medelpris 0.00 kr/kWh)	32395	0

Beräkning av U_m ,krav enligt formler i BBR 9:211. Nr 1090 - Sid 6

Utrymme i byggnaden	lägenhet	Zon 2	Zon 3
18% av uppvärmd area	44.1	0.0	0.0
Fönster och dörrarea	46.1	0.0	0.0
Af= minsta av ovanstående	44.1	0.0	0.0
U_m ,krav = $0.18(0.24)+Af*0.95/Aom$	0.266	0.000	0.000
U_A ,krav = U_m ,krav*Aom	129.7	0.0	0.0

$$U_m,krav = U_A,krav/Aom = 129.7/488.0 = 0.266 \text{ W/m}^2, K$$

Kontroll av byggnadens U-medelvärde enligt reglerna i BBR 9:2112.

Byggnads- del	Area (Ai) m ²						= Ui	Ui * Ai
	Bostad	Lokal	(Up - a3)	* a1	* a2			
Vindsbjlg	133.5	0.0	0.161	0.00	1.00	1.000	0.161	21.493
Vägg,luft	186.9	0.0	0.195	0.00	1.00	1.000	0.195	36.445
Golv,jord	121.5	0.0	0.260	0.00	0.75	1.000	0.195	23.692
Fönster	46.1	0.0	1.300	0.65	1.00	1.000	0.646	29.797
(Zonens fönsterprocent=18.816. Solavdrag multipliceras med 0.7972)								
Aom =	488.0+	0.0=	488.0	Summa(Ui*Ai) i W/K =			111.428	
U_m ,akt =	Summa(Ui*Ai)/Aom =		111.428/	488.0 =		0.228 W/m ² , K		

Data ur Nutek/KOVs skrift "Eloff Strömanål" och Boverkets handbok "Eleffektivitet i byggnader"

Vitvaror i lägenheter				Elenergibehov i kWh/år		
				Verklig	Referens	Differens
Kylskåp: Saknas						
Kyl- och Svalskåp: Elektro Helios KL 301-3 (E)						
Antal	Kylvolym	Frysvolym	kWh/st			
2	288	0	128	256	576	320
Kyl- och Frysskåp: Saknas						
Frysskåp: Cylinda EF 180 (E)						
Antal	Kylvolym	Frysvolym	kWh/st			
2	0	167	252	504	864	360
Frysboxar: Saknas						
Diskmaskiner: Cylinda 1474 (E)						
Antal			kWh/st			
2			250	500	1000	500
Tvättmaskiner: Electrolux WH 4555 T (E)						
Antal	kg/år	kWh/kg	kWh/st			
2	700	0.450	630	630	980	350
Torktumlare: Bosch WTL 4613 (E)						
Antal	kg/år	kWh/kg	kWh/st			
8	700	0.800	4480	4480	5600	1120
Gemensam tvättstuga i flerbostadshus:						
Tvättmaskiner: Saknas						
Torktumlare: Saknas						
Ändring av elbehov, jämfört med ref.värden (+ = besparing)						+2650
Ändring av utnyttjad gratisvärme från kyl/frys (80 % av el till kyl/frys utnyttjas under upp.v.per.)						-323
Slutlig inverkan på byggnadens energibehov (+ = besparing)						+2327

***** Enorm 1000. Version 1.02. © 1996 Svensk Byggtjänst *****
 Program 1118. Skanska Teknik AB

Objekt: B001. Malmö. Trähuset
 Engelska radhuset

Beräknat av VVS-gruppen, SKANSKA, 040-144000.
 Indatafil: O:\3840\PROGRAM\VVS\WINENORM\WinTempo.en

Byggnadsort: Malmö 2000-03-25. Beräkning nr: 1098

BYGGNADSDATA	lägenhet	Zon 2	Zon 3	Totalt
Typ mht BBRs värmeisolerkrav	Fh-Lgh	----	----	----
Antal bostadslägenheter	5	0	0	5
Uppvärmd golvarea, Aupp, m ²	640.7	0.0	0.0	640.7
Fönsterarea i % av uppv. area	18.96	0.00	0.00	18.96
Spec.läckn. vid 50 Pa, l/m ² ,s	0.800	0.000	0.000	0.800
Värme kapacitet, Wh/m ² ,K	25	0	0	25
Omslutande area, Aom, m ²	1084.4	0.0	0.0	1084

Inget krav på effektiv värmeanvändning för byggnaden enl BBR 9:3.

GLASAREOR OCH INSTRÅLNINGSDATA. SOLDATA FÖR MALMÖ

Riktning	lägenhet	Zon 2	Zon 3
Nord	10.9 (0.75; 0)	0.0 (0.00; 0)	0.0 (0.00; 0)
Ost	36.9 (0.75; 0)	0.0 (0.00; 0)	0.0 (0.00; 0)
Syd	0.0 (0.75; 0)	0.0 (0.00; 0)	0.0 (0.00; 0)
Väst	37.2 (0.75; 0)	0.0 (0.00; 0)	0.0 (0.00; 0)

Ovan redovisas: Glasarea i m² (Solfaktor * Avskärning ; Lutning)

TRANSMISSIONSDATA	lägenhet		Zon 2		Zon 3	
Byggnadsdel	Area	Up	Area	Up	Area	Up
Vindsbjälklag	198.5	0.161	0.0	0.000	0.0	0.000
Vägg,jord (*)	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000
Vägg,luft	411.6	0.195	0.0	0.000	0.0	0.000
Golvbjlg 1 (*)	202.2	0.260	0.0	0.000	0.0	0.000
Golvbjlg 2 (*)	58.1	0.233	0.0	0.000	0.0	0.000
Fönster m karm	121.5	1.300	0.0	0.000	0.0	0.000
Dörrar m karm	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000
Yta 1,luft	92.5	0.225	0.0	0.000	0.0	0.000
Yta 2,luft	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000
Yta 3,jord (*)	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000
(*) Red.faktor al =		0.75		0.00		0.00

U*A för köldbryggor, W/K	0.0	0.0	0.0
Totalt U*A, W/K	340.6	0.0	0.0

PROCESSENERGI	kWh/dygn: Vardagar	Lördag	Söndag	kWh/år
Behov av tappvarmvatten	56.25	56.25	56.25	20531
Gratisvärme (personvärme mm)	15.38	15.38	15.38	3716
Elprocesser som inte ger värme	13.75	13.75	13.75	5019
Elprocesser som ger värme	55.00	55.00	55.00	20075
Pumpar/fläktar för värmedistr.	----	----	----	884
El till ventilation (Årsmedelbehov = 0.90 kW/m ² /s)				1768
Tillförd elenergi (drivenergi) till värmepumpsystemet				0

Basenergi: Fjärrvärmväxlare

Dist: Vattenradiatorer.Termostater i rum. Ingen effektstyrning

	Basenergi	Tillsats
Förbränningsverkningsgrad, %	100	0
Värmeförluster från panna e dyl, kW	0.208	0.000
Varav utnyttjat värmetillskott, kWh/år	1105	0
Värmedistributionsförluster, W/K (*)	19.221	0.000
Värmeregeringsförluster, W/K (*)	19.221	0.000
(*) /K avser temperaturdifferensen mellan värmebärare och rumsluft		
Produktionstimmar/Uppvärmningstimmar	8760/4704	0/ 0
Årsverkningsgrad/Täckningsgrad, %	94/100	0/ 0
Dim. framledningstemperatur 55°C. Distrib.pumpar/fläktar		0.188 kW

VENTILATIONSDATA	lägenhet	Zon 2	Zon 3
Typ av ventilation	F	-----	-----
Vent.volym,m ³ (Fukt,g/kg)	1538(0)	0(0)	0(0)
Effekt,kW/m ² /s (% värme)	0.900(0)	0.000(0)	0.000(0)
Luftläckning,m ³ /h(oms/h)	124.9(0.08)	0.0(0.00)	0.0(0.00)
Mån/fredag: Rumstemp, °C	20.0	0.0	0.0
Basflöde,m ³ /h * h/dygn	807.3*24.0	0.0* 0.0	0.0* 0.0
Forcerat,m ³ /h * h/dygn	0.0* 0.0	0.0* 0.0	0.0* 0.0
Dygnsmedel m ³ /h(oms/h)	807.3(0.52)	0.0(0.00)	0.0(0.00)
Lördagar: Rumstemp, °C	20.0	0.0	0.0
Basflöde,m ³ /h * h/dygn	807.3*24.0	0.0* 0.0	0.0* 0.0
Forcerat,m ³ /h * h/dygn	0.0* 0.0	0.0* 0.0	0.0* 0.0
Dygnsmedel m ³ /h(oms/h)	807.3(0.52)	0.0(0.00)	0.0(0.00)
Söndagar: Rumstemp, °C	20.0	0.0	0.0
Basflöde,m ³ /h * h/dygn	807.3*24.0	0.0* 0.0	0.0* 0.0
Forcerat,m ³ /h * h/dygn	0.0* 0.0	0.0* 0.0	0.0* 0.0
Dygnsmedel m ³ /h(oms/h)	807.3(0.52)	0.0(0.00)	0.0(0.00)

VÄRMEBEHOV UNDER KALENDERÅRET (kWh) Nr 1098 - Sid 3

Må-nad	Uppv dgr	Trans-mission	Vent.+ Läckn.	Vent.- v.växl	Utnyttj.värme Sol	Process	Uppv.- behov	Uppv.+ tappvv
Jan	31	6053	+5468	0	-469	-2740=	8312	10056
Feb	28	5065	+4576	0	-1022	-2466=	6153	7728
Mar	31	4464	+4033	0	-2153	-2684=	3660	5404
Apr	19	3241	+2927	0	-3198	-2290=	679	2367
Maj	0	2019	+1824	0	-3609	-234=	0	1744
Jun	0	926	+837	0	-1763	0=	0	1688
Jul	0	546	+493	0	-1039	0=	0	1744
Aug	0	874	+789	0	-1663	0=	0	1744
Sep	0	1662	+1501	0	-2587	-576=	0	1688
Okt	26	2760	+2493	0	-1729	-2460=	1064	2807
Nov	30	3630	+3279	0	-770	-2551=	3588	5275
Dec	31	4547	+4108	0	-333	-2694=	5628	7372

År 196 35789 32328 0 -20336 -18696 29084 49615

Summor= 29948 27052 0 -8025 -17379 för uppv.period.
Uppvärmningsperiod: Utetemp= 1.918 °C, 83232°h (Året 105086°h).

TILLFÖRD ENERGI UNDER KALENDERÅRET (kWh)

Må-nad	Basenergi Nyttig	Tillsatsenergi Förlust	Drivel till VP	Fläkt /Pump	Köpt värme	Proc.+ hush.el
Jan	10056	+762	+0	+0	+290=	11108
Feb	7728	+633	+0	+0	+262=	8623
Mar	5404	+545	+0	+0	+290=	6239
Apr	2367	+316	+0	+0	+231=	2914
Maj	1744	+155	+0	+0	+150=	2049
Jun	1688	+150	+0	+0	+145=	1983
Jul	1744	+155	+0	+0	+150=	2049
Aug	1744	+155	+0	+0	+150=	2049
Sep	1688	+150	+0	+0	+145=	1983
Okt	2807	+298	+0	+0	+267=	3373
Nov	5275	+434	+0	+0	+281=	5990
Dec	7372	+557	+0	+0	+290=	8218

År 49615 4309 0 0 0 2652 56576 25094

Dim. värmeeffekter (DUT = -15.3 °C. Tidskonstant = 25 h)

Tappvarmvatten, om dygnets hela behov ackumuleras	2.34 kW
Transmission, ventilation och luftläckning	22.90 kW
Utnyttjad gratis-effekt	-3.74 kW
Förluster i värmesystemet	1.55 kW

Totalt effektbehov (dygnsmedeleffekt) 23.06 kW

Vid forc. ventilation ökar effektbehovet momentant med 0.00 kW, utöver den ovan redovisade dygnsmedeleffekten. Medeleffekten avgör avsvänning under en lång period med dimensionerande utetemperatur.

Den tappvarmvatteneffekt som redovisas är den effekt som krävs för att producera dygnets behov under 24 timmar. Verkligt installerad effekt måste väljas högre mht tappningscykel och beredarens volym.

Byggnadens behov av värmeenergi i kWh/år:	BBR- byggnad	Verklig byggnad
Transmissionsförluster och luftläckning (1)	36538	40121
Ventilationsförluster, styrd luftväxl. (2)	+27996	+27996
Återvunnen värmeenergi i FTX-aggregat (3)	+0	+0
Förluster i från- och tilluftskanaler (4)	+0	+0
Utnyttj. värmertilskott från processer (5)	-26918	-18696
D:o från sol. Ingår i Um för ref.byggn. (6)	+0	-20336
Behov av varmvatten vid tappställen (7)	+20533	+20531
Byggnadens nettobehov av värmeenergi (8)	58148	49615
Extra fläktenergi till FTX-aggregat (9)	-----	-196
Besparing med värmepump (10)	-----	0
Nettobehov enligt Boverkets handbok (11)	58148	49419

 * Nettovärmebehovet är 8729 kWh lägre än i ref.byggnaden. *
 * Byggnadens U-medelvärde, beräknat enl BBR är Um,akt = 0.255. *
 * Um,krav=0.281 W/m²,K. Högsta tillåtna Um,gräns=0.365 W/m²,K. *
 * Behov av värmeenergi och U-medelvärde uppfyller BBRs krav! *

Tillförd energi till värme- och ventilationssystemet i kWh/år:

Nettobehov av bas- och tillsatsenergi (12)	58148	49615
Värmedistributions- och regl.förluster (13)	+4541	+4309
Basenergi producerad med värmepump (14)	0	0
Tillförd drivel till värmepump (15)	+0	+0
Tillförd el till ventilationssystemet (16)	+1964	+1768
El till värmedistrib.fläktar/-pumpar (17)	+1169	+884
Köpt energi till värme/ventilation (18)	65822	56576
Processer. Hushålls- och fastighetsel (19)	+25095	+25094
Nettobesparing av effektivare vitvaror (20)	+0	-3095
Byggnadens totala behov av köpt energi (21)	90918	78575

Totalt behov av köpt energi för verklig byggnad	kWh/år	kWh/m²
Fjärrvärmeväxlare	53924	84
Tillsatsenergi	0	0
Drivel till värmepump	0	0
El till fläktar och pumpar	24651	4
Processer. Hushålls- och fastighetsel	25094	39
Nettobesparing av effektivare vitvaror	-3095	-5
Summa för kalenderåret	78575	123

(*) BBR-byggnaden är en exakt kopia av den verkliga, förutom att:
 1. Om effektiv värmeanvändning krävs minskas ventilationsförlusterna med 50 % utan att elbehov ökas. Annars F-ventilation.
 2. Byggnadens U-värden är valda så att U-medelvärdet alltid blir exakt 0.281 (=Um,krav) beräknat enligt BBRs regler.
 3. Lufttätheten är 0,8 l/m²/s för bostäder och 1,6 för lokaler.
 Energibehov beräknas med metod enl. "Byggnaders värmeenergibehov"

REDOVISNING AV ENERGIKOSTNADER

Nr 1098 - Sid 5

Objekt: Bo01. Malmö. Trähuset
Engelska radhuset

Beräknat 2000-03-25 av VVS-gruppen, SKANSKA, 040-144000
Indatafil: O:\3840\PROGRAM\VVS\WINENORM\WinTempo.en

Taxefördelningar	Taxa 1	Taxa 2	Taxa 3	Taxa 4	Taxa 5
Årsbehov, kWh	Priser i kr/kWh och energibehov i kWh/period				
Basenergi	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
kWh/år: 53924	0	0	0	0	0
Tillsatsenergi	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
kWh/år: 0	0	0	0	0	0
El till fläktar/pumpar	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
kWh/år: 2652	0	0	0	0	0
Drivel till värmepump	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
kWh/år: 0	0	0	0	0	0
Processer. Hush.el	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
kWh/år: 25094	0	0	0	0	0
Summa kWh:	0	0	0	0	0
Summa kr:	0	0	0	0	0

Valda energipriser	Taxa 1	Taxa 2	Taxa 3	Taxa 4	Taxa 5
Från månad-tom månad	-----	-----	-----	-----	-----
Från Kl. till Kl.	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0
Dygn under veckan	Alla	Alla	Alla	Alla	Alla
(E) Elenergi	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(F) Fjärrvärme	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(L) Olja	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(B) Fastbränsle	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(G) Gas	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(1) Annat 1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(2) Annat 2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Energipris anges i kr/köpt kWh. (För bränslen kr/kWh värmeinhåll)

Rörliga energikostnader	kWh/år	kr/år
Fjärrvärmväxlare	53924	0
Tillsatsenergi	0	0
Drivel till värmepump	0	0
El till fläktar och pumpar	2652	0
Processer. Hushålls- och fastighetsel	25094	0
Nettobesparing av effektivare vitvaror	-3095	0
Årssummor (Medelpris 0.00 kr/kWh)	78575	0

Beräkning av $U_{m,krav}$ enligt formler i BBR 9:211. Nr 1098 - Sid 6

Utrymme i byggnaden	lägenhet	Zon 2	Zon 3
18% av uppvärmd area	115.3	0.0	0.0
Fönster och dörrarea	121.5	0.0	0.0
Af= minsta av ovanstående	115.3	0.0	0.0
$U_{m,krav} = 0.18(0.24) + Af * 0.95 / A_{om}$	0.281	0.000	0.000
$U_{A,krav} = U_{m,krav} * A_{om}$	304.8	0.0	0.0

$$U_{m,krav} = U_{A,krav} / A_{om} = 304.8 / 1084.4 = 0.281 \text{ W/m}^2, K$$

Kontroll av byggnadens U-medelvärde enligt reglerna i BBR 9:2112.

Byggnads- del	Area (Ai) m ²		(Up - a3) * a1 * a2 = Ui				Ui * Ai	
	Bostad	Lokal						
Vindsbjlg	198.5	0.0	0.161	0.00	1.00	1.000	0.161	31.958
Vägg, luft	411.6	0.0	0.195	0.00	1.00	1.000	0.195	80.262
Golv, jord	202.2	0.0	0.260	0.00	0.75	1.000	0.195	39.429
Golv, luft	58.1	0.0	0.233	0.00	0.75	1.000	0.175	10.153
Fönster	121.5	0.0	1.300	0.52	1.00	1.000	0.777	94.378
(Zonens fönsterprocent=18.964. Solavdrag multipliceras med 0.7910)								
Yta 1, luft	92.5	0.0	0.225	0.00	1.00	1.000	0.225	20.813

$$A_{om} = 1084.4 + 0.0 = 1084.4 \quad \text{Summa}(U_i * A_i) \text{ i W/K} = 276.993$$

$$U_{m,akt} = \text{Summa}(U_i * A_i) / A_{om} = 276.993 / 1084.4 = 0.255 \text{ W/m}^2, K$$

Analys av vitvarors inverkan på energibehovet

Nr 1098 - Sid 7

Data ur Nutek/KOVs skrift "Eloff Strömsnål" och Boverkets handbok "Eleffektivitet i byggnader"

Vitvaror i lägenheter	Elenergibehov i kWh/år		
	Verklig	Referens	Differens
Kylskåp: Saknas			
Kyl- och Svålskåp: Elektro Helios KL 301-3 (E)			
Antal Kylvolym Frysvolym kWh/st			
5 288 0 128	640	1440	800
Kyl- och Frysskåp: Saknas			
Frysskåp: Cylinda EF 180 (E)			
Antal Kylvolym Frysvolym kWh/st			
5 0 167 252	1260	2160	900
Frysboxar: Saknas			
Diskmaskiner: Cylinda 1474 (E)			
Antal kWh/st			
5 250	1250	2500	1250
Tvättmaskiner: Electrolux WH 4555 T (E)			
Antal kg/år kWh/kg kWh/st			
5 700 0.450 1575	1575	2450	875
Torktumlare: Saknas			
Gemensam tvättstuga i flerbostadshus:			
Tvättmaskiner: Saknas			
Torktumlare: Saknas			
Ändring av elbehov, jämfört med ref.värden (+=besparing)		+3825	
Ändring av utnyttjad gratisvärme från kyl/frys (80 % av el till kyl/frys utnyttjas under upp.v.per.)		-730	
Slutlig inverkan på byggnadens energibehov (+=besparing)		+3095	

Objekt: Bo01. Malmö. Trähuset
 Punkthuset

Beräknat av VVS-gruppen, SKANSKA, 040-144000.
 Indatafil: O:\3840\PROGRAM\VVS\WINENORM\WinTempo.en

Byggnadsort: Malmö 2000-03-25. Beräkning nr: 1100

BYGGNADSDATA	lägenhet	Trapphus	Zon 3	Totalt
Typ mht BBRs värmeisolerkrav	Fh-Lgh	Fh-Övr	----	----
Antal bostadslägenheter	7	0	0	7
Uppvärmd golvarea, Aupp, m ²	452.3	85.5	0.0	537.8
Fönsterarea i % av upp.v. area	20.61	8.65	0.00	18.71
Spec.läckn. vid 50 Pa, l/m ² ,s	0.800	0.800	0.000	0.800
Värmekapacitet, Wh/m ² ,K	150	150	0	150
Omslutande area, Aom, m ²	598.6	140.3	0.0	739

Inget krav på effektiv värmeanvändning för byggnaden enl BBR 9:3.

GLASAREOR OCH INSTRÅLNINGSDATA. SOLDATA FÖR MALMÖ

Riktning	lägenhet	Trapphus	Zon 3
Nord	0.0 (0.75; 0)	2.9 (0.75; 0)	0.0 (0.00; 0)
Ost	13.9 (0.75; 0)	2.2 (0.75; 0)	0.0 (0.00; 0)
Syd	30.2 (0.75; 0)	0.0 (0.00; 0)	0.0 (0.00; 0)
Väst	21.1 (0.75; 0)	0.0 (0.00; 0)	0.0 (0.00; 0)

Ovan redovisas: Glasarea i m² (Solfaktor * Avskärmning ; Lutning)

TRANSMISSIONSDATA	lägenhet		Trapphus		Zon 3	
	Area	Up	Area	Up	Area	Up
Vindsbjälklag	96.1	0.161	21.4	0.161	0.0	0.000
Vägg,jord (*)	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000
Vägg,luft	252.8	0.195	90.1	0.195	0.0	0.000
Golvbjlg 1 (*)	126.9	0.260	21.4	0.260	0.0	0.000
Golvbjlg 2 (*)	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000
Fönster m karm	93.2	1.300	7.4	1.300	0.0	0.000
Dörrar m karm	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000
Yta 1,luft	29.6	0.225	0.0	0.000	0.0	0.000
Yta 2,luft	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000
Yta 3,jord (*)	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000
(*) Red.faktor a1 =		0.75		0.75		0.00

U*A för köldbryggor, W/K	0.0	0.0	0.0
Totalt U*A, W/K	217.3	34.8	0.0

PROCESSENERGI	kWh/dygn: Vardagar	Lördag	Söndag	kWh/år
Behov av tappvarmvatten	56.83	56.83	56.83	20743
Gratisvärme (personvärme mm)	12.91	12.91	12.91	3021
Elprocesser som inte ger värme	14.92	14.92	14.92	5446
Elprocesser som ger värme	59.68	59.68	59.68	21783
Pumpar/flåktar för värmedistr.	----	----	----	677
El till ventilation (Årsmedelbehov = 0.76 kW/m ² /s)				1248
Tillförd elenergi (drivenergi) till värmepumpsystemet				0

DRIFTDATA FÖR VÄRMEANLÄGGNINGEN.

Nr 1100 - Sid 2

Basenergi: Fjärrvärmväxlare

Dist: Vattenradiatorer.Termostater i rum. Ingen effektstyrning

	Basenergi	Tillsats
Förbränningsverkningsgrad, %	100	0
Värmeförluster från panna e dyl, kW	0.188	0.000
Varav utnyttjat värmetillskott, kWh/år	964	0
Värmedistributionsförluster, W/K (*)	16.134	0.000
Värmeregeringsförluster, W/K (*)	16.134	0.000
(*) /K avser temperaturdifferensen mellan värmebärare och rumsluft		
Produktionstimmar/Uppvärmningstimmar	8760/4032	0/ 0
Årsverkningsgrad/Täckningsgrad, %	93/100	0/ 0
Dim. framledningstemperatur 55°C. Distrib.pumpar/fläktar		0.168 kW

VENTILATIONSDATA	lägenhet	Trapphus	Zon 3
Typ av ventilation	F	F	-----
Vent.volym, m ³ (Fukt, g/kg)	1086(0)	205(0)	0(0)
Effekt, kW/m ³ /s (% värme)	0.900(0)	0.000(0)	0.000(0)
Luftläckning, m ³ /h(oms/h)	69.0(0.06)	16.2(0.08)	0.0(0.00)
Mån/fredag: Rumstemp, °C	20.0	18.0	0.0
Basflöde, m ³ /h * h/dygn	569.9*24.0	107.7*24.0	0.0* 0.0
Forcerat, m ³ /h * h/dygn	0.0* 0.0	0.0* 0.0	0.0* 0.0
Dygnsnedel m ³ /h(oms/h)	569.9(0.52)	107.7(0.53)	0.0(0.00)
Lördagar: Rumstemp, °C	20.0	18.0	0.0
Basflöde, m ³ /h * h/dygn	569.9*24.0	107.7*24.0	0.0* 0.0
Forcerat, m ³ /h * h/dygn	0.0* 0.0	0.0* 0.0	0.0* 0.0
Dygnsnedel m ³ /h(oms/h)	569.9(0.52)	107.7(0.53)	0.0(0.00)
Söndagar: Rumstemp, °C	20.0	18.0	0.0
Basflöde, m ³ /h * h/dygn	569.9*24.0	107.7*24.0	0.0* 0.0
Forcerat, m ³ /h * h/dygn	0.0* 0.0	0.0* 0.0	0.0* 0.0
Dygnsnedel m ³ /h(oms/h)	569.9(0.52)	107.7(0.53)	0.0(0.00)

VÄRMEBEHOV UNDER KALENDERÅRET (kWh)

Nr 1100 - Sid 3

Må-nad	Uppv dgr	Trans-mission	Vent.+ Läckn.	Vent.- v.växl	Utnyttj.värme Sol	Process	Uppv.- behov	Uppv.+ tappvv
Jan	31	4212	+4195	0	-699	-2844=	4864	6625
Feb	28	3606	+3591	0	-1085	-2566=	3546	5137
Mar	31	3286	+3271	0	-1975	-2836=	1745	3506
Apr	7	2380	+2367	0	-2756	-1930=	60	1765
Maj	0	1475	+1464	0	-2854	-85=	0	1762
Jun	0	667	+657	0	-1323	0=	0	1705
Jul	0	385	+375	0	-759	0=	0	1762
Aug	0	627	+617	0	-1244	0=	0	1762
Sep	0	1211	+1201	0	-2146	-266=	0	1705
Okt	10	2024	+2011	0	-1654	-2265=	116	1877
Nov	30	2668	+2655	0	-916	-2749=	1658	3363
Dec	31	3347	+3332	0	-596	-2844=	3239	5001

År 168 25887 25734 0 -18008 -18385 15227 35970

Summor= 19581 19496 0 -6285 -15943 för uppv.period.
Uppvärmningsperiod: Utetemp= 1.167 °C, 73247°h (Året 102454°h).

TILLFÖRD ENERGI UNDER KALENDERÅRET (kWh)

Må-nad	Basenergi Nyttig	Tillsatsenergi Förlust	Tillsatsenergi Nyttig	Drivel till VP	Fläkt /Pump	Köpt värme	Proc.+ hush.el	
Jan	6625	+674	+0	+0	+0	+231=	7531	2313
Feb	5137	+566	+0	+0	+0	+209=	5912	2089
Mar	3506	+475	+0	+0	+0	+231=	4213	2313
Apr	1765	+188	+0	+0	+0	+131=	2084	2238
Maj	1762	+140	+0	+0	+0	+106=	2008	2313
Jun	1705	+135	+0	+0	+0	+103=	1943	2238
Jul	1762	+140	+0	+0	+0	+106=	2008	2313
Aug	1762	+140	+0	+0	+0	+106=	2008	2313
Sep	1705	+135	+0	+0	+0	+103=	1943	2238
Okt	1877	+179	+0	+0	+0	+146=	2203	2313
Nov	3363	+350	+0	+0	+0	+224=	3937	2238
Dec	5001	+489	+0	+0	+0	+231=	5720	2313

År 35970 3613 0 0 0 1925 41508 27229

Dim. värmeeffekter (DUT = -10.5 °C. Tidskonstant = 160 h)

Tappvarmvatten, om dygnets hela behov ackumuleras	2.37 kW
Transmission, ventilation och luftläckning	15.21 kW
Utnyttjad gratis-effekt	-3.82 kW
Förluster i värmesystemet	1.33 kW

Totalt effektbehov (dygnsmedeleffekt) 15.08 kW

Vid forc. ventilation ökar effektbehovet momentant med 0.00 kW, utöver den ovan redovisade dygnsmedeleffekten. Medeleffekten avgör avsvänning under en lång period med dimensionerande utetemperatur.

Den tappvarmvatteneffekt som redovisas är den effekt som krävs för att producera dygnets behov under 24 timmar. Verkligt installerad effekt måste väljas högre mht tappningscykel och beredarens volym.

JÄMFÖRELSE MED BBRs REFERENSBYGGNAD (*)

Nr 1100 - Sid 4

Byggnadens behov av värmeenergi i kWh/år:	BBR-byggnad	Verklig byggnad
Transmissionsförluster och luftläckning (1)	25608	28745
Ventilationsförluster, styrd luftväxl. (2)	+22875	+22875
Återvunnen värmeenergi i FTX-aggregat (3)	+0	+0
Förluster i från- och tilluftskanaler (4)	+0	+0
Utnyttj. värmertilskott från processer (5)	-25068	-18385
D:o från sol. Ingår i Um för ref.byggn. (6)	+0	-18008
Behov av varmvatten vid tappställen (7)	+20741	+20743
Byggnadens nettobehov av värmeenergi (8)	44157	35970
Extra fläktenergi till FTX-aggregat (9)	-----	-401
Besparing med värmepump (10)	-----	0
Nettobehov enligt Boverkets handbok (11)	44157	35569

 * Nettovärmebehovet är 8587 kWh lägre än i ref.byggnaden. *
 * Byggnadens U-medelvärde, beräknat enl BBR är Um,akt = 0.246. *
 * Um,krav=0.294 W/m²,K. Högsta tillåtna Um,gräns=0.382 W/m²,K. *
 * Behov av värmeenergi och U-medelvärde uppfyller BBRs krav! *

Tillförd energi till värme- och ventilationssystemet i kWh/år:

Nettobehov av bas- och tillsatsenergi (12)	44157	35970
Värmedistributions- och regl.förluster (13)	+3628	+3613
Basenergi producerad med värmepump (14)	0	0
Tillförd drivel till värmepump (15)	+0	+0
Tillförd el till ventilationssystemet (16)	+1649	+1248
El till värmedistrib.fläktar/-pumpar (17)	+919	+677

Köpt energi till värme/ventilation (18)	50352	41508
Processer. Hushålls- och fastighetsel (19)	+27232	+27229
Nettobesparing av effektivare vitvaror (20)	+0	-4009

Byggnadens totala behov av köpt energi (21) 77584 64729

Totalt behov av köpt energi för verklig byggnad	kWh/år	kWh/m ²
Fjärrvärmeväxlare	39583	= 74
Tillsatsenergi	0	0
Drivel till värmepump	0	0
El till fläktar och pumpar	1925	4
Processer. Hushålls- och fastighetsel	27229	51
Nettobesparing av effektivare vitvaror	-4009	-7
Summa för kalenderåret	64729	120

(*) BBR-byggnaden är en exakt kopia av den verkliga, förutom att:
 1. Om effektiv värmeanvändning krävs minskas ventilationsförlusterna med 50 % utan att elbehov ökas. Annars F-ventilation.
 2. Byggnadens U-värden är valda så att U-medelvärdet alltid blir exakt 0.294 (=Um,krav) beräknat enligt BBRs regler.
 3. Lufttätheten är 0,8 l/m²/s för bostäder och 1,6 för lokaler. Energi behov beräknas med metod enl. "Byggnaders värmeenergi behov"

Objekt: Bo01. Malmö. Trähuset
Punkthuset

Beräknat 2000-03-25 av VVS-gruppen, SKANSKA, 040-144000
Indatafil: O:\3840\PROGRAM\VVS\WINENORM\WinTempo.en

Taxefördelningar	Taxa 1	Taxa 2	Taxa 3	Taxa 4	Taxa 5
Årsbehov, kWh	Priser i kr/kWh och energibehov i kWh/period				
Basenergi kWh/år: 39583	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0
Tillsatsenergi kWh/år: 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0
El till fläktar/pumpar kWh/år: 1925	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0
Drivel till värmepump kWh/år: 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0
Processer. Hush.el kWh/år: 27229	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0
Summa kWh:	0	0	0	0	0
Summa kr:	0	0	0	0	0

Valda energipriser	Taxa 1	Taxa 2	Taxa 3	Taxa 4	Taxa 5
Pom månad-tom månad	-----	-----	-----	-----	-----
Från Kl. till Kl.	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0	0 - 0
Dygn under veckan	Alla	Alla	Alla	Alla	Alla
(E) Elenergi	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(F) Fjärrvärme	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(L) Olja	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(B) Fastbränsle	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(G) Gas	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(1) Annat 1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
(2) Annat 2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Energipris anges i kr/köpt kWh. (För bränslen kr/kWh värmeinhåll)

Rörliga energikostnader	kWh/år	kr/år
Fjärrvärmväxlare	39583	0
Tillsatsenergi	0	0
Drivel till värmepump	0	0
El till fläktar och pumpar	1925	0
Processer. Hushålls- och fastighetsel	27229	0
Nettobesparing av effektivare vitvaror	-4009	0
Årsummor (Medelpris 0.00 kr/kWh)	64729	0

Beräkning av $U_{m,krav}$ enligt formler i BBR 9:211. Nr 1100 - Sid 6

Utrymme i byggnaden	lägenhet	Trapphus	Zon 3
18% av uppvärmd area	81.4	15.4	0.0
Fönster och dörrarea	93.2	7.4	0.0
$A_f =$ minsta av ovanstående	81.4	7.4	0.0
$U_{m,krav} = 0.18(0.24) + A_f * 0.95 / A_{om}$	0.309	0.230	0.000
$U_{A,krav} = U_{m,krav} * A_{om}$	185.1	32.3	0.0

$$U_{m,krav} = U_{A,krav} / A_{om} = 217.4 / 738.9 = 0.294 \text{ W/m}^2, K$$

Kontroll av byggnadens U-medelvärde enligt reglerna i BBR 9:2112.

Byggnads- del	Area (A_i) m ²						U_i	$U_i * A_i$
	Bostad	Lokal	($U_p - a_3$)	* a_1	* a_2	= U_i		
Vindsbjlg	96.1	0.0	0.161	0.00	1.00	1.000	0.161	15.472
Vägg, luft	252.8	0.0	0.195	0.00	1.00	1.000	0.195	49.296
Golv, jord	126.9	0.0	0.260	0.00	0.75	1.000	0.195	24.745
Fönster	93.2	0.0	1.300	0.68	1.00	1.000	0.622	57.945
(Zonens fönsterprocent=20.606. Solavdrag multipliceras med 0.7280)								
Yta 1, luft	29.6	0.0	0.225	0.00	1.00	1.000	0.225	6.660
Vindsbjlg	21.4	0.0	0.161	0.00	1.00	0.889	0.143	3.063
Vägg, luft	90.1	0.0	0.195	0.00	1.00	0.889	0.173	15.617
Golv, jord	21.4	0.0	0.260	0.00	0.75	0.889	0.173	3.709
Fönster	7.4	0.0	1.300	0.53	1.00	0.889	0.685	5.067

$$A_{om} = 738.9 + 0.0 = 738.9 \quad \text{Summa}(U_i * A_i) \text{ i W/K} = 181.574$$

$$U_{m,akt} = \text{Summa}(U_i * A_i) / A_{om} = 181.574 / 738.9 = 0.246 \text{ W/m}^2, K$$

Data ur Nutek/KOVs skrift "Eloff Strömsnål" och Boverkets handbok "Eleffektivitet i byggnader"

Vitvaror i lägenheter				Elenergibehov i kWh/år		
				Verklig	Referens	Differens
Kylskåp:	Saknas					
Kyl- och Svalskåp: Elektro Helios KL 301-3 (E)						
Antal	Kylvolym	Frysvolym	kWh/st			
1	288	0	128	128	288	160
Kyl- och Frysskåp: Bosch KKE 3400 (E)						
Antal	Kylvolym	Frysvolym	kWh/st			
6	188	125	346	2076	3372	1296
Frysskåp: Cylinda EF 180 (E)						
Antal	Kylvolym	Frysvolym	kWh/st			
1	0	167	252	252	432	180
Frysboxar:	Saknas					
Diskmaskiner: Cylinda 1474 (E)						
Antal			kWh/st			
7			250	1750	3500	1750
Tvättmaskiner: Electrolux WH 4555 T (E)						
Antal	kg/år	kWh/kg	kWh/st			
7	700	0.450	2205	2205	3430	1225
Torktumlare:	Saknas					
Gemensam tvättstuga i flerbostadshus:						
Tvättmaskiner:	Saknas					
Torktumlare:	Saknas					
Ändring av elbehov, jämfört med ref.värden (+=besparing)						
						+4611
Ändring av utnyttjad gratisvärme från kyl/frys						-602
(80 % av el till kyl/frys utnyttjas under uppv.per.)						
Slutlig inverkan på byggnadens energibehov (+=besparing)						+4009

8.2 Enormberäkning Framtidsstaden

***** Enorm 1000. Version 1.10. © 1999 Svensk Byggtjänst *****
 Program 000. Svensk Byggtjänst, 171 88 SOLNA.

Objekt: Framtidsstaden
 BBR-byggnad skapad av Enorm.

Beräknat av Annika Nilsson, 040-699 63 25.
 Indatafil: C:\PROGRA-1\ENORM\WINENORM\WinTempo.en

Byggnadsort: Malmö 2004-12-17. Beräkning nr: 1843

BYGGNADSDATA	Lägenhet	Zon 2	Zon 3	Totalt
Typ mht BBRs värmeisolerkrav	Fh-Lgh	----	----	----
Antal bostadslägenheter	48	0	0	48
Uppvärmd golvarea, Aupp, m ²	2908.0	0.0	0.0	2908.0
Fönsterarea i % av uppv. area	17.14	0.00	0.00	17.14
Spec.läckn. vid 50 Pa, l/m ² ,s	0.800	0.000	0.000	0.800
Värmekapacitet, Wh/m ² ,K	25	0	0	25
Omslutande area, Aom, m ²	5583.4	0.0	0.0	5583

Inget krav på effektiv värmeanvändning för byggnaden enl BBR 9:3.

GLASAREOR OCH INSTRÅLNINGSDATA. SOLDATA FÖR MALMÖ

Riktning	Lägenhet	Zon 2	Zon 3
Nord	104.5 (0.75; 0)	0.0 (0.00; 0)	0.0 (0.00; 0)
Ost	109.5 (0.75; 0)	0.0 (0.00; 0)	0.0 (0.00; 0)
Syd	111.0 (0.75; 0)	0.0 (0.00; 0)	0.0 (0.00; 0)
Väst	98.4 (0.75; 0)	0.0 (0.00; 0)	0.0 (0.00; 0)

Ovan redovisas: Glasarea i m² (Solfaktor * Avskärmning ; Lutning)

TRANSMISSIONSDATA	Lägenhet		Zon 2		Zon 3	
	Area	Up	Area	Up	Area	Up
Byggnadsdel						
Vindsbjälklag	1040.0	0.167	0.0	0.000	0.0	0.000
Vägg, jord (*)	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000
Vägg, luft	2906.0	0.244	0.0	0.000	0.0	0.000
Golvbjlg 1 (*)	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000
Golvbjlg 2 (*)	1040.0	0.173	0.0	0.000	0.0	0.000
Fönster m karm	498.5	1.300	0.0	0.000	0.0	0.000
Dörrar m karm	98.9	1.000	0.0	0.000	0.0	0.000
Yta 1, luft	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000
Yta 2, luft	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000
Yta 3, jord (*)	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000
(*) Red.faktor al =		0.75		0.00		0.00

U*A för köldbryggor, W/K	0.0	0.0	0.0
Totalt U*A, W/K	1764.6	0.0	0.0

PROCESSENERGI	kWh/dygn: Vardagar	Lördag	Söndag	kWh/år
Behov av tappvarmvatten	380.12	380.12	380.12	138744
Gratisvärme (personvärme mm)	69.79	69.79	69.79	25473
Elprocesser som inte ger värme	92.92	92.92	92.92	33916
Elprocesser som ger värme	371.67	371.67	371.67	135660
Pumpar/fläktar för värmedistr.	----	----	----	2789
El till ventilation (Årsmedelbehov = 0.90 kW/m ² /s)				8024
Tillförd elenergi (drivenergi) till värmepumpsystemet				23271

Basenergi: Värmepump, enbart för uppvärmning
 Dist: Golvvärme, vatten. Termostater i rum. Autom. effektstyrning
 Värmepumpen producerar uppvärmningsenergi, men inte tappvarmvatten
 Tillsatsenergi: Fjärrvärmeväxlare
 Dist: Golvvärme, vatten. Termostater i rum. Autom. effektstyrning
 Gemensam värmeproduktion. Gemensamt värmedistributionsystem.

	Basenergi	Tillsats
Förbränningsverkningsgrad, %	100	100
Värmeförluster från panna e dyl, kW	0.662	0.662
Varav utnyttjat värmetillskott, kWh/år	566	3239
Värmedistributionsförluster, W/K (*)	69.792	69.792
Värmeregleringsförluster, W/K (*)	69.792	69.792
(*) /K avser temperaturdifferensen mellan värmebärare och rumsluft		
Produktionstimmar/Uppvärmningstimmar	1299/2645	7461/1699
Årsverkningsgrad/Täckningsgrad, %	93/ 21	97/ 79
Dim. framledningstemperatur 55°C. Distrib.pumpar/fläktar	0.642 kW	

VENTILATIONSDATA	Lägenhet	Zon 2	Zon 3
Typ av ventilation	FVP	-----	-----
Vent.volym, m ³ (Fukt, g/kg)	7270(0)	0(0)	0(0)
Effekt, kW/m ³ /s (% värme)	0.900(0)	0.000(0)	0.000(0)
Luftläckning, m ³ /h(oms/h)	643.2(0.09)	0.0(0.00)	0.0(0.00)
Mån/fredag: Rumstemp, °C	20.0	0.0	0.0
Basflöde, m ³ /h * h/dygn	3664.1*24.0	0.0* 0.0	0.0* 0.0
Forcerat, m ³ /h * h/dygn	0.0* 0.0	0.0* 0.0	0.0* 0.0
Dygnsmedel m ³ /h(oms/h)	3664.1(0.50)	0.0(0.00)	0.0(0.00)
Lördagar: Rumstemp, °C	20.0	0.0	0.0
Basflöde, m ³ /h * h/dygn	3664.1*24.0	0.0* 0.0	0.0* 0.0
Forcerat, m ³ /h * h/dygn	0.0* 0.0	0.0* 0.0	0.0* 0.0
Dygnsmedel m ³ /h(oms/h)	3664.1(0.50)	0.0(0.00)	0.0(0.00)
Söndagar: Rumstemp, °C	20.0	0.0	0.0
Basflöde, m ³ /h * h/dygn	3664.1*24.0	0.0* 0.0	0.0* 0.0
Forcerat, m ³ /h * h/dygn	0.0* 0.0	0.0* 0.0	0.0* 0.0
Dygnsmedel m ³ /h(oms/h)	3664.1(0.50)	0.0(0.00)	0.0(0.00)
Kanalförlust, frånluft (K=tempdiff över kanalvägg)		0 m, 0.00 W/m, K	
Kanalförlust, tilluft med högst rumstemperatur		0 m, 0.00 W/m, K	
Kanalförlust, värmd tilluft i luftvärmesystem		0 m, 0.00 W/m, K	
Kanalförlusten i FTX-systemet har beräknats till		0 kWh/år.	

VÄRMEPUMP: Ej provad värmepump. Värmefaktor 2.5

Utetemperatur:	-15.00	-7.00	2.00	7.00	15.00
Värmeeffekt, kW:	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Driveffekt, kW:	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Lägsta avlufttemp 0°C. Lägsta utetem	0.0°C.	Högsta d:o	0.0°C		
Årsvärmefaktor= Avgivet/Drivet	58176/ 23271 = 2.50.	Red.fakt	1.00		

VÄRMEBEHOV UNDER KALENDERÅRET (kWh) Nr 1843 - Sid 3

Må-nad	Uppv dgr	Transmission	Vent.+ Läckn.	Vent.- v.växl	Utnyttj.värme Sol Process	Uppv.- behov	Uppv.+ tappvv
Jan	31	31396	+25290	0	-3271 -16965=	36451	48234
Feb	28	26260	+21153	0	-5478 -15319=	26617	37260
Mar	31	23128	+18629	0	-10375 -16952=	14430	26214
Apr	14	16787	+13522	0	-14742 -13952=	1615	13018
Maj	0	10459	+8425	0	-17109 -1774=	0	11784
Jun	0	4795	+3862	0	-8657 0=	0	11404
Jul	0	2825	+2276	0	-5101 0=	0	11784
Aug	0	4522	+3642	0	-8165 0=	0	11784
Sep	0	8608	+6934	0	-12352 -3190=	0	11404
Okt	16	14296	+11515	0	-8586 -15252=	1973	13757
Nov	30	18805	+15147	0	-4498 -16414=	13039	24443
Dec	31	23558	+18976	0	-2696 -16965=	22872	34656

År 181 185438 149370 0 -101028 -116783 116997 255741

Summor= 148164 119346 0 -36488 -102300 för uppv.period.
Uppvärmningsperiod: Utetemp= 1.334 °C, 79253°h (Året 105086°h).

TILLFÖRD ENERGI UNDER KALENDERÅRET (kWh)

Må-nad	Energi från Nyttig	från VP Förlust	Tillsatsenergi Nyttig	Drivel till VP	Fläkt /Pump	Köpt värme	Proc. hush.el
Jan	10450	+710	+37785	+1877	+4464	+1159=	45285 14402
Feb	9367	+713	+27893	+1410	+4032	+1047=	34382 13009
Mar	9864	+1078	+16350	+667	+4377	+1159=	22553 14402
Apr	1615	+429	+11404	+428	+818	+875=	13525 13938
Maj	0	+0	+11784	+493	+0	+682=	12958 14402
Jun	0	+0	+11404	+477	+0	+660=	12540 13938
Jul	0	+0	+11784	+493	+0	+682=	12958 14402
Aug	0	+0	+11784	+493	+0	+682=	12958 14402
Sep	0	+0	+11404	+477	+0	+660=	12540 13938
Okt	1973	+311	+11784	+434	+914	+928=	14059 14402
Nov	9675	+831	+14768	+493	+4202	+1122=	20585 13938
Dec	10420	+740	+24236	+1049	+4464	+1159=	30908 14402

År 53364 4813 202377 8789 23271 10813 245250 169575

Dim. värmeeffekter (DUT = -15.4 °C. Tidskonstant = 23 h)

Tappvarmvatten, om dygnets hela behov ackumuleras	15.84 kW
Transmission, ventilation och luftläckning	112.87 kW
Utnyttjad gratis effekt	-22.80 kW
Förluster i värmesystemet	5.55 kW

Totalt effektbehov (dygnsmedeleffekt) 111.46 kW

Vid forc. ventilation ökar effektbehovet momentant med 0.00 kW, utöver den ovan redovisade dygnsmedeleffekten. Medeleffekten avgör avsvälning under en lång period med dimensionerande utetemperatur.

Den tappvarmvatteneffekt som redovisas är den effekt som krävs för att producera dygnets behov under 24 timmar. Verkligt installerad effekt måste väljas högre mht tappningscykel och beredarens volym.

Byggnadens behov av värmeenergi i kWh/år:	BBR- byggnad	Verklig byggnad
Transmissionsförluster och luftläckning (1)	215806	207743
Ventilationsförluster, styrd luftväxl. (2)	+127065	+127065
Återvunnen värmeenergi i FTX-aggregat (3)	+0	+0
Förluster i från- och tilluftskanaler (4)	+0	+0
Utnyttj. värmetillskott från processer (5)	-117928	-116783
Utnyttj. värme från solinstrålning (6)	-101836	-101028
Behov av varmvatten vid tappställen (7)	+138744	+138744
Byggnadens nettobehov av värmeenergi (8)	261851	255741
Extra fläktenergi till PTX-aggregat (9)	-----	-892
Besparing med värmepump (10)	-----	-34906
Tillägg med 50% av besparing från PTX/Värmepump (Eftersom krav enligt BBR på effektiv värmeanvändning inte gäller)		+17453
Nettobehov enligt Boverkets handbok (11)	261851	237397

 * Nettovärmebehovet är 24454 kWh lägre än i ref.byggnaden. *
 * Byggnadens U-medelvärde, beräknat enl BBR är $U_{m,akt} = 0.257$. *
 * $U_{m,krav} = 0.269$ W/m²,K. Högsta tillåtna $U_{m,gräns} = 0.350$ W/m²,K. *
 * Behov av värmeenergi och U-medelvärde uppfyller BBRs krav! *

Tillförd energi till värme- och ventilationssystemet i kWh/år:

Nettobehov av bas- och tillsatsenergi (12)	261851	255741
Värmedistributions- och regl.förluster (13)	+13724	+13602
Basenergi producerad med värmepump (14)	-59258	-58176
Tillförd drivel till värmepump (15)	+59258	+23271
Tillförd el till ventilationssystemet (16)	+8916	+8024
El till värmedistrib.fläktar/-pumpar (17)	+2820	+2789
Köpt energi till värme/ventilation (18)	287310	245250
Processer. Hushålls- och fastighetsel (19)	+169576	+169575
Nettobesparing av effektivare vitvaror (20)	+0	+0
Byggnadens totala behov av köpt energi (21)	456886	414826
Totalt behov av köpt energi för verklig byggnad	kWh/år	kWh/m ²
Värmepump, enbart för uppvärmning	0	0
Fjärrvärmeväxlare	211166	73
Drivel till värmepump	23271	8
El till fläktar och pumpar	10813	4
Processer. Hushålls- och fastighetsel	169575	58
Nettobesparing av effektivare vitvaror	0	0
Summa för kalenderåret	414826	143

- (*) BBR-byggnaden är en exakt kopia av den verkliga, förutom att:
 1. Om effektiv värmeanvändning krävs minskas ventilationsförlusterna med 50 % utan att elbehov ökas. Annars F-ventilation.
 2. Byggnadens U-värden är valda så att U-medelvärdet alltid blir exakt 0.269 (=U_{m,krav}) beräknat enligt BBRs regler.
 3. Lufttätheten är 0,8 l/m²/s för bostäder och 1,6 för lokaler.
 4. Brukarberoende data väljs enligt "Byggnaders värmeenergibehov"

Beräkning av $U_{m,krav}$ enligt formler i BBR 9:211. Nr 1843 - Sid 6

Utrymme i byggnaden	Lägenhet	Zon 2	Zon 3
18% av uppvärmd area	523.4	0.0	0.0
Fönster och dörrarea	597.4	0.0	0.0
Af= minsta av ovanstående	523.4	0.0	0.0
$U_{m,krav} = 0.18(0.24)+Af*0.95/Aom$	0.269	0.000	0.000
$U_{A,krav} = U_{m,krav}*Aom$	1502.3	0.0	0.0

$$U_{m,krav} = U_{A,krav}/Aom = 1502.3/5583.4 = 0.269 \text{ W/m}^2, K$$

Kontroll av byggnadens U-medelvärde enligt reglerna i BBR 9:2112.

Byggnads- del	Area (Ai) m ²		(Up - a3)	* a1	* a2	= Ui	Ui * Ai	
	Bostad	Lokal						
Vindsbjlg	1040.0	0.0	0.167	0.00	1.00	1.000	0.167	173.680
Vägg, luft	2906.0	0.0	0.244	0.00	1.00	1.000	0.244	709.064
Golv, luft	1040.0	0.0	0.173	0.00	0.75	1.000	0.130	134.940
Fönster	498.5	0.0	1.300	0.66	1.00	1.000	0.638	317.815
(Zonens fönsterprocent=17.142. Solavdrag multipliceras med 0.8750)								
Dörrar	98.9	0.0	1.000	0.00	1.00	1.000	1.000	98.900

$$Aom = 5583.4 + 0.0 = 5583.4 \quad \text{Summa}(U_i * A_i) \text{ i W/K} = 1434.399$$

$$U_{m,akt} = \text{Summa}(U_i * A_i) / Aom = 1434.399 / 5583.4 = 0.257 \text{ W/m}^2, K$$

Entreprenörens egen energibehovsberäkning

Effektbehovsberäkning, Sammanställning alla husen Bo-01 Malmö, Kv Salongen hus A-D

Hus	Ant lgh	Lgh- yta, upp- värmd (m ²)	Trans- missions- förlust (watt)	Ventila- tions- förlust (watt)	Totalt utan värme- återvinning (watt)	Totalt med 70 % värme- återvinning (watt)	Årsmedel-	Årsmedel-	Energi- behov /m ² och år, Utan V&V (kWh)	Energi- behov /m ² och år, Med V&V (kWh)
							effektbehov, temp =+7°C, Uppv 5l V&V	effektbehov, temp =+7°C, Uppv 5l Med V&V		
C	10	697	9 283	10 305	19 678	12 402	5 622	3 543	71	45
A	14	739	9 789	14 553	24 342	14 155	6 985	4 044	82	48
D	11	848	10 304	10 304	20 609	13 396	5 688	3 627	61	40
B	12	623	8 177	12 474	20 651	11 919	5 900	3 406	83	48
Tot	47	2 908			85 280	51 871	24 386	14 620	73	40
Energibehov ² för Kylfrys, Klass A =400 kWh/år o enhet									6	6
Energibehov för varmvatten/m ² = Antag 2 pers /lgh samt 60 lt vridugn o pers									35	35
Övrig hushållselm ² = Antag 1000 kWh/ lgh och år samt att 30 %år lgh tillgodö i form av värme									11	11
Total energiförbrukning /m²									127	98

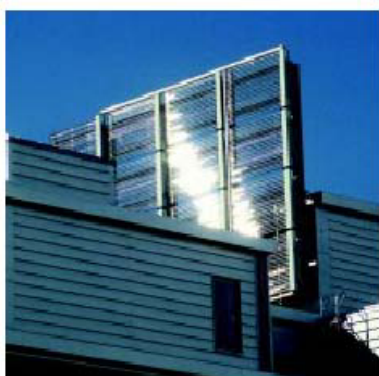
8.3 Utdrag ur kvalitetsprogrammet

energi Stadsdelens byggnader och teknik ska vara resurssnåla. Energlösningarna ska erbjuda bibehållen komfort för de boende, samtidigt som energiförbrukningen minimeras och lokala förnybara energikällor står för huvuddelen av energiförsörjningen.

Malmö stad har som mål att den energimängd som konsumeras inom planområdet ska produceras lokalt. Dock kan vindkraft och biogas produceras på annan plats i Malmö. Denna produktion ska enbart bestå av förnybar energi.

Överenskommen grundstandard – energiförsörjning

	krav	ansvar
Minimerad energiförbrukning	Energianvändningen i fastigheterna ska ej överstiga 105 kWh/kvm BRA temp. år. Detta inkluderar all fastighetsanknuten energi. Energi som produceras och återvinns inom fastigheten är inkluderad.	Byggherrarna Senare: fastighetsägarna
Komfortkrav	De boendes komfort ska säkras trots den låga energiförbrukningen.	Byggherrarna Senare: fastighetsägarna
Processen	Kontinuerlig uppföljning av varje byggnads energiförbrukning och komfortnivå ska göras under projekterings- och byggnadsskedena. Vid avvikelser i förhållande till energimålen vidtas åtgärder i första hand på byggnaderna (arkitektur, byggnadsteknik eller tekniska system) och i andra hand på produktionsapparaterna.	Byggherrarna
Uppföljning	Byggherrar och fastighetsägare ska ställa sina byggnader till förfogande för uppföljningar, studier och forskning kring energiförbrukning.	Byggherrarna Senare: fastighetsägarna



8.4 Intervjusammanställning för Trähuset

Intervju med Lars

Datum	25/10 kl. 20.30	Antal boende i lgh	2, ~3 helg
Hus	Trähuset	Lägenhetens storlek	135 m ²
Våningsplan	3 & 4	Läge	Ö/V

Lars och hans familj lockades till Västra hamnen i samband med boutställningen 2001. De bodde då på Limhamnsvägen i en stor lägenhet på 200m² på nionde våningen med Malmös vackraste utsikt. Boendesituationen hade ändå några nackdelar. Lägenheten var stor, båda deras barn var snart i färd med att flytta hemifrån. Dessutom hade de ingen bra uteplats, bara en liten blåsig balkong mot norr. Under boutställningen upptäcktes de goda utemiljöerna i Västra hamnen. –Här finns en småstadskarakter och en lummig innergård till fastigheten, vilket kändes tilltalande, säger Lars. Även miljökonceptet som togs fram i samband med Bo01-mässan gav mersmak. Flyttlasset gick i oktober 2001 till Trähusets kanalhus och etagelägenheten på våning 3 och 4.

De negativa skrivierna i samband med mässan gjorde att det tog tid innan folk hittade till Västra hamnen. Nu har de fått till en trevlig bostadsrättsförening som har motsvarat deras förväntningar. - Synd bara att kommunen inte följer upp miljösatningarna ordentligt. Vi har inte fått någon instruktion till den individuella värmemätningen eller guide till hur sopsorteringen ska göras. Detta borde följas upp lite bättre, menar Lars. Han minns en introduktionskampanj med tyngdpunkt på sopsortering och restavfall, men mer än så har det inte varit.

När de flyttade in var ventilerna på radiatorerna felvända, så vattnet kom aldrig upp i elementen. Det var kallt på vissa ställen i huset och varmt på andra. Det tog ett par månader att få ordning på radiatorerna i huset. Det hade man kunnat ombesörja bättre, så att allt blev rätt från första början, menar Lars. Värmemätarna var också felvända. -Med en bättre rörlägningsfirma kunde det ha blivit rätt från början. Med miljöpengarna kunde man åtminstone ha sett till att allt blev rätt från början, säger Lars. Totalt sett har alla kompletteringar tagit ungefär ett år att komma till rätta med.

De delar som kompletterats är värmemätarna och elementen. Nu när allt är åtgärdat är de mycket nöjda med värmen. Familjen upplever en jämn och fin värme i hela lägenheten. De upplever inte något drag, dörrpartierna och fönsterna upplevs täta och ingen kondens uppstår på något fönster. Kallras har de heller inte märkt av. -Våra behov av kyligare sovrum klaras också av, trots att dörrarna därtill står öppna. På sommaren när vi inte är hemma kan det bli varmt på ovanvåningen, säger Lars. När de annars är hemma på sommaren vädrar de regelbundet och upplever inte ovanvåningen varmare än bottenvåningen av lägenheten. De vädrar igenom lägenheten snabbt och den blir inte speciellt varm, trots att den är belägen högst upp i fastigheten och värmen stiger.

Lars gick med i bostadsrättsföreningens styrelse ett halvår efter den startats upp. Några personer från byggfirman satt då med i föreningen. -Jag har ingenting att klaga på nu längre, mer än fläktarna som låter ovanför sovrummet. Betalar man många miljoner för en lägenhet, vill man att allt ska vara tipp topp. Man ska inte behöva påtala att balkongdörrar läcker eller att värmen inte fungerar. Det är en självklarhet, säger Lars. Samordningen har inte riktigt fungerat mellan de olika entreprenörerna. Element och ventilationsventiler har krockat med inventarier på en del ställen.

När det gäller matlagning gäller det att vara disciplinerad. Börjar man att steka utan att sätta på fläkten, sprider sig matosen i lägenheten. Sköter man sig, fungerar allt acceptabelt. Den öppna planlösningen hjälper givetvis till att sprida matosen, menar Lars.

Ljudmässigt är lägenheten bra. -Vi hör ingenting i sidled, inte heller någonting underifrån, förutom när de spelar hög musik. De nedanför oss hör när vi går på golvet, säger Lars. Själva hör de fläkten på taket ovanför parets sovrum. -Det är aldrig tyst i sängkammaren, det är det enda jag är emot. Frånluftsfläktarna hade ju inte behövt sitta precis ovanför sovrummet. Det piper och vibrerar ibland när det blåser. Vi har påtalat det, men det har inte blivit så mycket bättre, säger Lars. Nu har de vant

sig vid det, så de hör inte av det så mycket längre. Det är väldigt tyst för övrigt. Där de bodde på Limhamnsvägen förut var ljudet betydligt mer störande.

Föreningen köper in service med hiss, städning, snöröjning och service av garageport. Övrigt vaktmästeri står föreningen själv för. De byter lampor och pysslar med trädgården.

Lars är miljö- och energimedveten. Han tycker att det är varje människas skyldighet att vara sparsam med energi, oavsett hur energin betalas. Själv försöker familjen duscha korta duschar, undviker att diska under rinnande vatten och tänder bara lampor där de vistas för tillfället. De använder tvättmaskinen högst en gång i veckan i tre omgångar. Sedan får tvätten torka av värmen som alstras av den välfyllda torktummlaren. I värmehänseende sänker de värmen i de rum som de inte vistas i så ofta.

Efter nyår ska värme, varmvatten och el betalas individuellt. Det är Lars förtjänst. Nu betalar de schablonmässigt, dvs all energi som fastigheten förbrukar splittas upp för varje lägenhets storlek varje månad. Lars har räknat att de totala energikostnaderna varierar mellan 7000 och 15000 per år i fastigheten. Genom individuell mätning kan energianvändningen sjunka 10-20%, enligt Lars kontakt Bengt Rosberg på HSB. Det borde finnas besparingsmöjligheter, 10% ger då 1500 kr som vi kan spara maximalt om året. En mätfirma ska hjälpa till med den individuella elmätningen. Kommunen ville inte hjälpa till när Lars ringde för att få tips på hur man skulle gå tillväga. De gav honom istället numret till HSB. När Lars hörde med andra närliggande bostadsrättsföreningar kring mätning var de heller inte entusiastiska. -De menade att det inte var lönt att dra igång mätningen eftersom det kostar mer med administration än vad själva vinsten blir från att betala på ”vanligt” sätt, avslutar Lars.

Intervju med Roger och Iréne

Datum	25/10 kl. 19.00	Antal boende i lgh	5 + hund
Hus	Trähuset	Lägenhetens storlek	119 m ²
Våningsplan	1 & 2	Läge	N/S

Det är en blåsig kväll ute i Västra hamnen. Vinden viner runt familjen Norbergs radhus. Så fort man kliver innanför dörren blir allt varmt och stilla. Jag möts av en mysig och pratglad familj som trivs bra med sitt boende. Boendena har skiftat mycket under årens lopp. De har valt olika boendeformer för att lösa tillökning i familjen, skolgång med närhet till innerstan eller helt enkelt för att stilla sin upplevelsehunger.

När boutställningen gick av stapeln var de själva inte på området. De påverkades av tidningarna och hade ingen lust att åka dit, utom Iréne som var nyfiken. Dagen när de upptäckte området blev av en slump när mässan var över. De ville bara ut en söndag och utflyktsmålet för dagen blev Bo01. –Vi tittade runt och tyckte det var jättefint, säger Iréne. I samma veva hade de lämnat bud på ett par andra lägenheter i centrala Malmö, men lägenheten i Framtidsstaden blev mest aktuell. Lägenheten låg inom deras ekonomiska ramar och hade inget renoveringsbehov. De köpte, flyttade in på luciadagen 2001 och Roger blev ordförande i deras bostadsrättsförening. Lägenheten upplevdes som en villa trots att de bodde ”i luften” och det luktade gott av trä. Fastigheten hade dock många problem som Roger fick full insyn i. Taken läckte, golvvärmen var ojämn, fasaden sög in regnvatten och åtgärderna släpade efter.

Med tiden tröttnade Roger på det jobbiga och krävande ordförandeskapet i föreningen, samtidigt som Rickard, deras son, ville flytta hem igen ett tag. De hittade en ledig radhuslägenhet i Trähuset som stämde bra överens med deras behov. Deras lägenhet hade då stigit i pris samtidigt som Trähuset hade problem att bli av med sina. –Vi har haft tur med konjunkturer, säger Roger. Lägenheten i Trähuset var större, det föll de för, och att den hade två badrum, stor uteplats och att allt kändes mer gediget. – Men här är jag inte med i styrelsen, det bestämde vi direkt vid flytten att jag inte skulle vara, säger Roger. De menar också att man upplever det som man känner till, både positivt och negativt.

Lägenheten upplever de som rymlig och ljus, mycket pga den öppna planlösningen. Kanske inte just så öppen idag när de ställer upp och passar några bekantas växter, menar de. Fönsterna bidrar till att det blir varmt i lägenheten när solen står på. Det är å andra sidan lätt att vädra ut värmen, menar de. De har frågat om de fick sätta upp markiser för det ändamålet, men det godkändes inte. De fick till svar att det skulle påverka utseendet på fastigheten.

När vintern kommer har familjen olika värmebehov i sina olika utrymmen. Det fungerar bra, menar de, värmen sprids inte omkring så mycket. Däremot har Iréne märkt att små justeringar på radiatorerna ger stor förändring av värmeförseln. Med tanke på hur varma radiatorerna kan bli, tror de att lägenheten klarar en riktigt kall vinter, lätt. Rickard har märkt att det blir kallare när det blåser mycket och då har familjen svarat med att öka värmen. Golvvärmen använder de knappt. –När vi duschar har vi den gärna på, men det är mer för extra komfort, det är inte direkt kallt på golven, säger Iréne.

Tidigare hade de drag invid en altandörr, men det ordnade Roger till själv. Det var en gummilist som saknades, tror han. Det enda negativa är att fönsterna går inåt. Ibland behöver man luft o då vill man öppna, men börjar det regna, regnar det rakt in i karmen. Där kunde de ha tänkt till bättre. Några andra fel har de inte upptäckt, vilket de är väldigt lättade över. Och förvånade.

De får reda på att de förbrukar mycket varmvatten genom mina mätningar. –Så då får andra betala för vår förbrukning. Vi får tänka på det där sedan när vi börjar betala enskilt, säger Iréne. –Under livets olika faser jämnar det egentligen ut sig hur mycket vatten man använder, fast alla bor ju inte kvar under en så lång tid. Vattnet kostar ju inte så mycket i sig, säger Roger.

I Framtidsstaden var det mer bullrigt, här är allt lugnare och grannarna med. –Det hörs ibland när det är fest någonstans, men så är det ju överallt, säger Roger. Som mest har de bott nio år på samma ställe. Nästa gång de flyttar, väljer de gärna Turning Torso. De har faktiskt satt upp sig på intresselistan. Men det är mest som en rolig grej. –Vi gillar att röra på oss emellanåt, det ger nya upplevelser, avslutar Roger.

Intervju med Johanna och Andrew

Datum	5/10 kl. 17.00	Antal boende i lgh	2
Hus	Trähuset	Lägenhetens storlek	87m ²
Våningsplan	2 & 3	Läge	Ö/V

Andrew och Johanna var själva inte på plats när Bo01-mässan var igång. –Vi fick höra talas om området genom mina föräldrar, säger Johanna. Båda ville flytta ner från Stockholm med anledning av jobbet och närheten till föräldrarna. De tittade på ett par lägenheter på olika håll i Malmö. –Men detta var det absolut trivsammaste området, menar de. Området är så lugnt och allting ser så spännande ut med sina olika former och färger överallt, säger Andrew. Det finns heller ingen trafik i området och så ligger det nära havet. Lägenheten var den trevligaste och huset kändes som att det var bäst byggt, gediget och helt i trä. Hus kan ju ha byggproblem. Det engelska radhuset byggdes om från 4 lägenheter till 8 pga försäljningssvårigheter och stod klart nu i januari i år. –Vi köpte i maj och flyttade sedan in i juni, säger Andrew. Och de trivs bra, det märks.

När de köpte lägenheten visste de om att den var ombyggd, från att vara i tre plan, till två. –Men det hade varit bättre med tre våningar, menar Andrew. Det håller inte Johanna med om –Jag tycker det är bra som det är, jättetrevligt. Perfekt! Låg energiförbrukning var däremot inte avgörande i valet av lägenhet. –Det är nog nu under senare tid som jag har börjat fundera över det. Det är nybyggt och välisolerat, så det kan ju inte gå åt lika mycket energi, säger Johanna. Vi har fortfarande inte igång några element, trots att det redan är oktober!

Båda är de överens om att de är miljömedvetna. – Vi har ett jättestort soprum och kan sortera en massa olika saker. Vi är inte med i någon bilpool, vi har en egen bil istället. –Däremot förbrukar vi nog en hel del vatten, menar Johanna.

Utsug sitter i spiskåpa, badrum och på ovanvåningen i klädkammaren. Uteluft kommer in i arbetsrummet och vid fönsterna på ovanvåningen. Luften känns frisk, menar de. Matosen försvinner och ingenting blir kvar. Fläktens går att ställa i ett läge och fungerar mha timer. Vi öppnar fönsterna otroligt mycket, men det har ju inte med luften att göra. Vi vill bara ha mer luft, menar Johanna. Fönsterna skramlar lite när de öppnar och låser dem i ett läge. –De liksom slår lite när det blåser, menar Andrew.

–Det var varmt här under sommaren, säger Andrew. Men det har med temperaturen ute och göra, så det var helt naturligt, menar Johanna. De känner ännu inte till hur det är att bo i lägenheten under vintertid, eftersom de flyttade in nu i år. Ibland får de utvändigt kondens på sina fönster där inte något element är placerat in under. –Skönt att få veta att det inte är farligt, menar de. När något problem uppstår ringer de annars deras kontakt på byggfirman. –Vi har ju garanti och alla fel ska åtgärdas, säger Andrew. Vi fick en jättestor pärm när vi flyttade in, säger Johanna. Där står om alla material, hur det är byggt och utrustning. Vi har inte tittat så där jättemycket i den ännu, eftersom vi inte stött på några direkta problem.

De bekymras inte heller utav ljud från omgivningen. Eftersom lägenheterna är ombyggda har Johanna funderat över om de numera lägenhetsavskiljande bjälklagen är väl ljudisolerade. –Vi hör ingenting från grannarna, men kanske hör de oss här ovanpå, menar hon. Ljuset är bra i hela lägenheten, utom i köket, där vi behöver en lampa. Ljuset på ovanvåningen är fantastiskt, menar Johanna och Andrew, där trivs vi bäst!

Intervju med Anki och Fredrik

Datum	8/10 kl. 16.00	Antal boende i lgh	2
Hus	Trähuset	Lägenhetens storlek	53 m ²
Våningsplan	2	Läge	Ö/S

Anki och Fredrik hittade sin drömlägenhet på internet efter bomässans slut. De båda bodde då i en äldre lägenhet i centrala Göteborg som behövde renoveras. När de upptäckt lägenheten här i Malmö bad de Ankis syster i Malmö att cykla ner och se vilket hus det var. De blev inte besvikna när de sedan åkte ner för att titta. –Vi kände att det var HÄR vi ville bo, och ingen annanstans, säger Anki övertygande. De gillade läget, närheten till havet, rekreationsområdena, hundrastplatserna, närheten till stan och trädgården som tillhör Trähuset. –När vi kom in slogs vi av en speciell stämning. Det är en speciell känsla med trä i jämförelse med stumma betongtrappor, menar Anki. Vid visningen fick vi känslan av att det inte fanns så många lägenheter kvar, så vi slog till och köpte denna. Vi fick höra lite om de ekologiska aspekterna, vilket kändes bra, men det var inte avgörande för köpet. Sedan var det trevligt att komma närmre våra syskon som redan bor här nere. Inga tvivel, de sålde lägenheten i Göteborg och flyttade ner tillsammans sin söta hund, Melker. De fick höra om vilka material som finns inbyggda i huset och att det inte skulle vara lyhört. –Vi trivs väldigt bra, planlösningen är bra, säger Fredrik, men de kunde ha varit mer finurliga och tänkt på utnyttjade utrymmen mer. Ytan passar oss bra, med tanke på att jag oftast inte är hemma i veckorna. Vi kan sitta 12 personer i köket.

Tankarna om miljö och låg energiförbrukning var inte aktuell vid själva köpet, det såg de mer som självklart för nybyggda fastigheter i allmänhet. –Vi försöker göra vårt bästa för miljöns skull genom att källsortera, trots att vi inte har så mycket plats till det. När vi vädrar, vilket händer ofta, drar vi ner elementen så att de inte står och varmdrar, säger Anki. I badrummet har vi däremot alltid värmen på, eftersom vi torkar mycket kläder där. Sedan vill vi ha igång alla möjliga mätare för att kunna betala för den energi som varje lägenhet förbrukar. Möjligheterna finns ju. Det kommer att leda till en bättre medvetenhet och ett mer energieffektivt boende.

Ventilationen i lägenheten fungerar inte riktigt som den skall. När de lagar mat sprider sig matosen i hela lägenheten pga den öppna planlösningen. Vill de öppna fönsterna för att vädra vid matlagning, så fungerar inte fläkten. Entreprenörerna har mätt flödet i köksfläkten, men de konstaterar att allt är som det ska. –Och vi har rengjort filtret, säger Anki. Det ryktas om att fler boendegäster har fått sina fläktar utbytta mot fläktar med motor i. Om de tänder ljus eller har gäster hemma blir det varmt och då behöver de öppna fönster. De känner däremot inte att inneluften annars är onaturlig. –När vi sover har vi oftast fönstret i sovrummet öppet. Vi gillar att ha kyligare när vi sover, säger Fredrik. På sommaren blir det ganska varmt, då vädrar vi mer och fäller ner rullgardinerna. Det är varmt ända fram till kvällen.

Annars kan ljudet vara besvärande. –Vi hör när grannarna går här ovanpå eller pratar, säger Anki. Det är mätt, konstaterat och ska åtgärdas framöver. Det har gått på garantin och åtgärderna kan vara att lyfta upp golvet och lägga in en isolerande matta. Det är i vertikalled som de ljudmässiga problemen finns, vi hör inget från grannarna på samma våningsplan. Sedan har vi nog oisolerade rör som löper mellan våningarna i ett schakt i ett hörn i köket. – Det låter som ett 1800-talshus. Det är riktigt dåligt, det skvalar, menar Fredrik. Och inte så aptitligt. –Vi tog upp det under slutbesiktningen, men de har inte ens noterat det, säger Anki. Däremot har de lagat repor i parkettgolv osv, men sådant struntar vi fullständigt i. Detta är väsentligare.

Åtgärder som annars har gjorts under garantitiden är injusteringar av varje element eftersom det blev lite kallt förra vintern. –Vi upplevde också drag från balkongdörren förra vintern, vilket blev åtgärdat efter två vändor, säger Anki. En energibesiktning har även gått ut till alla boende om att se över sina lägenheter, som t ex droppande kranar och dragiga fönster. Vad de har hört har det klagats på drag från antennuttag och från köksskåp.

–Det som är jobbigt är sammanfattningsvis stegljud, fläkten och det högljudda schaktet. Men vi gillar lägenheten starkt, så blir detta bara åtgärdat kommer vi trivas här ända tills den dagen då havet lockar mer, säger de båda drömmande. Nu är vi iallafall så nära havet som vi bara kan.

8.5 Intervjusammanställning för Framtidsstaden

Intervju med Gert och Marianne

Datum	29/9 kl. 13.00	Antal boende i lgh	2
Hus	Framtidsstaden	Lägenhetens storlek	79,5 m ²
Våningsplan	3	Läge	N/O

Redan vid boutställningen blev Gert och Marianne intresserade av en lägenhet i Framtidsstaden. Det var en visningslägenhet med en mysig takterass som lockade Marianne mycket. Förra sommaren år 2003 uppstod tankar om flytt från det stora huset i Perstorp till Malmö. I Perstorp hade de sin gemensamma verksamhet med studio osv i fastigheten som de ägde själva. De var framför allt havet och de ekologiska aspekterna som blev avgörande vart flyttlasset skulle gå. De hittade en lägenhet i Framtidsstaden direkt av en tillfällighet som var till salu av dåvarande styrelseordförande Roger Norberg med familj.

De båda trivs mycket bra i lägenheten, vilket märks i deras sätt att tala om lägenheten. Det lyser om dem båda när de berättar om hur väl deras liv harmoniserar med deras val av boende. Både Marianne och Gert är miljömedvetna. De sopsorterar gärna och bidrar till en grönare värld. De har sålt sin bil och känner ingen avsaknad. Vid behov kommer de framöver att hyra bil.

Ventilationen i lägenheten är driven av en frånluftsfläkt i fastigheten. Inblås sker vid ovankant fönster och utsug finns i klädkammare och badrum. Men, menar Gert, spjället i fönsterkarmen var omvänt förut och släppte inte in någon luft. Det ordnade han till själv och sedan dess strömmar frisk luft in i vardagsrummet. I klädkammaren ger frånluftsdonet ifrån sig betydligt mer ljud än i badrummet. Luftkvaliteten anser de vara mycket god och båda sover de mycket bra i sin lägenhet.

Värmen tillförs bostaden genom golvvärme, som krånglar lite. Trots att värmeinställningen står på minimum är det kännbart varmare i arbetsrum och klädkammare. Det tycker Marianne och Gert är slöseri med energi. Nere i en hörna i klädkammaren finns installationsanordningar. För övrigt har bostaden lagom temperatur.

Elen ingår inte i hyran, däremot gör vattnet det. De är båda intresserade när vi pratar om mitt andra hus och vad som är möjligt att genomföra med enkla mätare. Det borde bidra till betydligt energisnålare boende menar de. De anser att elräkningen, som de får separat utanför hyran, är högre än vad de först trodde, jämfört med gamla villan i Perstorp. Kabel-tv ingår i hyran och det skulle även bredbandet göra. Men vid inbyggnaden lades för smala rör, så att det inte gick att koppla in. Nu ska de installera ADSL istället på egen hand.

Under den första tiden har en del problem uppstått som fastighetsförvaltaren Cymko har fått ta tag i. De förlängde då garantitiden för att kunna tillgodose lägenhetsinnehavarnas eventuella problem. Vad Gert och Marianne känner till har injustering av ventilation genomförts, eftersom några hade problem med dragkåporna i kök.

Både Marianne och Gert tycker att läget är oerhört lugnt och fridfullt. Ljuset upplever de som tillfredsställande. De har ljusinsläpp från både nord, öst och lite söder menar de. Kvällstid på sommaren får de in en strimma ljus genom nordfönstrena som de upplever som väldigt behagligt ljus. Vid stark sol i öst dras gardinerna för i vardagsrummet.

Intervju med Petra och Björn

Datum	12/10 kl. 18.00	Antal boende i lgh	2
Hus	Framtidsstaden	Lägenhetens storlek	78,3 m ²
Våningsplan	2	Läge	N/Ö

Både Petra och Björn har bott i Malmö under flera år. Björn kommer från Oxie och Petra från Malmö. Däremellan har Petra utbildat sig och bott i Karlskrona. Björn bodde i Slottsstaden när de träffades. I februari i år ville de flytta ihop på riktigt och valde då Framtidsstaden av flera anledningar. –Dels var det lägenheten i sig, storleken var lagom för oss och vår hund, sedan var det läget nära havet, stan och förbindelserna, säger Petra. Lägenheten kändes prisvärd gentemot andra i området som såldes vid samma tillfälle.

Miljömedvetenheten finns, de sorterar sitt avfall så gott det går och de reser dagligen kollektivt. –Men vi har egen bil, det är skönt, säger Björn. Värmeförbrukningen reglerar de när de inte är hemma under längre perioder, då sänker de reglaget för golvvärmen.

–Vi ska nog sätta på värmen nu i dagarna, det börjar bli lite kyligare nu, menar de. Sedan tar det lite tid innan det sätts igång ordentligt. Golvvärmen tycker de är bra, det blir lätt att möblera och mindre att städa. Vi håller inte på att ändra mellan när vi är hemma eller inte hemma om dagarna, för det tar tid innan det värms upp igen. Lägenheten under tillhör fastighetsskötaren och är för tillfället inte uppvärmd, vilket borde påverka vår värmeförbrukning, menar de. Vi har fått någon slags kondens på de yttre fönsterna, det verkar lite konstigt, säger Petra. De tror att det är på insidan av det yttre fönstret. På sommaren blir det varmt i lägenheten. –Vi undrar hur de andra i huset har det, säger Petra, vi har ändå lägenhet mot nordost, så de andra borde ha jättevarmt. Det som stör är att värmen är svår att vädra ur.

Ventilationen verkar fungerar bra i lägenheten, matosen försvinner när de lagar mat.

–Det enda vi gör är att ibland vädra lite i sovrummet för att det känns lite inestängt. Jag behöver mer syre, säger Petra. Det finns inblåsningsventiler i både arbetsrum, vardagsrum och sovrum. –Men de har vi inte alltid öppna, det känns som de drar ibland om man sitter länge nära fönstret, speciellt när det är kallare, säger Petra.

–Grannarna är väldigt tysta, vi störs inte alls av dem, så ljuden i huset är svåra att bedöma, säger Petra.

–När någon går i trappan dunkar det ibland rätt mycket, säger Björn. –Ja, och när grannarna ovanpå går och lägger sig kan vi ibland höra fotsteg, säger Petra. Vi har frågat dem om de hör när vår hund ylar, men det gör de inte.

Lägenheten är väldigt tyst i jämförelse med vad Björn har bott i tidigare. –Och så är här ingen trafik heller, det är jätteskönt, säger Björn. –Någoting som däremot hörs är när någon stänger dörren till soprummet här nedanför, då vibrerar hela fasaden. Men grannarna ovanför hör inte det, säger Petra. Alla rum utom vardagsrummet behöver tillföras ljus på kvällstid. Under sommarhalvåret när de ska titta på tv kan vardagsrummet tom bli för ljusst.

Det verkar som om att en del har bott här under kort tid och sedan flyttat. –Det är många som flyttat runt sedan det byggdes, säger Petra. –Det pågår fortfarande en del reparationsarbeten, säger Björn, det kan vara en anledning. Petra och Björn trivs mycket bra och har nära till strandpromenaden när de ska ut med hunden. Här kommer de att stanna ett tag, tills de någon gång framöver blir sugna på hus. –Och det får gärna vara vid havet, säger Björn.

Intervju med Johan och Jenny

Datum	7/10 kl. 18.30	Antal boende i lgh	2
Hus	Framtidsstaden	Lägenhetens storlek	63 m ²
Våningsplan	3	Läge	S/Ö

Direkt efter boutställningen blev Johan intresserad av en lägenhet på Bo01. -Alla lägenheter här ute var jättedyra, men denna fastigheten höll hyfsade priser, säger Johan. Dessutom gillade han det attraktiva läget och tyckte att det var trevligt med ett hus helt i trä. Han flyttade in i sin lägenhet på 42m² i oktober 2001. På våren träffade han sin nuvarande sambo, Jenny, som då bodde ute vid Sorgenfri. Efter en tid ville de flytta ihop och de fick till en deal med fastighetsförvaltaren om en större lägenhet. Jenny sålde sin lägenhet, eftersom hon upplevde detta området bättre. –Här är allt fräschare, läget med havet är kanon och bussförbindelserna till stan går tätt, säger Jenny. Jenny jobbar själv i Malmö och kan oftast cykla till jobbet, men hon använder sig av bussarna vid sämre väder. Johan pendlar med deras bil till jobbet i Lund varje dag.

De båda trivs mycket bra i lägenheten. Planeringen av ytorna är bra och de har sol hela dagen på balkongen. Utrustningen är bra, de har egen tvättmaskin i lägenheten. Vad de känner till har de ingen möjlighet att själva läsa av energiförbrukningen. Fastighetsförvaltaren sköter hyrorna åt dem. Vattnet ingår, men elen betalar de separat.

Värmen i lägenheten är mycket god. Jenny är lite frusen av sig, så det passar henne. –En del som kommer hit tycker att det är varmt, säger Jenny. Än har vi inte behövt sätta på någon värme. När vi snart gör det är det svårt att bedöma hur mycket vi behöver. Det tar ett tag innan vi hittar en lagom nivå. Det tar lång tid innan någon skillnad märks, normalt en halv dag, så vi måste planera temperaturen, säger Jenny. Sedan sprids värmen mellan rummen också, säger Johan, så det blir lika varmt överallt. Ibland vill vi ha olika varmt i sovrum och vardagsrum. Sänker vi då värmen på kvällen, fryser vi på morgonen. Normalt har de aldrig värmen på i Johans datarum eller i sovrummet. - Av den aspekten hade det varit bra att ha sovrummet mer avskilt, säger Johan.

De har inte känt av något drag. När det blir för kallt stänger de uteluftsventilerna. -När det blåser mycket upplever vi bara att det blir kallare i lägenheten och då får vi öka värmen därefter, säger Jenny. Toalettgolvet kan vara fläckvis kallt, trots att de har haft värmen på max. Så var det även i Johans gamla lägenhet. –Golvvärmen verkar inte fungera riktigt som det ska, säger de. Vi har fått lappar ibland om att ändringar har gjorts det har blivit bättre, men det är fortfarande väldigt varmt i förråden. –En riktig resursslösare, menar Johan. Förrådet är fortfarande varmare än vår lägenhet och vi har därför inte tillgång till något kallt förvaringsutrymme.

Föreningen ger ut lappar ibland om vad som händer, oftast när besiktningar ska göras. Vad de känner till har taken reparerats, eftersom det regnade in i några lägenheter. -I vår lägenhet regnade det in vid balkongdörren vid ett tillfälle, men det var under väldigt extrema förhållanden. Det var en sådan dag när det bara störtregnade och det blåste oerhört mycket, säger Jenny. Det fanns inte en fläck på huset som inte var våt! Det blev en lite pöl på golvet, men sedan dess har det inte inträffat. Andra i fastigheten har haft värre problem, men allt har nog åtgärdats. Det droppar ibland ifrån undersidan av loftgångarna. -Hoppas att det inte händer någonting med skivan där när vatten får stå stilla där för länge. Det ser tråkigt ut, vattnet borde ledas ut på någon plåt eller liknande, menar Johan. I besiktningarna har färre och färre problem rapporterats. Den senaste besiktningen var för bara några veckor sedan, kanske den sista.

Ibland hör de att det skrapar i golvet när grannarna flyttar sina möbler i lägenheten ovanför. Däremot hör de aldrig någon som pratar, men musik hörs igenom ibland. Stegljud hörs emellanåt, ibland susar det när någon spolar i toaletten eller när någons tvättmaskin centrifugerar. -Jag är väldigt känslig för ljud i och för sig. Johan hör ingenting, säger Jenny. -Inne i fastigheten tycker inte jag att man störs så mycket, vi hör inte längre när folk går i loftgångarna. Det gjorde vi förut i den gamla lägenheten när vi hade sovrummet intill loftgången, säger Johan. -Vi hör däremot grannarna i fastigheten bredvid, när de är i sin trädgård. Det ekar mellan husen också. Har vi dörren öppen hör vi allt de säger och de är inte högljudda. Det vi hör i huset är försumbart i jämförelse med detta, säger Jenny. Vi hör ingen trafik

överhuvudtaget, det är bara byggena som stör, men man vet att det försvinner efter hand. Det är just under natten som ljuden är störande, tex från den grekiska restaurangen under sommaren.

Det är väldigt ljust och fint i lägenheten, de tänder bara mysbelysning på kvällarna. Det är egentligen bara i badrummet som det alltid behövs ljus, säger Johan. Under hela sommaren behöver vi rulla ner och vädra.

Utrustningen fungerar väl i stort sett hela lägenheten. -Det är bara någon vajsing med diskmaskinen, vi behöver ofta köra den två gånger för att disken ska bli ren. Toaletten står och rinner ibland och då behöver vi oftast spola mer än en gång än vad man ska behöva, säger Jenny.

Intervju med Conny

Datum	18/10 kl. 17.30	Antal boende i lgh	3
Hus	Framtidsstaden	Lägenhetens storlek	63,5 m ²
Våningsplan	1	Läge	S/V/Ö

Det är måndag kväll och till intervjun kommer Conny småspringande. För dagen har han varit i Halmstad för att hjälpa till att utveckla ett nytt idrottscenter i Halmstad. Han har många järn i elden. För ett tag sedan startade Conny och en kollega, båda sjukgymnaster i grunden, upp ett konsultbolag som utvecklar produkter till psykiatri och kriminalvård. De ser behoven och utvecklar sedan produkterna därefter. Hittills har de blivit belönade med ett pris för ett funktionsplagg som de utvecklat. Som backup till företaget håller han fortfarande kvar i en hel del trådar från idrottsvärlden

Conny har bott i Framtidsstaden sedan juni i år. Innan dess bodde han i en etta i centrala Malmö. Den lösningen var från början meningen att vara temporär, men pga mycket jobb bodde han kvar längre än beräknat. När så delar av hans familj valde att flytta till Bo01, valde han att följa efter. Till en början var lägenheten vald mest av praktiska skäl, men nu ångrar han inte det för en sekund. –Det e trevligt här. Här är väldigt lugnt och behagligt. Jag gillar hela stadsdelen som håller på att bli. Och arkitekturen, jag är allergisk mot det fyrkantiga och allmänt vanliga, här händer lite, säger han. Conny besökte aldrig själv Bo01-mässan, han var mest irriterad över hur det sköttes. Vid ett senare besök var allting halvfärdigt och han fick en plottrig känsla. –Det såg ut som man slängt ihop en massa stilar och det saknades en röd tråd, säger Conny. Men ju mer tiden gick, desto mer helhet blev det. Idag upplever han allt bara lugnt i området. Även vid mycket folk på stranden är det lugnt utanför hans lägenhet. – Här slipper vi all trafik och ljud, här är alldeles tyst och skönt. Barnen kan springa ut hur de vill, lekplatserna är lite få bara, menar han. Connys barn är 4 och 6 år gamla.

I samband med köpet tittade han lite på ekostadens hemsida. –Om man bor i ett sådant här boende, bidrar man till ekologiskt tänkande. Hela paketet på en gång, säger Conny. Tidigare hade han inte riktigt viljan att sortera, men nu är han betydligt duktigare. Nu när det är nära inpå blir det också enkelt. Den senaste tiden har han varit mycket hemma och värme har behövts sedan oktober.

Han är mycket nöjd med planlösningen. Värmen sprider sig jämnt i lägenheten. Det är välutnyttjade ytor. 63,5m² känns större än vad det egentligen är. Totalt sett är Conny mycket nöjd med det mesta och lägenheten känns problemfri. Golvvärmen är lite fläckvis, men det blir den nästan alltid iallafall efter Connys erfarenheter. –Det känns både på trä och klinkergolven, men mest på klinkern, säger han. Det har varit lite bekymmer med huset som har tagits om hand efter besiktningarna. Denna lägenheten har inte haft något behov vad han känner till.

På sommaren blir det väldigt varmt, eftersom solen ligger på i både söder och väster. Då blir han tvungen till att vädra när han kommer hem om dagarna. Men det går snabbt att bli av med den oönskade värmen. –Värmen som blev kvar störde inte mig längre när det var dags å sova. Fönsterna är inte så genomtänkta, de går inåt och samlar skräp i mitten mellan glasen, menar han. Persiennerna gör att de inte kan öppnas fritt. Lägenheten är genomgående, så det är enkelt att vädra igenom. Luften i lägenheten upplever han som ren och behaglig. Matosen försvinner vid matlagning, så fläkten fungerar ändamålsenligt.

Conny hör inte mycket från grannar eller utifrån. Problemet är i sovrummet. –När någon går i trappan blir det rena resonanslådan, menar han. Han kan höra stegljud ovanifrån, men det är inte i hög grad och helt ok, det stör honom inte. I horisontalld hör han inte något. –Ingen klagar på oss heller, barnen kan ju hoppa o stoja ibland. På så vis är det bra att bo på bottenvåningen, säger Conny. Lägenheten upplever han som väldigt ljus. Lampor osv används inte mer än under kvällstid. Persiennerna drar han inte ner för ljusets skull, bara för värmen.

Han har kontaktat fastighetsskötaren i ett ärende hittills. –Det var ett getingbo här utanför. Getingarna stack båda mina barn, så Anitcimex fick komma och ta bort boet. Det fungerade smärtfritt och gick snabbt, säger Conny. Det kommer att dröja länge innan Conny flyttar från Framtidsstaden, som det känns nu. –Jag är en stadsmänniska, så trädgården saknar jag inte direkt, avslutar Conny.