



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



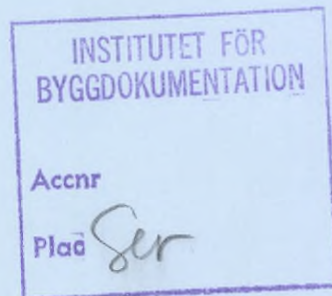
Rapport

R32:1987

Energispar kvarter i Umeå

Erik Högberg
Christer Nordin
Olov Sandberg
Ronny Östin

K/A



Byggforskningsrådet

R32:1987

ENERGISPARKVARTER I UMEA

Erik Högberg
Christer Nordin
Olov Sandberg
Ronny Östin

Denna rapport hänförs till forskningsanslag 811368-0
från Statens råd för byggnadsforskning till Stiftelsen
Bostaden, Umeå.

REFERAT

Projektets syfte har varit:

- * att utveckla metoder för att genomföra energisparprogram i praktiken
- * att utveckla hjälpmedel för säkrare "husdiagnoser"
- * att utvärdera olika energisparåtgärder i praktiken
- * att följa upp påverkan på fastighetsekonomin (hyran)

I etappen 2 har ett antal åtgärds paket utvärderats ur teknisk, fastighetsekonomisk och energisparsynpunkt:

- Baspaket med komplettering av termostatventiler och injustering av värmesystem
- Vattenbesparande åtgärder
- Individuell hushållsel
- Värmeåtervinning ur frånluft med värmeväxlare och värmepumpar
- Tredje glasrutan

Planerade energisparresultat har uppnåtts. I det hus där flest åtgärder vidtagits har förbrukningen minskat från 15.700 kWh per lägenhet till 9.600, d v s ca 40 % och återstående förbrukning utgör ca 130 kWh/m² för värme och varmvatten.

I slutrapporten redovisas också hur åtgärdernas lönsamhet påverkas av förändringar i energipriser och finansieringsvillkor samt vilka krav som måste ställas på projektledningen för att nå och uppehålla energisparresultat i praktiken.

I Byggforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

R32:1987

ISBN 91-540-4706-4

Statens råd för bygnadsforskning, Stockholm

Svenskt Tryck Stockholm 1987

INNEHÅLL

0.	SAMMANFATTNING	1
0.1	Målsättning	1
0.2	Beskrivning av bostadsområdet	2
0.3	Mätprogram	2
0.4	Åtgärdsprogrammet	3
0.5	Baspaketet	3
0.6	Övriga åtgärder	3
0.7	Uppnådda besparingar	3
0.8	Utvärdering av energibesparingen	5
0.9	Fastighetsekonomiska konsekvenser	5
0.10	Energisparande - inte bara teknik	6
1	ALLMÄNNA FÖRUTSÄTTNINGAR	8
1.1	Projektets bakgrund	8
1.2	Projektets syfte	8
1.3	Beskrivning av bostadsområdet	8
1.3.1	Urval och representativitet	8
1.3.2	Byggnadsteknik och installationsteknik	9
1.4	Åtgärdsprogrammet	11
1.5	Tidplan och uppläggning i stort	12
1.6	Projektets organisation	12
1.7	Nyttiggörande av resultaten	13
2	MÄTPROGRAM	14
2.1	Mätsystem	14
2.2	Analysmetodik	15
3	ENERGISPARKVARTERENS ENERGIFÖRBRUKNING	17
3.1	Energiförbrukning på kvartersnivå	17
3.2	Differenser mellan kvarterens energiförbrukning	19
4	FASTSTÄLLANDE AV ENERGI/EFFEKT-BALANS	21
4.1	Beräkningar	21
5	BASPAKETET	26
5.1	Åtgärder	26
5.2	Effekt (kv Assistenten)	27
5.3	Kommentarer	29
5.4	Hinder	30
5.5	Slutsats	30
5.6	Effekt (kv Amanuensen)	30
5.7	Kommentarer	32
5.8	Hinder	33
5.9	Slutsats	33
6	VATTENBESPARANDE ÅTGÄRDER	34
6.1	Åtgärd	34
6.2	Effekt	34
6.3	Kommentar	36
6.4	Hinder	36
6.5	Slutsats	37

INNEHÅLL forts

7	INDIVIDUELL EL	38
7.1	Åtgärd	38
7.2	Effekt	38
7.3	Kommentar	39
7.4	Hinder	39
7.5	Slutsats	39
8	VÄRMEÅTERVINNING FTX	40
8.1	Mätningar	42
8.2	Resultat	42
8.3	Kommentar	48
8.4	Slutsats	49
9	FRÅNLUFTSVÄRMEPUMP, FVP I	50
9.1	Åtgärd	50
9.2	Mätningar	52
9.3	Driftserfarenheter	52
9.4	Resultat	54
9.5	Kommentar	60
9.6	Hinder	60
9.7	Slutsats	60
10	FRÅNLUFTSVÄRMEPUMP, FVP II	62
10.1	Åtgärd	62
10.2	Mätningar	63
10.3	Driftserfarenheter	64
10.4	Resultat	65
10.5	Kommentar	68
10.6	Hinder	68
10.7	Slutsats	68
11	3:E GLASRUTAN	70
11.1	Åtgärd	70
11.2	Effekt	70
11.3	Kommentar	74
11.4	Hinder	74
12	FASTIGHETSEKONOMI	75
12.1	Inledning	75
12.2	Allmänna förutsättningar	75
12.3	Effektanpassning till faktiskt behov	76
12.4	Baspaketet	77
12.5	Vattenbesparing	77
12.6	Frånluftsvärmeväxlare 12 lgh	78
12.7	Frånluftsvärmepump 12 lgh	78
12.8	Frånluftsvärmepump 39 lgh	79
12.9	Tredje glasruta	80
12.10	Jämförelse mellan olika åtgärder	80

INNEHÅLL forts

13	GENERELLA SLUTSATSER	85
13.1	Inledning	85
13.2	Byggherren måste ställa krav	85
13.3	Programkraven måste säkras	85
13.4	Pröva åtgärdspekten i pilotprojekt	86
13.5	Resultaten måste följas upp	86
	REFERENSER	87
	SUMMARY IN ENGLISH	

BILAGA 1 Enkät

BILAGA 2 Spårgasmätningar

BILAGA 3 Mätnoggrannhet

FÖRORD

Att spara energi i praktiken är betydligt svårare än att göra det i klimatlaboratorium. Framförallt krävs tålamod och uthållighet hos företagsledning och personal att under flera år prioritera energisparandet i det utvalda området - ibland i konflikt med andra intressen.

Vi vill därför tacka direktör Tore Östman, energiingenjör Svante Sjöstrand och maskinist Jan Sandberg för att de hjälpt oss genom alla svårigheter som FoU-projekt av denna typ innebär.

Att mäta och verifiera energisparande i praktiken innebär betydande svårigheter att hålla allt utom försöksparametrarna under kontroll - under lång tid.

Att vi klarat uppgiften får till mycket stor del tillskrivas docent Olov Sandberg och fil kand Ronny Östin från Fysiska institutionen på Umeå Universitet. Tack vare dem och deras datorer föreligger resultaten samtidigt som projektet avslutas.

Vi vill också tacka BFR som vågade sig på att göra fullskaleprov och gav oss ordentlig tid för den slutliga utvärderingen. En hel del av lärdomarna finns samlade i denna rapport. Vi har försökt att hålla nere rapportens omfattning och bara tagit med det vi tycker är det väsentligaste. De brister som trots allt finns får tillskrivas oss som projektledare.

Täby 1986-09-30

Erik Högberg

Yngve Öberg

0. SAMMANFATTNING

0.1 Målsättning

Umeåprojektet är ett av de s k energisparkvarter som BFR initierade 1981. Projektet startade på allvar våren 1982 och går ut på att pröva energisparåtgärder i full skala i befintlig bebyggelse.

Genom ett omfattande mätprogram ska spareffekter av såväl enskilda åtgärder som kompletta paket fastställas.

Projektet har genomförts i ett större bostadsområde i Umeå. En viktig utgångspunkt har varit att spara energi utan att kostnaderna blir så höga att boendekostnaderna ökar. Detta innebär dels att gällande finansieringsregler och marknadssituationen för olika produkter påverkar valet av åtgärder, dels att energisparåtgärderna söks inom området relativt känd teknik.

För att långsiktigt säkra energibesparingar i beståndet krävs insatser alltifrån en pålitlig diagnos av sparmöjligheterna till ett styrt genomförande och uppföljning. För projektet har därför följande målsättningar satts upp:

- * att utveckla metoder för att genomföra energisparprogram i praktiken
- * att utveckla hjälpmedel för säkrare "husdiagnoser"
- * att utvärdera olika energisparåtgärder i praktiken
- * att följa upp påverkan på fastighetsekonomin (hyran)

Referens:

BFR-rapport 86:

Energisparkvarter Umeå

Kvalitetsstyrda åtgärds paket sparar upp till 40 % energi i 70-talshus

0.2 Beskrivning av bostadsområdet

Det utvalda bostadsområdet ägs och förvaltas av Stiftelsen Bostaden i Umeå. Det byggdes under åren 1970-71. Totalt i de två kvarteren finns 31 hus med sammanlagt 476 lägenheter.

Byggnadsteknik

De utvalda husen är byggda i 2-4 våningar. Husen är av relativt "tung" typ med bjälklag, gavelväggar samt bärande innerväggar av betong. Sidoväggarna är av lätt konstruktion med isolering av mineralull och hela huset har en fasad av tegel. k-värdet för väggarna är 0,3-0,35.

Vindsbjälklaget är av betong och har en isolering av 400 mm kutterspån med ett beräknat k-värde på 0,3.

Värmesystem

Ventilationen har både från- och tilluft. Området försörjs med fjärrvärme via en undercentral i vardera kvarteret. Tappvarmvattenberedning sker centralt i undercentralerna.

0.3 Mätprogram

För att kunna dra säkra slutsatser av de genomförda åtgärderna lades ett omfattande mätprogram upp. Utgångspunkten var en målmedveten satsning på datoriserade hjälpmedel vad avser såväl insamling som efterföljande analyser.

Vid utvärderingen användes två huvudprinciper:

Före- och eftermätningar

För samtliga berörda hus påbörjades mätningarna i god tid före genomförandet av åtgärdsprogrammet så att husens förbrukningsprofil kunde fastställas.

Referenshus

Till varje åtgärdshus utvaldes ett referenshus med vilket mätresultaten löpande kunde jämföras. Tack vare den goda tillgången på jämförbara hus visade sig denna analysprincip snabbt kunna ge säkra resultat.

Löpande utvärdering veckovis

Den löpande utvärderingen genomfördes veckovis med dataanalyser i diagram och tabellform. Resultaten följdes regelbundet upp i diskussioner med fastighets-skötare, vilket gav en mycket värdefull kontroll och säkerställde en god kontinuitet i utvärderingen.

0.4 Åtgärdsprogrammet

Åtgärdsprogrammet delades upp i två steg för att så nära som möjligt anknyta till hur en fastighetsägare normalt bör gå tillväga. I det första steget genomfördes ett baspaket av åtgärder i samtliga hus i båda kvarteren.

0.5 Baspaketet

I detta åtgärdspaket ingick åtgärderna:

- * komplettering av termostatventiler
- * injustering av värmesystemet

Fönstertätning samt tidsstyrning av ventilationen genomfördes åren innan projektet startades.

0.6 Övriga åtgärder

Övriga åtgärder genomfördes selektivt i enstaka hus eller kvarter. Dessa åtgärder var:

- * vattenbesparing; byte av samtliga blandare i kv Amanuensen
- * individuell debitering av hushållsel
- * frånluftsvärmepumpar (FVP) och luft/luftvärmeväxlare FTX
- * tilläggsglasning, 2-till 3-glas
- * avstängning tilluft, FT- till F-ventilation

0.7 Uppnådda besparingar

Innan projektet startade var den totala energiförbrukningen på kvartersnivå ca 235 kWh/m² lgy.

Baspaketet

I kv Assistenten har vi ej kunnat konstatera någon signifikant reduktion av energiförbrukningen med anledning av baspaketet.

I kv Amanuensen, där injusteringen genomfördes till ett lägre flöde, erhöles en besparing på ca 12 kWh/m² lgy/år, vilket motsvarar 5 % av årsförbrukningen på kvartersnivå. Återstående energiförbrukning är efter baspaketets genomförande ca 220 kWh/m² och normalår.

Vattenbesparande åtgärder

I kv Amanuensen utbyttes samtliga blandare till nya av ettgreppstyp. Dusch och badkar försågs med termostatblandare. Detta resulterade i en årsbesparing av kallvatten på 10 %, +/- 4 %. Varmvattnet reducerades med 13 %, +/- 6 %, vilket motsvarar en energibesparing på 3,5 kWh/m² lgy/år.

Individuell debitering av hushållsel

I båda kvarteren har övergång till individuell el genomförts. Detta har resulterat i en besparing på 10, +/- 4 kWh/m² lgy och år från en årsförbrukning på 60 kWh/m² lgy och år eller ca 4.400 kWh/lgh och år.

Elbesparingen kan därmed anges som 17 +/- 8 % av den totala elförbrukningen.

Värmeväxling FTX

En dubbel plattvärmeväxlare installerades i ett hus med 12 lägenheter och en total bruksarea av 878 m². Besparingen för ett normalår har uppmätts till 21,7 MWh/år för detta hus, vilket motsvarar 25 kWh/m² lgy/år. Av energiförbrukningen, värme och varmvatten, utgör detta ca 12 %. Den möjliga besparingen reduceras av igenfrysning av växlaren, vilket sker för utetemperaturer lägre än - 10 grader.

Värmepump i hus med 12 lägenheter

Värmepumpen är i detta hus kopplad med förångaren direkt i frånluftskanalen. Den producerar varmvatten och ger också viss basvärme genom HE-radiatorer anslutna till VVC-slingan samt förvärmer tilluften med ett TA-aggregat.

Värmepumpens täckningsgrad är ca 45 %.

Den faktiska, uppnådda besparingen för huset är 52,4 MWh, vilket motsvarar 54 kWh/m² lgy och normalår eller 25 % av energiförbrukningen.

Den installerade värmepumpen är överdimensionerad och har en systemvärmefaktor som i medeltal uppgår till 2,1.

Värmepump i hus med 39 lägenheter

Installationen är av indirekt typ och har en vatten/glykol-blandning som kyler frånluften.

Värmepumpens täckningsgrad är i det här fallet ca 40 %. Den faktiska energibesparingen uppgår till 135,9 MWh årligen eller ca 26 % av energiförbrukning. Systemvärmefaktorn som är 3,0 resulterar i att systemet får en mycket gynnsammare ekonomi jämfört med föregående.

Tilläggsglasning

Komplettering till 3-glas har genomförts i totalt tre hus. Den resulterande faktiska besparingen har uppmätts till 8 kWh/m² lgy och år, vilket utgör ett medelvärde för de tre husen.

Resultatet motsvarar 4 % +/- 1 % av den totala energiförbrukningen på kvartersnivå.

0.8 Utvärdering av energibesparingen

Vi har beskrivit vilka energisparresultat de enskilda åtgärderna lett till. Vi har uppnått och kunnat mäta upp planerade besparingar för genomförda åtgärder. Det baspaket som innebar en temperatursänkning ned till 20 grader C i lägenheterna har lett till att många hyresgäster i vår enkätuppföljning har klagat på för låg temperatur. Detta har förstärkts av att tilluften stängts av så att draget genom ytterväggen ökat. Tendensen är dock densamma i det kvarter, där inga ändringar av inneklimat gjorts.

Det verkar som om kraven på bra inneklimat har ökat under de år projektet pågått.

I ett av husen är en kombination av åtgärder genomförd (baspaket, vattenbesparing, värmepump och tredje glasrutan). Där har också den största totala besparingen uppnåtts. Förbrukningen har där gått ned från ursprungliga 15.700 kWh per lägenhet till ca 9.600 kWh eller med ca 35-40 %. Återstående förbrukning ligger alltså på ca 130 kWh per m². Observera att en viss osäkerhet föreligger betr de sammanlagrade effekterna av olika åtgärder.

0.9 Fastighetsekonomiska konsekvenser

När energisparprogrammet påbörjades räknade alla med fortsatta energiprishöjningar på ca 2 % över inflationen, som då uppgick till ca 8 %. Utvecklingen har dock visat att både inflation och energiprisökningar har hållits nere och inte förväntas ligga på samma höga nivå i fortsättningen. Energitaxan i Umeå har dessutom anpassats till energiproduktionen och innehåller idag en stor andel fasta avgifter. Detta innebär att besparingar inte omgående kan tillgodoräknas fastighetsägaren.

Finansieringsvillkoren har drastiskt försämrats under projektets gång. För de flesta genomförda åtgärderna erhöles 3 % energilån med långsam upptrappning med 0,25 % per år. För närvarande erhålls räntebidrag som första året ger en ränta på ca 6 %, d v s dubbelt mot tidigare och dessutom en snabbare upptrappning. Man diskuterar en total avveckling av dessa subventioner för installationsåtgärder, vilket ger ytterligare en fördubbling av räntekostnaden till marknadsränta, idag 12-13 %.

De åtgärder som prövades i totalhuset var sådana som bedömdes fastighetsekonomiskt lönsamma 1982.

Av dessa skäl har vi gjort känslighetsanalyser av vilka konsekvenser olika energipriser och finansieringsvillkor ger för respektive åtgärd.

Sammanfattningsvis visar dessa att, om räntesubventionerna helt tas bort, ger endast baspaketet fastighetsekonomisk lönsamhet.

Med de ursprungliga finansieringsvillkoren och ett energipris på ca 230 kr per MWh var även den rätt dimensionerade värmepumpen och övergång till individuell el lönsam. Övriga åtgärder har gett planerade energibesparingar. Investeringarna har dock blivit så höga att de inte skulle ha genomförts p g a påverkan på fastighetsekonomin.

0.10 Energisparande - inte bara teknik

I Energisparkvarter Umeå har vi visat att man kan spara energi med lämpligt utvalda åtgärder men att det ofta sker till priset av en försämrad fastighetsekonomi. Resultaten kommer dock inte av sig själv. Nedan följer några sammanfattande erfarenheter:

- Företagsledningen och personalen har hela tiden varit positiv och motiverad för projektet. Detta är särskilt väsentligt för att resultaten ska bli bestående.
- Tyngre åtgärder måste objektanpassas och kalkyleras redan på programstadiet, Det är lätt att investera fel.
- Ställda programkrav måste säkras vid upphandling och genomförande. I detta projekt har s k funktionsupphandling (totalentreprenad) tillämpats.
- Konsulter och entreprenörer måste utgå från objektets specifika förutsättningar. Schablondimensioneringar ger dåliga funktioner. Normer och tumregler är praktiskt men leder oftast till överdimensionering med hänsyn till verkliga effekterbehov.

- Finansieringssystemets utformning är avgörande när det gäller tyngre investeringar. De försämringar, som genomförts sedan projektet startades, gör de flesta större investeringar, t ex för värmeåtervinning, olönsamma.
- Energiprisutveckling och taxeutformning är kritisk. Idag bedömer vi det mindre lönsamt att spara energi än för bara några år sedan. Vid val av åtgärder bör man därför prioritera dem som snabbt betalar sig och göra känslighetsanalyser för tyngre investeringar.
- Liksom i detta projekt bör man testa åtgärdspaket i mindre skala - pilotprojekt - innan man genomför dem i aktuell del av fastighetsbeståndet. Merkostnaden för etappvis genomförande uppvägs mer än väl av säkrare beslutsunderlag för alla parter beträffande tekniska detaljutformningen, fastighetsekonomi jämte organisatoriska och andra problem vid genomförande och drift.
- Resultaten bör följas upp och utvärderas kontinuerligt. Ett väl utformat energistatistiksystem är nödvändigt för att varaktigt hålla nere förbrukningen. Ett sådant installerades i företaget i början av 1985.

1 ALLMÄNNA FÖRUTSÄTTNINGAR

1.1 Projektets bakgrund

Sveriges 3.500.000 lägenheter och småhus ska fram till 1988 minska sin energiförbrukning med 30 %. Från nuvarande genomsnitt 29 liter olja per kvm till 20 liter per kvm. Hittills har det gått trögt. Bland annat därför tog Byggforskningsrådet 1981 initiativ till ett antal fullskaleprov med flerbostadshus. Här behandlas ett av dessa projekt.

Det genomförs i ett större bostadsområde i Stiftelsen Bostaden i Umeå. En viktig utgångspunkt har varit att spara energi utan att kostnaderna blir så höga att man tvingas höja hyran. Detta innebär att gällande finansieringsregler och marknadssituationen för olika produkter påverkar valet av åtgärder.

1.2 Projektets syfte

Projektets syfte är att

- utveckla metoder för att planera och genomföra energisparprogram i praktiken
- utveckla hjälpmedel för säkrare "husdiagnoser" och därmed rätt åtgärds paket
- utvärdera olika energisparåtgärder i praktiken
- följa upp påverkan på fastighetsekonomin (hyran)

Den övergripande målsättningen i arbetet är att bedöma de långsiktiga spareffekterna. Åtgärderna ska dock inte leda till att energisparandet får andra kostnader att öka så mycket att hyrorna ändå måste höjas. Det innebär bl a att vi ska visa på konsekvenserna av nuvarande finansieringssystem. Detta kan också påverka myndigheternas beslut om framtida krav och regler för energisparande.

I en tidigare rapport (Enström et al 1982) beskrivs föreställningsram, diagnosmetoder och åtgärdsprogram ingående. Här redovisas utvärderingen av de olika åtgärdernas genomförande och konsekvenser.

1.3 Beskrivning av bostadsområdet

1.3.1 Urval och representativitet

I samråd med Stiftelsen Bostaden och Byggforskningsrådet utvaldes bostadsområdet för försöksverksamheten på basis av följande utgångspunkter:

- Byggnaderna är representativa för en stor del av landets flerbostadshus.

Bostadsområdet byggdes under åren 1970-71. Totalt finns där 31 hus med sammanlagt 476 lägenheter fördelade på två-, tre- och fyrvåningshus. 25 % av landets flerbostadshus kan anses ha ungefär samma utgångssituation.

- Jämförelse med icke åtgärdade hus ska vara möjlig på ett enkelt och tillförlitligt sätt.

I en första omgång - det s k pilotprojektet - åtgärdas 9 hus medan 4 likvärdiga hus är jämförelseobjekt - referenshus.
- Enklare sparåtgärder har tidigare genomförts. I Umeå har enklare åtgärder vidtagits såsom fönstertätning med silikonlister, sänkning av lägenhetstemperaturer och tidsstyrning av ventilationen. Termostater finns redan på en del radiatorer. Sammantaget finns en bas för att pröva nästa steg - tyngre investeringar som värmeåtervinning etc.
- Företagsledningen är positiv och motiverad för projektet.

1.3.2 Byggnadsteknik och installationsteknik

De utvalda husen är byggda i 2-4 våningar. Husen är av relativt "tung" typ med bjälklag, gavelväggar samt bärande innerväggar av betong. Sidoväggarna är av lätt konstruktion med isolering av mineralull och hela huset har en fasad av tegel. k-värdet för väggarna är 0,3 - 0,35.

Vindsbjälklaget är av betong och har en isolering av 400 mm kutterspån med ett beräknat k-värde på 0,3.

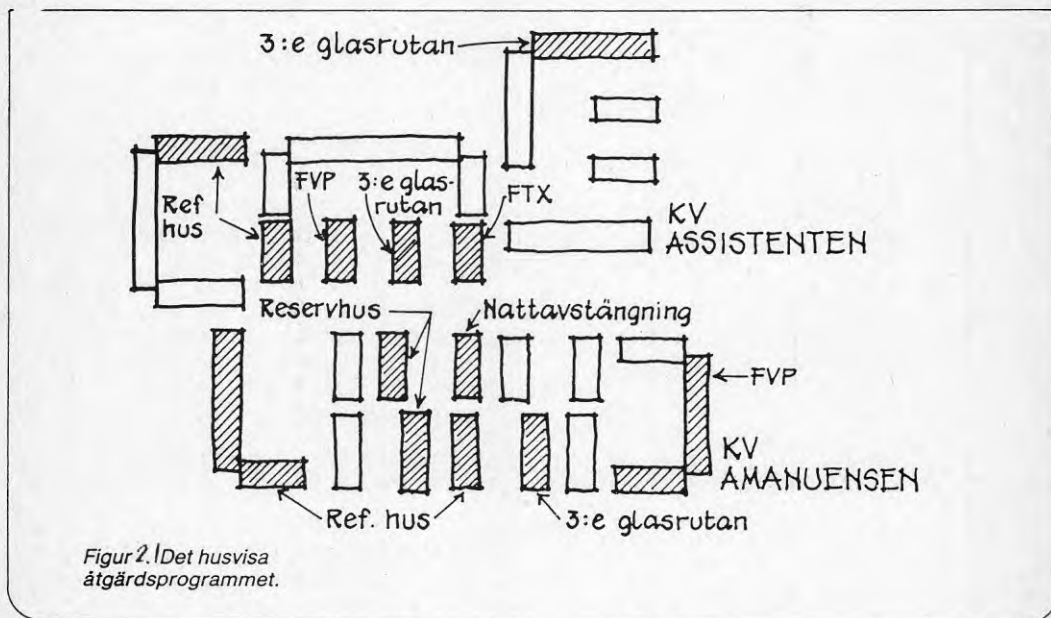
Ventilationen har både från- och tilluft. Området försörjs med fjärrvärme via en undercentral i vardera kvarteret. Tappvarmvattenberedning sker centralt i undercentralerna.



Fig 1.1 Kv Assistenten och Amanuensen

1.4 Åtgärdsprogrammet

Åtgärdsprogrammet baserades på en noggrann diagnos. Åtskilliga åtgärder som t ex tilläggsisolering av fasader och kulvertnät eller värmeåtervinning av energi ur spillvatten sorterades tidigt bort som fastighetsekonomiskt ointressanta.



Figur 2. Det husvisa åtgärdsprogrammet.

Det slutliga åtgärdsprogrammet delades upp i två steg för att så nära som möjligt anknyta till hur en fastighetsägare normalt bör gå tillväga. I det första steget genomfördes ett baspaket av åtgärder i samtliga hus i båda kvarteren. Vattenbesparande åtgärder samt individuell hushållsel genomfördes i det ena kvarteret. De husvisa åtgärderna framgår av figur 1.2 och omfattade:

- värmeåtervinning från/tillluft FTX (12 lgh)
- frånluftsvärmepump FVP I (hus med 12 lgh)
- frånluftsvärmepump FVP II (hus med 39 lgh)
- tredje glasrutan (3 hus)

Nattavstängning av värmeförsel prövades samtidigt i ett annat projekt (Stenlund, Lars, 1986).

1.5 Tidplan och uppläggnig i stort

Hela programmet indelas grovt i tre etapper. Den första etappen som vi kallar diagnosfasen, innehåller faktainsamling för nulägesbedömning och framtagning av sparprognoser. Den startades vid årsskiftet 1981/82.

Etapp två är pilotprojekt. Här provas olika energisparåtgärder i begränsad skala och utvärderas innan vi går vidare.

Fullskalegenomförandet - etapp tre - ska sedan ske på ett sätt som gör det möjligt att med stor säkerhet kunna förutse de framtida sparresultaten.

De enklare åtgärderna - baspaketet - startades så snart föremätningarna tillät detta (hösten 1982). Därefter lades en mätperiod in under vintern/våren 1983, samtidigt som vi beskrev förutsättningarna för tyngre åtgärder såsom värmeåtervinning och vattenbesparing.

Upphandlingen av dessa tyngre åtgärdspaket genomfördes sommaren och hösten 1983. Installationerna var klara i november, då den slutliga sk eftermätningen påbörjades.

Våren 1984 rapporterades preliminära resultat av pilotprojektet. (Högberg & al, 1984).

Mätresultat för hela 1985 föreligger nu för hela programmet. Erfarenheterna ligger till grund för genomförande inom tillämpliga delar av Bostadens bestånd.

1.6 Projektets organisation

Projektet har letts av en styrgrupp från Stiftelsen Bostaden, där även hyresgästföreningen är representerad. Det har följts av en särskild referensgrupp med Bostadsstyrelsen, Umeå kommun, SABO och Byggforskningsrådet representerade.

Ansvariga för forskningsprojektets uppläggnig, praktiska genomförande samt dokumentation är docent Erik Högberg och direktör Yngve Öberg på Meta Projektplanering AB. Från Meta har även civilingenjör Christer Nordin m fl medverkat.

Stiftelsen Bostadens personal har aktivt medverkat vid framtagande av data om objektet samt vid installation av mätutrustning men dessutom genom synpunkter på mätresultat och preliminära åtgärdspaket. Även kontakterna med hyresgästerna i samband med mätningar etc har, tack vare Bostadens engagemang, fungerat smidigt.

För det samlade mätprogrammet och utvärderingen har docent Olov Sandberg och fil kand Ronny Östin från fysiska institutionen vid Umeå Universitet engagerats.

1.7 Nyttiggörande av resultaten

Projektet har avrapporterats etappvis till BFR. Det har bl a presenterats på Bostadsmässan i Upplands Väsby 1985 och vid ett antal informationsseminarier ute i landet. I augusti 1986 presenterades två "papers" om projektet på ACEEE Summer Study i Santa Cruz, Kalifornien.

2 MÄTPROGRAM

2.1 Mätssystem

I Energisparkvarter Umeå har två system för dokumentation av mätresultat använts, manuell- och datorbaserad datainsamling. I och med projektstarten våren 1982 bedrevs manuell avläsning av energimätare och temperaturer i samtliga försöksobjekt.

Den manuella datainsamlingen av frånlufts-, lägenhets- och utetemperaturer har genomförts med mätcentral MT 88A från Svensk Aktuell Elektronik AB. Denna enhet är speciellt framtagen för energisparprojekt vid utvärdering av temperaturer i fastigheter. Manuellt insamlade data lästes in och analyserades av dator, PDP 11/23-plus. I genomsnitt har två avläsningar per vecka utförts. Resultaten plottades därefter automatiskt i diagramform, vilket har medgett en effektiv och tidsbesparande övervakning av de studerade objekten.

Mätningar av de sk tyngre åtgärderna, två frånluftvärmepumpar och ett luft/luft återvinningssystem (FTX), anslöts efter installationen till ovannämnda dator. Aktuella mätningar specificeras längre fram i avsnitt behandlande respektive åtgärd. Genom en online-strategi med modemkommunikation mellan dator och datainsamlingssystem, via befintliga teleförbindelser, erhöles kontinuerlig mätning och dokumentation av åtgärderna. Datainsamlingssystemet av märket Hewlett-Packard (HP3497A), som användes, har följande tekniska data:

- * 5 1/2 siffrors digitalvoltmeter med 1 mikrovolts upplösning
- * Inbyggd strömkälla som kan varieras från 1-100 mA
- * Scanner
- * Enhet för kommunikation samt möjlighet att ansluta upp till 100 analoga mätsignaler (1.000 med (expansionsenhet)
- * Samplingsfrekvens 30 Hz vid 5 1/2 siffrors mätnoggrannhet

Fördelen med datorbaserade mätningar är att värden kan avläsas ögonblickligen och oberoende av tid på dygnet. Vidare kan medelvärden sammanställas beroende på den aktuella mätparameterns karaktär. Dessutom kan eventuella bortfall av mätgivare enkelt lokaliseras.

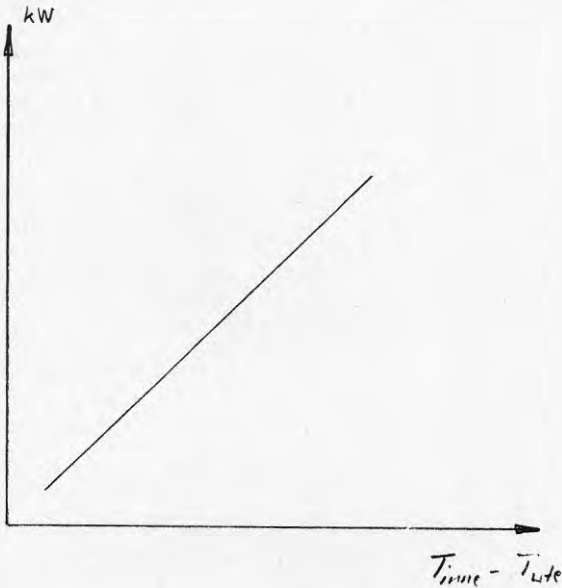
All datormjukvara för inläsning, mätning, dokumentationshandling, analys och sammanställning har framtagits vid institutionen för fysik vid Umeå Universitet.

2.2 Analysmetodik

Området där åtgärder genomförts består av ett stort antal huskroppar som är nästan identiska. Vi har genom mätprogrammets uppläggning tillgång till mätningar före och efter åtgärd i både opåverkade och åtgärdade hus. Detta ger möjligheter till två olika typer av jämförelser. Dels kan varje åtgärdshus jämföras före respektive åtgärd, dels kan jämförelser göras med referenshus. De olika metoderna har sitt berättigande i olika faser av resultatframtagningen, vilket närmare diskuteras nedan.

Före/Efter metodik

Om man registrerar medelförbrukning för ett hus samtidigt med inne- och utetemperaturen kan husets energisignatur fastställas. Denna metodik har visats av Hammarsten (1985) och ger en god beskrivning av husets förbrukningskaraktäristik, om medelvärdesbildningen sker över perioder på dygn eller längre. Om man avsätter medeleffekt mot medeltemperaturdifferens, ger en linjär regression energisignaturen vilket framgår av nedanstående figur som gäller för ett typiskt hus mätt under en hel eldningssäsong.



Figur 2.1 Energisignatur, effekt mot temperaturskillnad, inne - ute

Om man nu genomför en åtgärd får man normalt en avvikande signatur efter åtgärden. Beroende på hur energisignaturerna avviker kan man dra slutsatser om orsaken till besparingen. En konstant besparing, som är oberoende av utetemperaturen, resulterar i en parallellförskjutning av regressionslinjen, medan en temperaturberoende besparing som exempelvis tilläggsisolering huvudsakligen påverkar ritningskoefficienten.

Normalt har man vid denna typ av analys en relativt stor spridning mellan olika mätpunkter. Man kan ofta inte ta hänsyn till exempelvis solinstrålning och andra faktorer som påverkar förbrukningen under en specifik period. Denna typ av analys kräver därför ett i tiden ganska omfattande material. Detta gör det svårt att använda metodiken för att göra löpande jämförelser med likartade objekt. Om man exempelvis påverkar reglerkurvan, fås kraftiga störningar i mätningen omedelbart efter förändringen, då huset växelverkar med sitt eget värmelager, tills ett nytt stationärt tillstånd har inträffat.

Åtgärdshus/Referenshus

Anledningen till att man måste ha referenshus är att man i dessa kan spåra eventuella generella tendenser, som kan gälla även för åtgärdshuset men som där felaktigt kan tolkas som orsakade av någon åtgärd. I vårt fall har vi haft tillgång till referenshus, som försörjts ur samma sekundära värmesystem som åtgärdshuset. Vi har därigenom möjligheter att kunna analysera på ett sätt som blir klimatoberoende och dessutom oberoende av eventuella förändringar av reglerkurvor etc.

Man kan dessutom genom att följa hur kvoten åtgärdshus/referenshus utvecklas med tiden mycket snabbt få indikationer över vad en åtgärd fått för verkan. Denna typ av analys bidrar också till att man kontinuerligt säkrar sina mätvärden för senare kvantitativa analyser. Vi har funnit att exempelvis utvärderingen av treglasrutor knappast skulle varit möjlig att genomföra, om vi inte haft tillgång till flera referenshus inom samma undercentralområde. Genom tillgången till flera referenshus blir man i analyserna mindre beroende av exakta mätningar av lägenhetstemperaturerna, vilket vi funnit vara ett större problem än vi ursprungligen trodde.

3 ENERGISPARKVARTERENS ENERGIFÖRBRUKNING

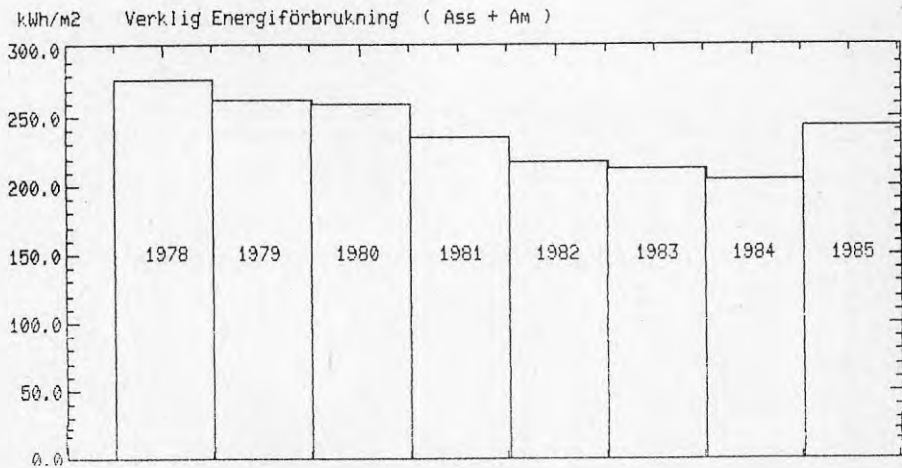
3.1 Energiförbrukning på kvartersnivå

För de aktuella områdena Assistenten och Amanuensen finns månadsvis energistatistik tillgänglig sedan 1978. Uppföljningen startades av den energiingenjör som då anställdes. Han hade även innan detta projekt startades successivt sänkt lägenhetstemperaturerna ned mot 21 grader C, tidsstyrt ventilationen på hel- och halvfart samt tätat fönster.

Den faktiska energiförbrukningen har sedan fortsatt att gå ned fram t o m 1984.

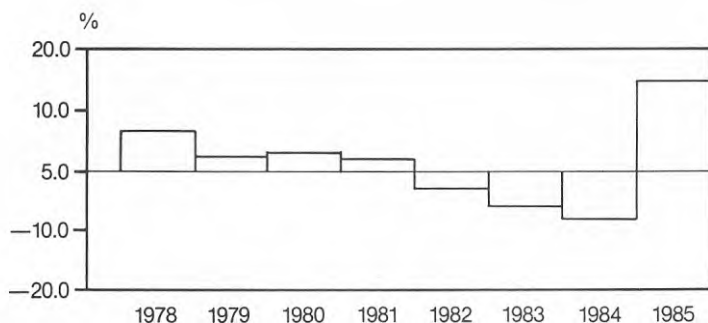
Under 1985 märks en uppgång till ungefär samma förbrukning som innan projektet startades (se fig 3.1).

Detta kräver en noggrannare analys.



Figur 3.1 Faktisk energiförbrukning 1978 - 1985

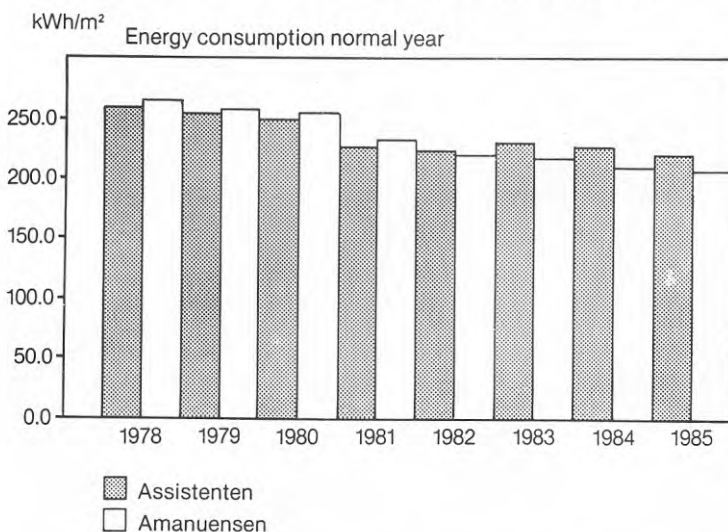
Som framgår av figur 3.2 hade man från 1978 ända fram till vår projektstart våren 1982 haft temperaturunderskott. Åren 1982-1984 bjöd på mildare än normalt, varefter uppföljningsperioden avslutades med ett år med kraftigt temperaturöverskott.



Figur 3.2 Graddagskvot för åren 1978 - 1985

Om man korrigerar den faktiska förbrukningen som beror av antalet graddagar erhålls en mer rättvisande bild (figur 3.3).

Energy consumption normal year blocks Assistenten and Amanuensen



Figur 3.3 Normalårskorrigerad energiförbrukning för Assistenten och Amanuensen

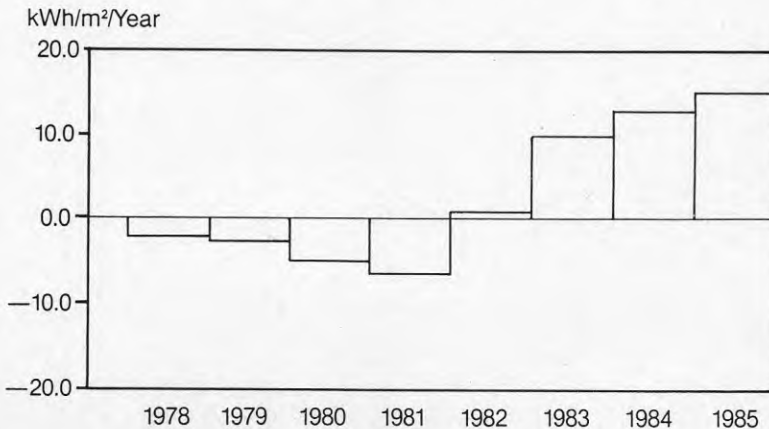
Den i figur 3.3 redovisade energiförbrukningen har kompenenserats för det faktum att olika värmeåtervinningsanläggningar har installerats i de båda kvarteren.

3.2 Differenser mellan kvarterens energiförbrukning

Om man tittar på skillnaden i energiförbrukningen mellan de båda kvarteren ser man att fram till 1982 var förbrukningen i Assistenten 2-6 W/m² lgy/år lägre än i Amanuensen. Detta är rimligt om man betänker att Assistenten mest består av trevåningshus, medan Amanuensen har huvudsakligen 2 våningar. Eftersom förlusterna genom övre och nedre bjälklaget utgör en större procentuell andel i ett lägre hus kan man teoretiskt förvänta sig 5-6 % lägre värmeförbrukning/m² lgy i högre hus. Detta motsvarar ca 3 % lägre årlig energiförbrukning per ytenhet om man har ett system, där distributionsförlusterna utgör 10 % och den övriga förbrukningen fördelar sig på 1/3 varmvatten och 2/3 värme.

Dessa teoretiska 3 % skulle motsvara 7 kWh/m² lgy/år vid en förbrukning av 250 kWh/m² lgy/år, vilket överensstämmer väl (figur 3.4) med differensen fram till 1982 då projektet startade.

Difference in energy consumption (Block Assistenten—Block Amanuensen) vs. Year



Figur 3.4 Energiförbrukning Assistenten - Amanuensen 1978 - 1985

Baspaketet för båda kvarteren samt avstängningen av tilluften i Amanuensen gjordes hösten 1982 - våren 1983. Full genomslagskraft bör dessa åtgärder ha haft 1984. Vattenbesparande åtgärder gjordes december 1983 och resulterade i en besparing på Amanuensen, som enligt kap 6 resulterade i en energibesparing på ca 3 kWh/m² lgy/år.

Resterande skillnad om 14,5 kWh/m² lgy/år kan bland annat hänföras till olikheter i utfallet av baspaketet. Enligt utredningar i kap 4 motsvarar avstängningen av tilluften 2,5 kWh/m² lgy/år, varför den del som kan hänföras till baspaketets genomförande blir 14,5 - 2,5 = 12 kWh/m² lgy/år.

4 FASTSTÄLLANDE AV ENERGI/EFFEKT-BALANS

4.1 Beräkningar

Vi har räknat ut effektbehovet vid en viss utetemperatur med teoretiska k-värden för klimatskärmarna. Vi har valt hus 25, för vilket vi har bäst kännedom om effektsignaturen.

Transmission

Hus 25 har följande totalytor och k-värden:

YTA		k-värde
Sidoväggar	: 360 m ²	0,33
Gavelväggar	: 110 m ²	0,30
Öv+Ne bjälklag	: 396 m ²	0,30
Fönsterarea	: 90 m ²	3,0

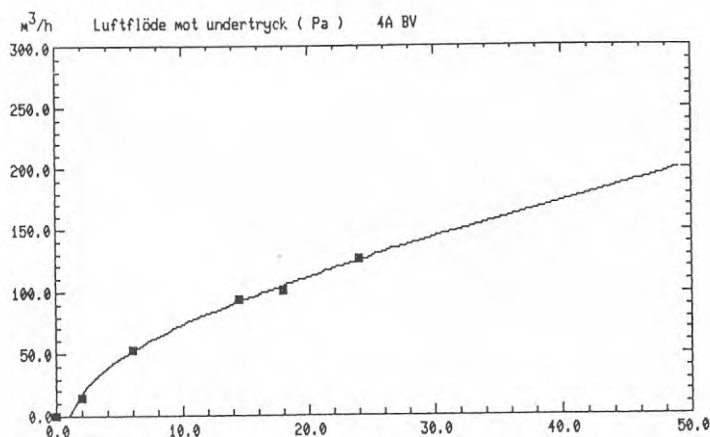
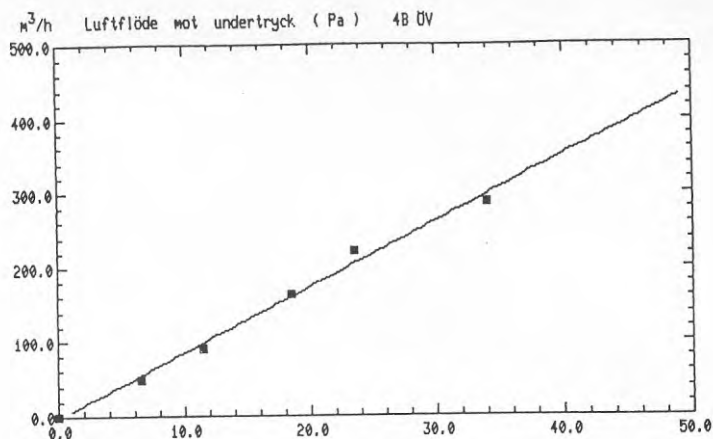
Vid 0 grader C ute d v s dT = 20 grader C fås då följande effektbehov för transmission om inga effekttillskott beaktas.

YTA		Effektbehov
Sidoväggar	: 2,4	kW
Gavelväggar	: 0,67	kW
Öv+Ne bjälklag	: 0,9	kW
Fönsterarea	: 5,4	kW

Total transmission 9,4 kW

Ventilation

Ventilationens storlek har varit föremål för ett flertal mätningar under projektets gång. Våren 1982 utfördes av Tyréns läckagemätningar ur tryckkaraktäristiken samt flödesmätningar i don. Figur 4.1 visar flödeskaraktäristiken för de undersökta lägenheterna.



Figur 4.1 Luftflöde mot undertryck

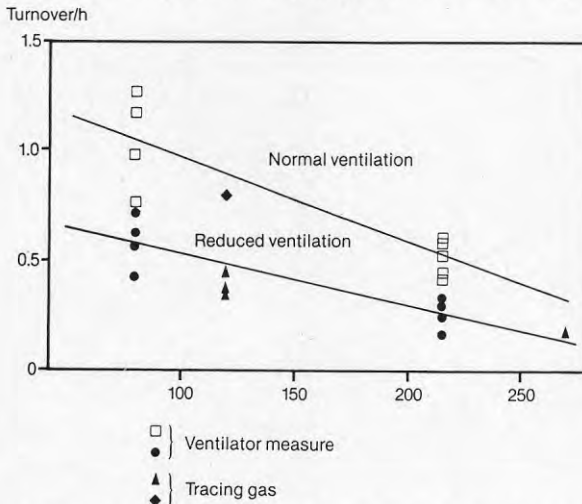
Ur dessa figurer kan man bestämma otätheten (Nylund 1979) till 1,8 oms/h vid 50 Pa. Vid blandad fläkt drift kan man därför uppskatta infiltrationens storlek till 0,05-0,1 oms/h. Vid ren frånluftsdrift är undertrycket normalt ca 10 Pa, vilket reducerar det infiltrativa bidraget. Detta styrks av spårgasmätningar som utförts av SIB (bilaga 2).

I Hus 25 har också luftmängdsmätningar genomförts i samtliga frånluftsdon. Flödesmätningen utfördes med en Wallac med stosa. Instrumentet var klibberat mot ett motsvarande instrument tillhandahållet av SIB, varvid vårt instrument befanns visa ca 4 % för lågt värde för vilket vi korrigerat i nedan angivna värden.

Fläktarna kan köras på såväl hel- som halvfart. Den sammanräknade omsättningen för hela huset uppgick enligt dessa mätningar till 0,69 oms/h vid helfartsdrift samt 0,37 oms/h vid halvfartsdrift.

Vid utetemperaturer överstigande -8 grader C går fläkten på halvfart 9,25 tim/dygn och resterande tid på helfart. Luftomsättningen uppgår under dessa driftsvillkor till 0,48 oms/h. Dessa resultat överensstämmer väl med spårgasmätningarna, om man tar hänsyn till de olika lägenheternas storlek. Våra mätningar visar att det föreligger en skillnad i luftomsättning mellan stora och små lägenheter, se figur 4.2.

Air turn-over (times/h) vs apartment volume (m^3)



Figur 4.2 Luftomsättning vid olika lägenhetsvolymer

Vid låga utetemperaturer har man erfarenhetsmässigt vissa klagomål på otillfredsställande ventilation.

Den ofrivilliga ventilationen uppgår enligt spårgasmätningen till ca 0,05 oms/h i de frånluftsventilerade husen. I de FT-ventilerade husen är infiltrationsbidraget större (ca 0,1 oms/h). Dock är osäkerheten här avsevärt större. I en lägenhet testades olika ventilationsalternativ F respektive FT. Luftomsättningen vid FT-drift var enligt mätningarna 5-10 % högre.

Effektbehovet vid 0 grader C för ventilationen blir då:

F-ventilation : 7,0 kW
 FT-ventilation : 7,7 kW

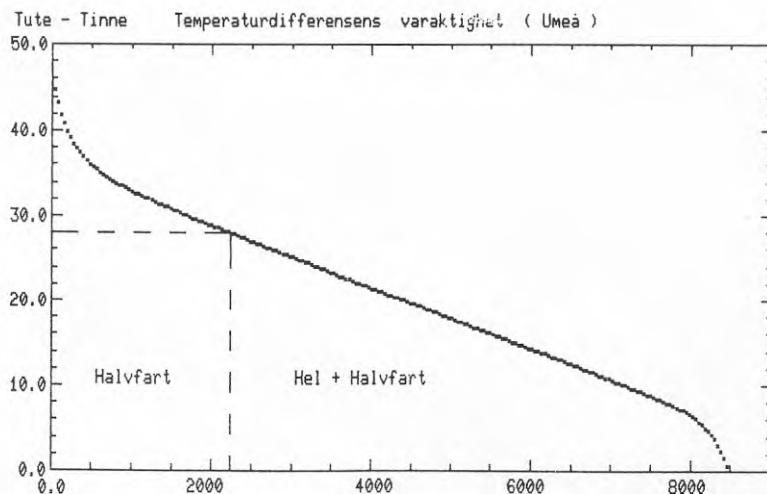
Totalt

Om man adderar effektbehovet för transmission och ventilation för de olika ventilationsalternativen får man följande vid blandad fläktdrift och en utetemperatur av 0 grader C:

F-ventilerat $P_{tot} = (9,4+7,0)$ kW = 16,4 kW
 FT-ventilerat $P_{tot} = (9,4+7,7)$ kW = 17,1 kW

Hus 25 har specialstuderats och har experimentellt ett effektbehov, P, som varierar med temperaturskillnaden inne-ute, DT, DeltaT, som $P = 0,8 x$, vilket överensstämmer väl med det vi beräknat ur k-värden.

För att kunna bestämma energibalansen måste man dessutom ta hänsyn till att fläktflödet reduceras vid utetemperaturer under -8 grader C. För Umeås del innebär detta en tid som motsvarar ca 2.200 tim för ett normalår, vilket framgår av figur 4.3.



Figur 4.3 Temperaturdifferensens varaktighet

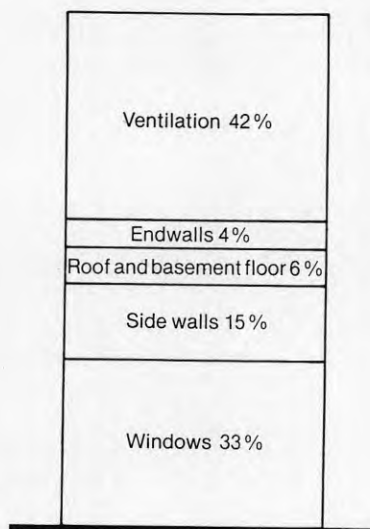
Vid lägre utetemperaturer utgör ventilationen en mindre del av de totala förlusterna. De olika andelarnas ventilation kan dock viktas eftersom ca 40 % av totala energibehovet fördelas vid utetemperaturer under -8 grader C. Resulterande procentuella fördelning blir:

	F	FT	Medel
Sidoväggar	15,2 %	14,6 %	15 %
Gavelväggar	4,3 %	4,1 %	4 %
Öv+Ne Bjälklag	5,7 %	5,5 %	6 %
Fönster	34,2 %	32,9 %	33 %
Ventilation	40,5 %	42,8 %	42 %
Totalt	100,0 %	100,0 %	100 %

Den viktade medelförbrukningen för FT-drift överstiger den vid enbart F-drift med ca 4 %.

Baserat på ovanstående underlag kan således följande energibalans fastställas:

Energy balance



Figur 4.4 Energibalans för uppvärmning (exkl varmvatten)

5 BASPAKETET

Baspaketet som avsågs att generellt rekommenderas består av:

- * Injustering av värmesystem
- * Komplettering av termostatventiler
- * Injustering av ventilationssystemet
- * Sänkning av vattentryck

5.1 Åtgärder

Injustering av värmesystemet samt komplettering av termostatventiler genomfördes i båda kvarteren. Termostatventilerna var av typ TA RVT 50B (kv 0,5) och var fabrikkspärrade för 21 grader C. Uppvärmningssystemet är ursprungligen dimensionerat så att ventilationsbehovet fördelas genom särskilda aggregat som matas av radiatorslingan. Det resterande värmebehovet (ca 60 %) fördelas med vanliga vattenradiatorer. I varje badrum finns en HE-radiator som ligger på VVC-slingan. Denna slinga inkluderades i injusteringen. Injusteringen utfördes i båda kvarteren genom strypning av returventiler på radiatorerna. Dessa var av typgen AJ samt AHA. I kv Assistenten juterades också befintliga stamstrypventiler. I kv Amanuensen avstängdes alla tillluftsaggregat, varför radiatorerna här fördelar hela värmebehovet.

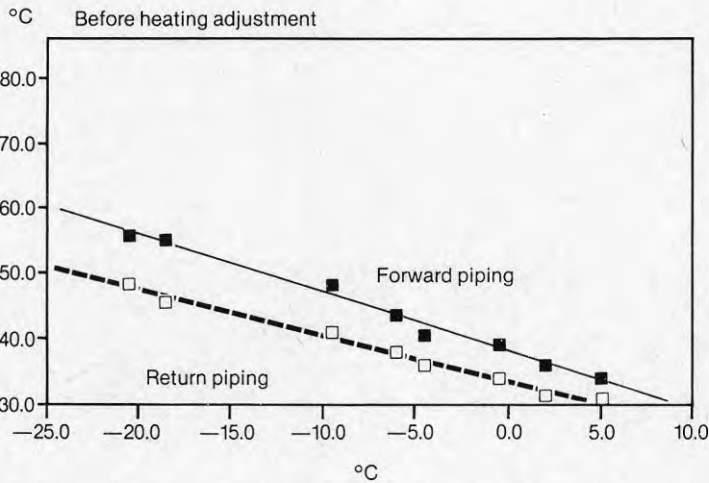
På grund av det pressade tidsprogrammet fanns ej möjlighet att under någon längre tid köra radiatorsystemet enbart på instrykningarna innan montering av termostatkroppar gjordes. Detta visade sig vara en nackdel i ett senare skede när efterjusteringar skulle utföras.

Injustering av ventilationen har ej utförts under projektiden.

5.2 Effekt (kv Assistenten)

Figur 5.1 visar fram- och returledningstemperaturen för radiatorsystemet vid olika utetemperaturer. De uppmätta värdena gäller för våren 1982, vilket var innan några åtgärder genomförts.

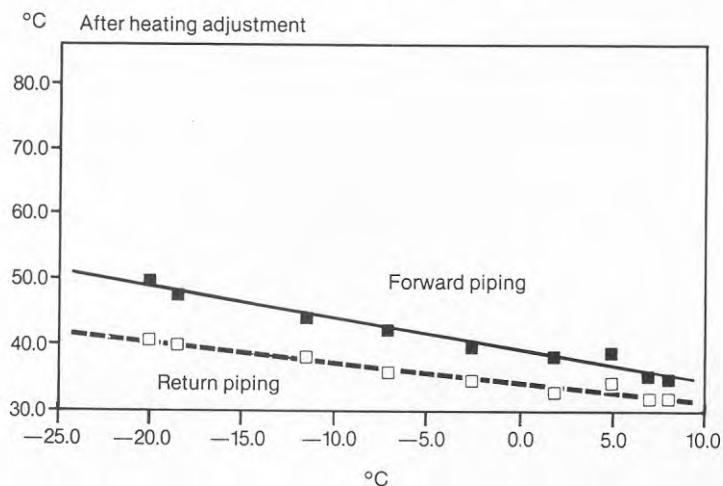
Temperatures in heating system (Assistenten) vs. Outdoor temperature



Figur 5.1 Fram- och returtemperatur i radiatorsystemet (Assistenten 82)

Radiatorflödet uppgick i medeltal till 4-4,5 lit/läg/min. Injusteringen genomfördes v 46-47 hösten 1982 med kompletterande efterjusteringar v 5 1983. I samband med injusteringen sänktes reglerkurvan i undercentralen, vilket framgår av figur 5.2 som visar temperaturnivåerna omedelbart efter injusteringen.

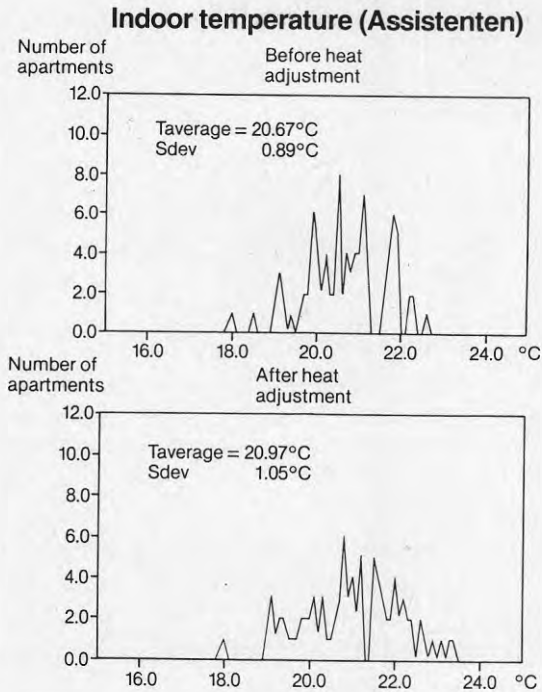
Temperatures in heating system (Assistenten) vs. Outdoor temperature



Figur 5.2 Fram- och returtemperaturer i radiatorsystemet (Assistenten 83)

Av figur 3 framgår att temperaturfallet och därmed också flödet i stort sett är oförändrat. Ansvarig maskinist har på grund av klagomål tvingats höja kurvan så att den idag i stort sett har samma nivå som före injusteringen.

Stickprovsmätning av samtliga lägenhetstemperaturer genomfördes 20-27 januari 1982 och 5-10 mars 1983. Resultaten presenteras i figur 5.3.



Figur 5.3 Fördelning av lägenhetstemperaturer (före/efter injustering)

Figuren visar att spridningen i stort sett är oförändrad. Medeltemperaturökningen mellan de båda mättillfällena är visserligen säkerställd men kan ej förutsättas gälla vid andra tidsperioder.

5.3 Kommentar

Injustering samt nödvändiga efterjusteringar utfördes av konsult utan kontakter med maskinisten på området. Man kan förvänta sig att lägenhetstemperaturerna har minskad känslighet för smärre obalanser i radiatorflödet eftersom den förvärmade tilluften utgör ca 40 % av uppvärmningsenergin.

Å andra sidan har det konstaterats att skillnader i inblåsningstemperatur mellan olika lägenheter förekommer. Kanalerna ligger delvis i ytterväggspartier och kan i vissa fall kylas ner avsevärt.

Trots att lägenhetstemperaturen är i stort sett oförändrad är det fler hyresgäster som är missnöjda än tidigare. Hälften tycker att det ofta varit för kallt mot en tredjedel före injusteringen. Det är även fler som upplever lägenheten som dragig.

5.4 Hinder

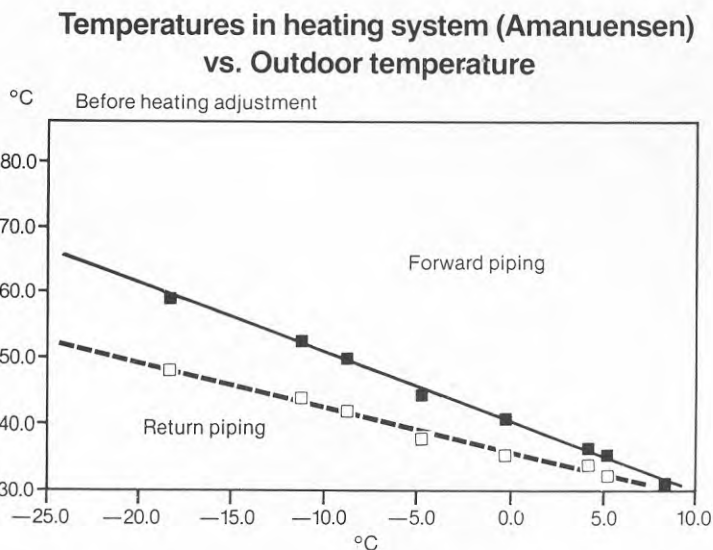
Inga.

5.5 Slutsats

Vi har genom injusteringen bibehållit en låg spridning (1 grad C) av innetemperaturen.

5.6 Effekt (kv Amanuensen)

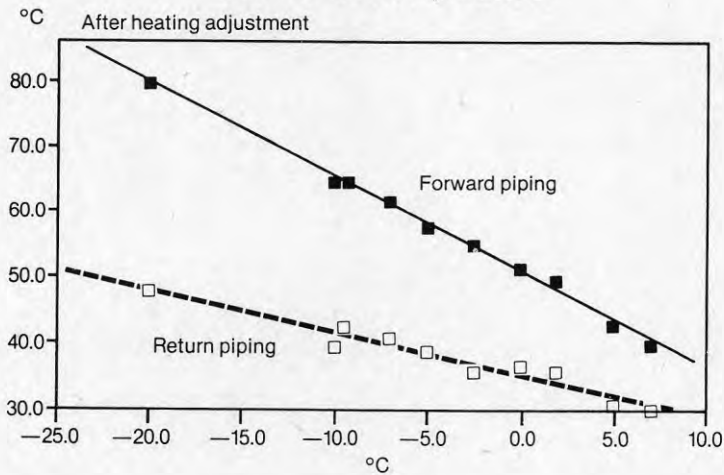
Som framgår av figur 5.4 låg fram- och returtemperaturerna i Amanuensen på ungefär samma nivå som för Assistenten före injusteringen.



Figur 5.4 Fram- och returtemperatur i radiatorssystemet (Amanuensen 82)

Medelflödet i radiatorkretsen uppgick till ca 4 lit/låg/min. Injusteringen av radiatorssystemet genomfördes under september 82 med kompletterande efterjusteringar januari 83. Temperaturfallet vid -25 grader C ökade från ca 12 grader C till 35 grader C som framgår av figur 5.5.

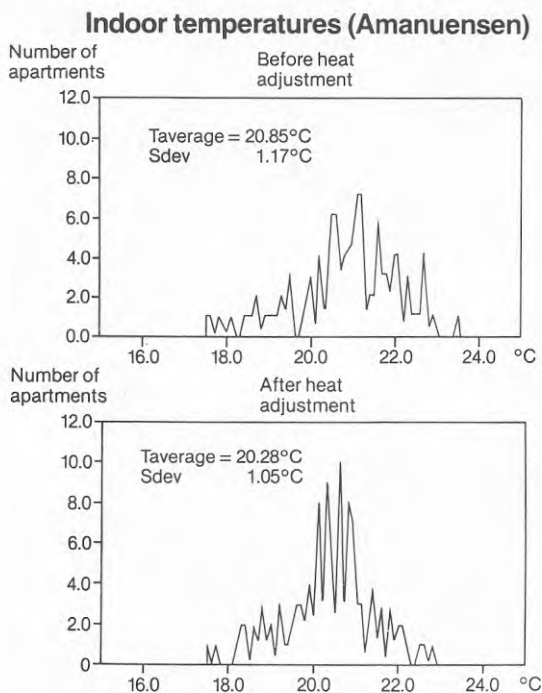
Temperatures in heating system (Amanuensen) vs. Outdoor temperature



Figur 5.5 Fram- och returtemperatur efter injusterings (Amanuensen 83)

Som framgår av figur 54 och 5.5 ökade radiatorernas medeltemperatur från 54,5 grader C till 64 grader C. Detta svarar mot att radiatorernas andel av effekt-tillskottet ökat med $(64-20,3)/(54,5-20,3) \cdot 1,3 = 1,37$, vilket motsvarar energitillskottet som krävs för att täcka bortfallet från luftförvärmningen.

Figur 5.6 visar fördelningen av rumstemperaturen som uppmättes vid stickprovskontroll före och efter injusteringen. Tyngdpunkten i fördelningen har förskjutits något neråt samtidigt som spridningen har minskat något.



Figur 5.6 Temperaturfördelning före och efter injustering

5.7 Kommentar

Injusteringen genomfördes av konsult tillsammans med den ansvarige maskinisten på området. Den senare genomförde på egen hand nödvändiga efterjusteringar. På kv Amanuensen noterades ett något större antal klagomål på temperaturen. Detta kan dels förklaras av att man bevisligen fick en viss temperatursänkning men också av att avstängningen av tilluften medförde att fler besvärades av ett ökat drag vid balkongdörrar, som vid besiktning konstaterades anluta dåligt vid golvtröskel.

Detta bekräftas av hyresgästenkäten. 72 % tyckte att det var för kallt ofta, mot 30 % före injustering. Ännu något fler (78 %) klagade på drag. Kontrollfrågan om hur man upplever 20 grader C i lägenheten bekräftar också detta. Två tredjedelar (67 %) anser att 20 grader C i lägenheten är för kallt i kv Amanuensen, där ju medeltemperaturen är lägre än i Assistenten och tilluftsaggregatet avstängt. I Assistenten är motsvarande siffra 51 %. Detta tyder på att den rekommenderade lägenhetstemperaturen på 20 grader C inte anses tillräcklig av hyresgästerna själva.

5.8 Hinder

Att injusteringsmetoden har varit dåligt känd hos de flesta i projektet inblandade personerna har utgjort ett visst hinder. Vidare visade sig returkopplingarna på radiatorerna vara av mycket skiftande kvalitet och fabrikat. I ett hus konstaterades att samtliga radiatorer var felkopplade och hade varit så sedan iordningställandet 1971. Efter plombering av returkopplingar förekom avsiktlig påverkan i en av de 196 lägenheterna.

5.9 Slutsats

Injusteringen har reducerat spridningen av innetemperaturen, sänkt den allmänna temperaturnivån, vilket har bidragit till lägre energiförbrukning jämfört med Assistenten, se figur 3.4 efter 1982. Genom att maskinisten getts tillfälle att delta i injusteringsjobbet har han stimulerats att på eget initiativ genomföra efterjusteringar. Detta sätt att aktivt arbeta tillsammans med förvaltarens egen personal kan rekommenderas.

Vid injustering enligt lågflödesmetoden är det väsentligt att anpassning av cirkulationspumpen till det nya flödet sker.

6 VATTENBESPARANDE ÅTGÄRDER

6.1 Åtgärd

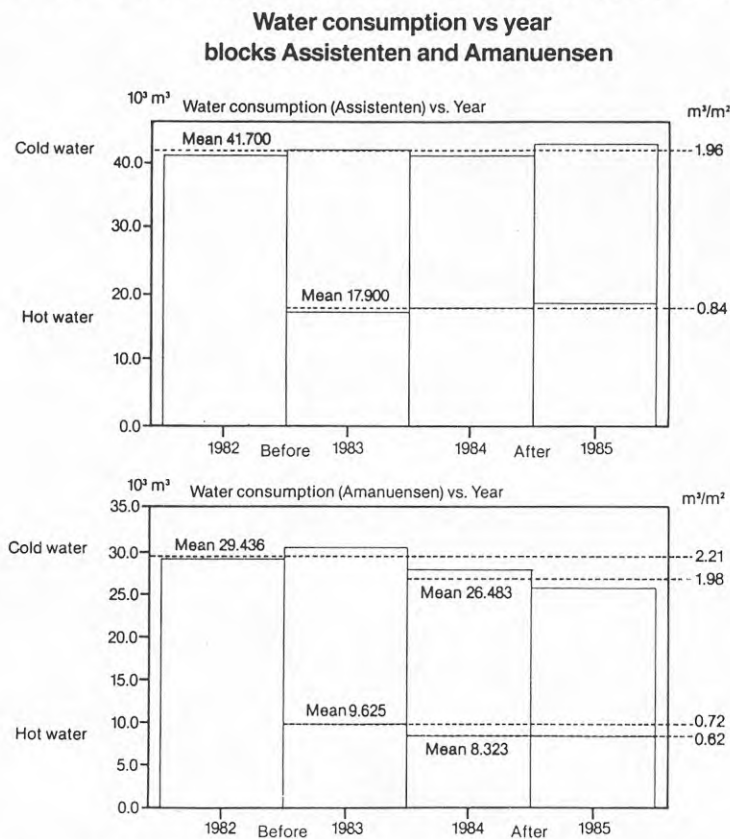
I kvarteret Amanuensen genomfördes byte av samtliga blandare. De nya blandarna (FM Mattson) är av ett-greppstyp och specificeras närmare nedan:

Tvättställ	FMM 4050-3600	RSK 823 49 08
Disklådeblandare	FMM 4000-3600	RSK 830 88 43
Termostatisk badkarsblandare	FMM 1075-2000	RSK 834 31 62

I anslutning till blandarbytet som genomfördes under december 83 placerades sparkroppar (1 lit) i WC-stolarna för att reducera spolvolymen.

6.2 Effekt

Figur 6.1 visar förbrukningen av varm- respektive kallvatten i de båda kvartererna under tiden (1982-1985).



Figur 6.1 Kall- resp varmvattenförbrukning för Assistenten och Amanuensen

Kallvattenförbrukningen är i medeltal 400 lit/läg/dygn, vilket motsvarar ca 145 m³/läg/år. Varmvattnets andel är ca 30 %.

Tabell 6.1 visar förbrukningen i de båda kvarteren.

	Kallvatten		Varmvatten	
	Tot (m ³)	Sdev	Tot (m ³)	Sdec
Ass (82-85)	41 700	1,8 %	17 891	2,6 %
Aman (82-83)	29 496	2,2 %	9 625	-
Aman (84-85)	26 483	4,4 %	8 323	0,07 %

Tabell 6.1 Vattenförbrukning i båda kvarteren, 1982-85

I kv Assistenten har ingen åtgärd genomförts under projekttiden. Kallvattenförbrukningen har här varit i stort sett konstant under de år vi mätt. Av standardavvikelsen att döma är osäkerheten i bestämningen av årsförbrukningen ca 2 % för kallvatten och 3 % för varmvatten.

Besparingen kan nu beräknas som kvoten mellan förbrukningen på Amanuensen före respektive efter åtgärd, vilket ger följande resultat:

KVmedel (84-85)		VVmedel (84-85)	
-----	= - 10,2 %	-----	= - 13,5 %

KVmedel (82-83)		VV (83)	
-----------------	--	---------	--

Eftersom det föreligger osäkerhet i bestämningen av förbrukningen såväl före som efter åtgärd ökar osäkerheten till dubbla standardavvikelsen när kvoten bestäms.

Besparingen kan därför bestämmas till:

Kallvatten - 10 +/- 4 %

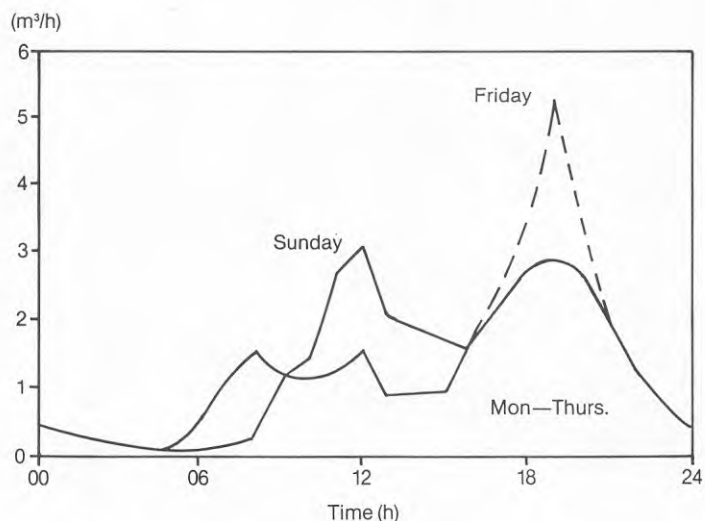
Varmvatten - 13 +/- 6 %

Som referens till ovanstående kan motsvarande värden räknas ut för Assistenten, där inga åtgärder gjorts. Resultatet blir att för Assistenten har kallvattenförbrukningen ökat med 1 % medan varmvattnet ökat med 5 %.

6.3 Kommentrar

Förvaltaren fick efter installationen av sparkropparna ett stort antal klagomål från hyresgäster som påtalade den enligt deras tycke avsevärt reducerade spolkraften.

Reduktionen av varmvattenförbrukningen var större än beräknat. Hypotesen är att dusch används flitigt. I detta fall skulle det reducerade normflödet kunna vara extra betydelsefullt jämfört med en förbrukning baserad på badkarstappning. Vi mätte före blandarbytet upp hur stor maxtappning som förekom samt hur denna fördelades på veckodagarna. Resultaten från dessa mätningar redovisas i figur 6,2, där det klart framgår att fredag afton är dimensionerande. Maxtappningen motsvarar ett toppeffektbehov av 1,9 kW/läg eller 27 W/m² lgy.



Figur 6.2 Varmvattenflöde i 196 lägenheter

6.4 Hinder

För inköp och installation av blandare erhöles inga lån eller andra bidrag. Svårigheter vid leverans av blandare resulterade i en viss försening. Sparkropparna bedömdes av leverantören utgöra en mindre intressant produkt, vilket resulterade i att införskaffandet av dessa prioriterades lågt från deras sida. Vi tror att sparkropparnas bristfälliga funktion i detta fall har samband med att den befintliga WC-stolen har en relativt omfattningsrik vattenspegel. Ett flertal av de installerade sparkropparna finns dock kvar utan kvarstående klagomål. Vissa klagomål över att badkarsblandaren inte ger samma maxflöde som den gamla har förekommit.

6.5 Slutsats

Byte av blandare ger en besparing på ca 10-15 %. Energiåtgången för varmvatten uppgår till ca 35 kWh/m² lgy/år, vilket motsvarar en medeleffekt av 4 W/m² lgy. Eftersom besparingen utgör ca 10-15 % blir den därför 3,5 kWh/m² lgy/år eller för hela Amanuensen 46 MWh/år.

Ur ren företagsekonomisk synpunkt är åtgärden svårare att rekommendera om man ej erhåller speciella lån. Dock ger åtgärden som sådan hyresgästen en icke oväsentlig standardhöjning.

Vi rekommenderar att man iakttar stor försiktighet när det gäller installation av sparkroppar i större skala. Man bör prova i några lägenheter före genomförande i full skala.

7 INDIVIDUELL EL

7.1 Åtgärd

På båda kvarteren har en övergång till individuell debitering av hushållsel genomförts. Lägenhetsvis elmätning har utförts från hösten -83 till juni -85 omfattande totalt 12 hus (14 349 m²). På grund av förseningar i förhandlingarna med hyresgästerna praktiserades åtgärden först i mars -84. Det totala mätunderlaget omfattar veckoförbrukning under tiden -82 till juni -85.

7.2 Effekt

Målsättningen med utförd analys har varit att eliminera inverkan från faktiska årsvisa variationer. En utvärdering baserad på årlig el-energiförbrukning innebär svårigheter vid bedömning av reell besparing, åtgärden som sådan, och eventuell besparing orsakad av normal variation exempelvis omflyttningar och boendevanor etc. Ett större statistiskt underlag erhålls istället, om veckovisa mätresultat analyseras över året. Besparingen har antagits vara Gaussfördelad och som mått på onoggrannhet utgör standardavvikelsen.

Medelvärde, \bar{X}_r , och standardavvikelse, σ_r för åren -82 och -83 har viktats enligt Bevington, och utgör referens för bedömning av utfall under åtgärdsåret -84. Besparingen, B, i absoluta tal har beräknats enligt följande:

$$B = \bar{X}_r - \bar{X}_{84} \quad (W/m^2)$$

Efter logaritmering och differentiering av uttrycket erhålls:

$$\Delta B/B = (\Delta X_r - \Delta X_{84}) / (\bar{X}_r - \bar{X}_{84})$$

genom att ersätta differenserna med respektive standardavvikelse samt addition av avvikelser erhålls slutligen:

$$\Delta B = \sigma_r + \sigma_{84}$$

Det sammanställda resultatet framgår av följande, tabell 7.1:

Individual household electricity billing

Saving with uncertainties

House number	kWh/m ² year	
	S	ΔS
4	13.9	+/- 13.0
10	13.0	14.8
9	- 9.6	27.8
8	9.6	13.0
3	5.2	18.3
34/35	8.7	19.1
25	7.8	10.4
26	6.9	16.5
30	8.7	11.3
31	17.4	19.1
32	13.9	20.9
21/22	11.3	19.1

Based on the statistic theory of unequal uncertainties:
Saving 9.6 ± 4.4 kWh/m²/Year

Tabell 7.1 Besparing samt osäkerhet för resp hus

En statistisk utvärdering, enligt Bevington, visar att besparingen är 9.6 ± 4.4 kWh/m² eller 17 ± 8 % av total lägenhetsel. Resultat baseras på sammanställning av alla berörda husen och omfattar såväl besparingar som hänsyn tagen till individuella öknings.

7.3 Kommentar

7.4 Hinder

För genomförandet som sådant tillstötte inga hinder. Hyresgästernas representanter krävde vid övergången att man skulle byta ut samtliga vitvaror.

7.5 Slutsats

Besparingen efter införande av individuell eldebitering av hushållsel är 9.6 ± 4.4 kWh/m² lgy/år eller 17 ± 11 % av totalt förbrukad lägenhetsel.

8 VÄRMEÅTERVINNING FTX

Ett flerbostadshus bestående av 12 lägenheter och en total bruksarea på 878 m² har försetts med ett luftbehandlingsaggregat ur Fläkt Evaporators AB KDAM-serie. Husets ventilation är av FT-typ med tidsstyrd hel- och halvfart samt enbart halvfartsdrift vid utetemperaturer lägre än - 8 grader C.

Uppvärmning ombesörjs genom ett vattenburet radiator-system kombinerat med ett luftvärmningsbatteri för inkommande tilluft. Fjärrvärmen växlas i undercentraler och distribueras via sekundärkulvert till ett tiotal hus, varav detta är ett.

Återvinningssystemet, FTX, är installerat i utomhusutförande ovan tak. En isolerad kanal, även den dragen ovan tak, förbinder de befintliga frånluftsdonen med FTX, fig 8.1.

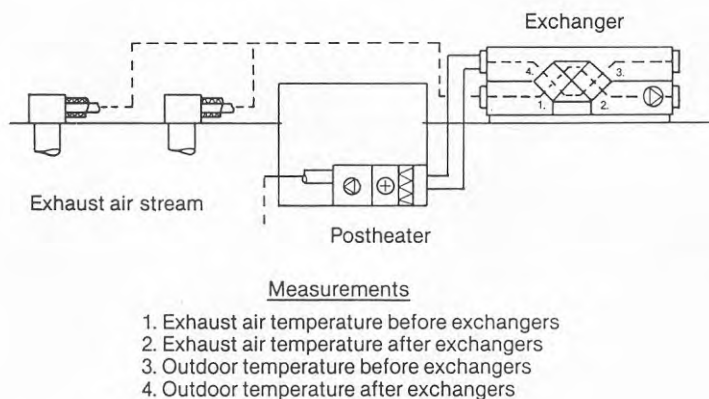


Fig 8.1 Installationsbeskrivning, FTX

FTX-systemet, som har beteckningen RECUTERM, är ett kompakt, installationsfärdigt enhetsaggregat innehållande fläkt, filter för till- respektive frånluft, växlare och eftervärmare. I denna applikation har eftervärmaren utelämnats eftersom värmning sker med befintligt batteri. Växlaren, som är en dubbel plattvärmeväxlare av korsströmstyp, utgörs av aluminiumplåtar, vilka bildar en mängd kanaler i själva växlarpaketet. Till- och frånluften har skilda luftvägar.

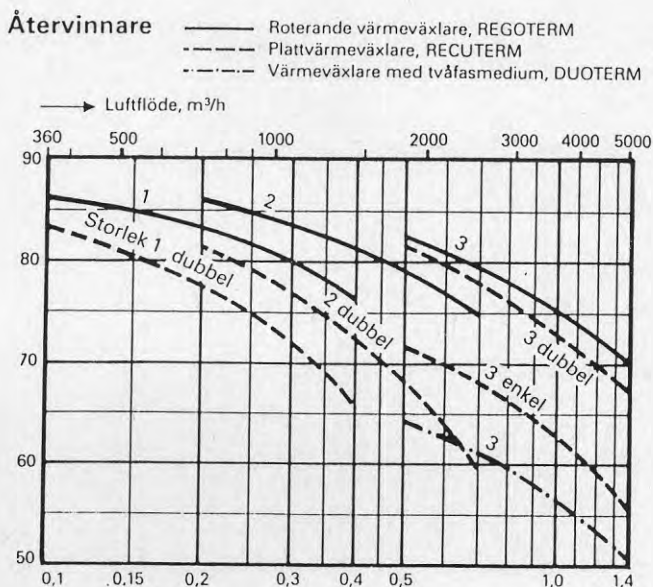
Ett inbyggt förbigångsspjäll styrd via en uteternmostat för tvålages reglering styr uteluften förbi återvinna- ren vid s k by-pass drift. By-pass är avsett att primärt användas för att undvika onödig uppvärmning av tilluften sommartid men används även vid manuell av- frostning.

Ett dräneringstråg i korrosionsskyddat stål, under växlaren, samlar upp kondensat från värmeväxlaren. En droppavskiljare, utförd i hygroskopisk aluminiumplåt, med lågt tryckfall avskiljer eventuella vattendroppar i frånluftsströmmen.

Larmfunktioner avseende filterbyten och bortfall av fläktar levereras ej som standard men finns tillgängliga som tillbehör beroende på önskemål och krav. Enligt projekteringsbeskrivningen över RECUTERM finns idag ingen automatisk reglering tillgänglig för att undvika påfrostning i växlaren. Leverantören anger, i produktbladet, att risken för påfrostning är liten eftersom systemet har två växlarenheter i serie, vilket ger hög verkningsgrad.

FTX-systemet av typen RECUTERM finns i tre olika storlekar beroende på luftflöde. Mätningar med Pitotrör i frånluftskanaler visade ett totalt frånluftsflöde på 2 800 m/h (0,78 m/s), som avser helfartsdrift.

Figur 8.2 visar tilluftens temperaturverkningsgrad, enligt produktblad för respektive storlek och flödesområde. Baserat på mätningarna installerades storlek 3 dubbel.



Figur 8.2 Temperaturåtervinning enligt produktblad

8.1 Mätningar

De mätinsatser som har utförts utgörs av temperatur- och effektmätningar. Resistanstermometrar av typen Pt-100 har placerats enligt följande:

- 1 Frånluftstemperatur, T_f , före växlarna
- 2 Frånluftstemperatur, T_e , efter växlarna
- 3 Utetemperatur, T_u
- 4 Tilluftstemperatur, T_t , efter fäxlarna
- 5 Effektförbrukning, radiatorer och eftervärmare

Utifrån temperaturmätningarna kan tilluftens temperaturverkningsgrad, TVG, bestämmas vid rådande från- och tilluftsflöden. TVG kan anses utgöra ett prestandamått och definieras enligt följande:

$$TVG = (T_e - T_u) / (T_f - T_u) \dots (8.1.1)$$

Denna definition förutsätter att ingen kondensering förekommer vid växlingsutbytet mellan varm och kall luftström. Vid förhållanden, under vilka kondensering förekommer, ger entalpiverkningsgraden, som inkluderar hänsyn tagen till fukthalt, ett riktigare prestandamått.

För att entalpiverkningsgraden ska ge en korrekt beskrivning av växlingsutbytet krävs emellertid kännedom om i hur stor del av växlaren som kondensation uppträder. Utförd fältmätning har av naturliga skäl ej möjliggjort detaljerade studier beträffande kondensationens utbredning i växlarenheten.

8.2 Resultat

I figur 8.3 redovisas typiska driftsfall för FTX-systemet baserade på TVG. Utetemperaturen, T_u , under samma tid framgår av figur 8.5. Figur 8.3, del I, beskriver ett tillstånd med en uppmätt temperaturverkningsgrad, som överensstämmer med den av tillverkaren utlovade temperaturverkningsgraden, se figur 8.2.

Man ser att TVG antar två nivåer, ca 75 och 80 procent. Detta beror på ventilationens tidsstyrning med avseende på hel- och halvfartsdrift. En sammanställning av tillgängligt mätunderlag visar att TVG antar värdena 77 och 73 procent vid halv- och helfartsdrift respektive. Detta resultat avviker endast med 2,5 procentenheten från vad som teoretiskt (Granryd, Eric) gäller för korsströmsväxlare vid halvering av luftflödena med bibehållen kvot, till/frånluftsflöde.

Av figur 8.3, del II, framgår en ofta återkommande driftstörning hos det undersökta FTX-systemet. Figuren visar att en markant minskning i TVG uppstår beroende på frysning när utetemperaturen sjunker.

Exchanger temperature efficiency in different temperature conditions

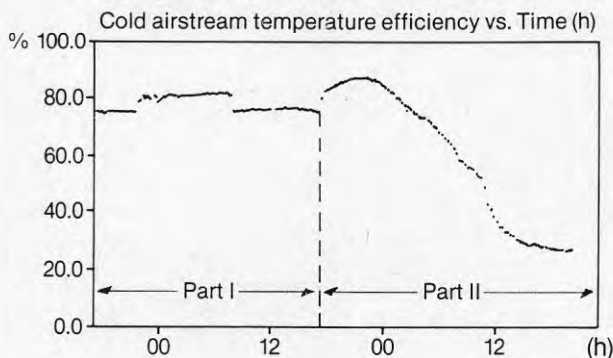
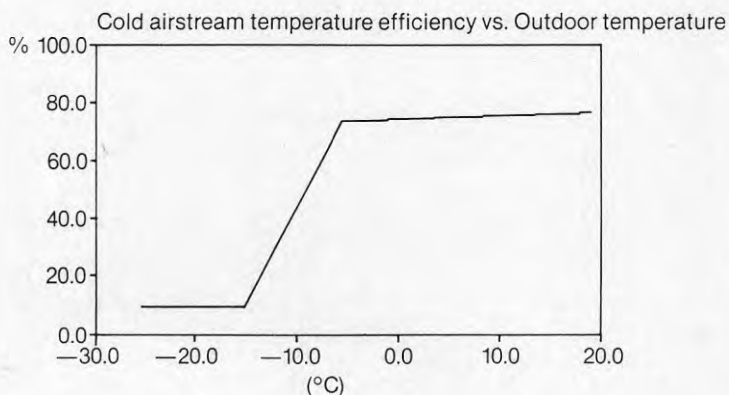


Fig 8.3 Typiskt driftsfall; del I utan frysning, del II med frysning

En sammanställning av det totalt tillgängliga mätunderlaget med avseende på TVG och utetemperatur visas i figur 8.4. Man ser tydligt resultatet av frysning. Vid enstaka tillfällen har hela växlaren fullständigt packats igen av is.

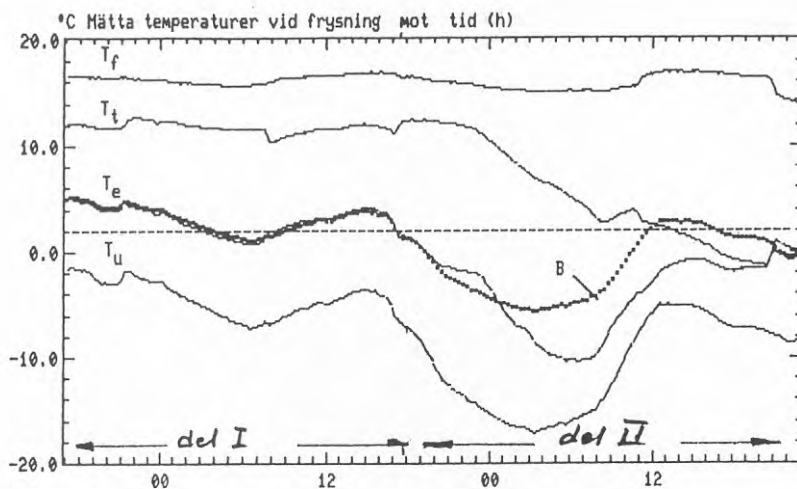


Figur 8.4 Temperaturåtervinning vid varierande utetemperatur

Det transienta området mellan utetemperatur -6 till -14 grader C i figur 8.4 orsakas inte av att växlaren fullständigt packas igen av is. Enligt (Fisk et al, 1983) framgår att temperaturåtervinningen påtagligt försämrades då växlarens kanaler packades av is endast lokalt i frånluftsströmmens utlopp.

Anledningen till isbildning beror på att utetemperaturer under ca -8 grader C resulterar i en frånluftstemperatur, efter växlaren, som underskrider dagtemperaturen.

I figur 8.5 har dagtemperaturen, streckad, bestämts ur Mollier-diagram utifrån antagandet att den relativa fukthalten i frånluften är 40 procent. Grafen, B, är beräknad, T_e , baserad på att samma TVG antas gälla över hela perioden. B överensstämmer väl med mätt T_e , då FTX-systemet har TVG 75 till 80 procent. Avvikelsen ökar med avtagande TVG. Detta betyder att isbildning i Växlarens kanaler resulterar i ökat tryckfall över hela växlarpaketet. Ur fläktkurvan inses att tryckfallsökning innebär reducerat flöde, d v s lägre temperatur i utgående frånluft efter växlarna.



Figur 8.5 Temperaturer vid påfrysning

En kvalitativ analys baserad på temperatu och anpassning av kvoten, till-/frånluftsflöde enligt

$$K_1 \times DT_1 \times \dot{q}_1 = K_2 \times DT_2 \times \dot{q}_2 \quad ; k = \rho c_p$$

ρ = densitet
 c_p = specifikt värme
 DT_1 = temperaturminskning - frånluft
 DT_2 = temperaturökning - tilluft
 \dot{q}_1 = frånluftflöde
 \dot{q}_2 = tilluftflöde

Idealt: inga värmeförluster samt $K_1 = K_2$ ger;

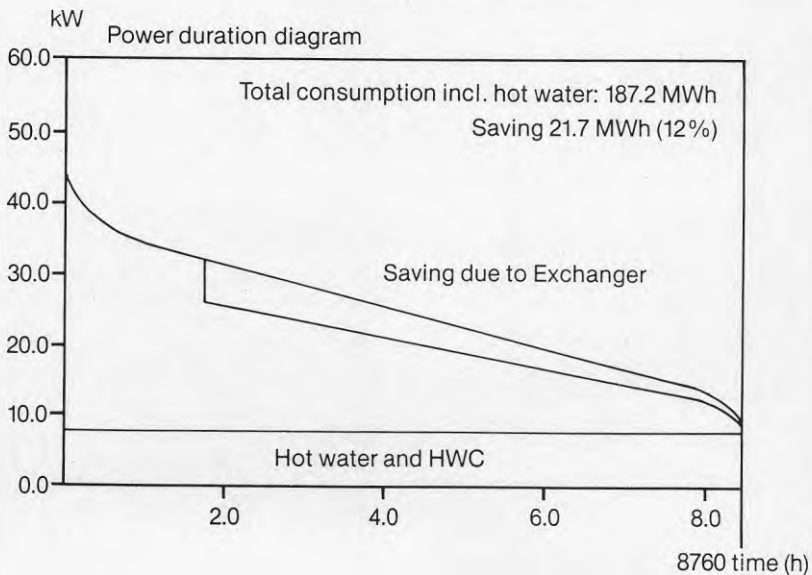
$$T_e = T_f - k(T_t - T_u) \quad \text{där } k = \dot{q}_2 / \dot{q}_1 \quad \dots (8.1.2)$$

k bestäms genom anpassning.

visar att frånluftsflödet reduceras med ca 65 procent, då växlingsutbytet sker under förhållanden med tilltagande isbildning på växlarlamellerna.

Besparingen efter installation av FTX-systemet markeras av den skuggade ytan i varaktighetsdiagrammet, figur 8.6, och utgör 21,7 MWh. Detta resultat är normerat mot utetemperaturens varaktighet för Umeås del enligt flerårig statistik, tillgänglig i VVS-handboken. I detta fall har ett matematiskt samband mellan tid och utetemperatur (enligt Hallen, Tomas) använts för effektbehovet vid driftsfall med TVG större än 70 respektive mindre än 0 procent. Ur dessa samband erhålls slutligen varaktigheten för effektbehovet.

Air-to-air heat exchanger



Figur 8.6 Totalt effektbehov inkluderande tappvarmvatten och värmeslinga i badrums, vvc.

Besparingen begränsas av igenfrysning. En viss minskad förbrukning erhålls dock efter igenfrysning beroende på reducerat frånluftsflöde. I föreliggande utvärdering exkluderas detta bidrag, eftersom avsedd funktion därmed ej uppnåtts.

Av figur 8.6 framgår att ytterligare besparing låter sig göras om FTX-systemets effektiva drifttid kunde förlängas, i detta fall ca 1.700 timmar. Längre effektiv drifttid åstadkoms om TVG optimeras med avseende på utetemperatur under vilken frysning inträffar.

Genom att utnyttja definitionen 8.1.1 ovan, antagandet att värmeutbyte endast sker mellan varm och kall luftström samt att från- och tillluftsflödet är ekvivalent gäller:

$$\text{TVG} = (T_t - T_u) / (T_f - T_u) \dots (8.1.1)$$

$$T_f - T_t = T_e - T_u \dots (8.1.3)$$

Frånluftstemperaturen efter växlarpaketet kan därmed uttryckas:

$$T_e = T_f (1 - \text{TVG}) + \text{TVG} \times T_u \dots (8.1.4)$$

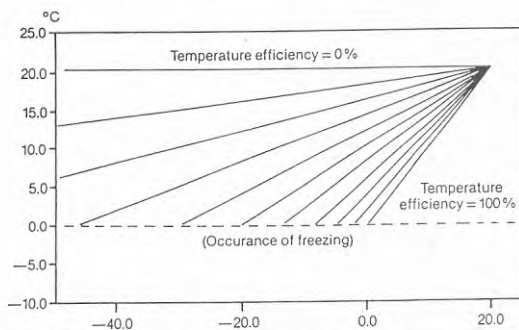
Om vi som kriterium för tilltagande frysning med reduktion av TVG sätter T_e lika med 0 grader C erhålls följande:

$$T_u = T_f (1 - 1/\text{TVG}) \dots (8.1.5, \text{TVG} \neq 0)$$

$$(\text{TVG} = 0 \text{ ger } T_e = T_f \text{ enl ekv 8.1.4})$$

vilket anger den utetemperatur, vid vilken FTX-systemet fryser med varierande TVG. Av figur 8.7 framgår generering av relation mellan T_e och T_u med TVG som parameter. Utetemperatur vid vilken frysning inträffar markeras av streckad linje $T_e = 0$ grader C.

Calculation of exhaust air temperature after exchanger vs outdoor temperature



Figur 8.7 Resultatet efter generering med olika TVG, $T_f = 20$ grader C

Man ser att effektivare FTX-system, ökande TVG, resulterar i att risken för påfrostning inträffar vid högre utetemperaturer.

För att fastställa besparingen vid varierande TVG krävs kännedom om effektbehovet för tilluftsvärmning. Beräkningar visar att ca 40 procent av uppvärmningsbehovet tillförs via tilluftsbatteriet. Husets effektförbrukning med varierande TVG kan således bestämmas enligt:

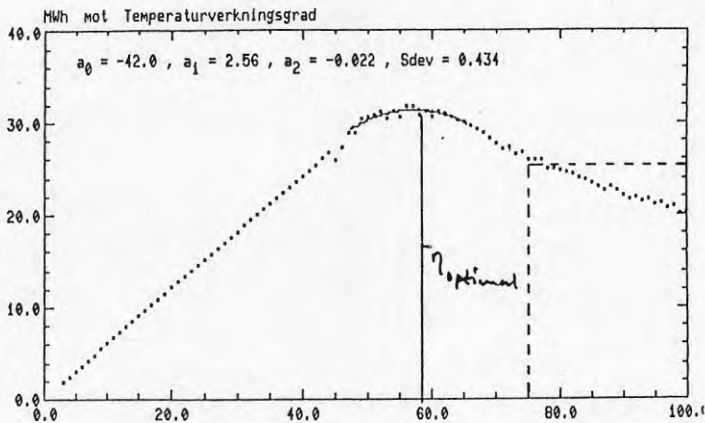
$$Q_{\text{hus}} = (1 - \text{TVG} \times \text{Av}) Q \dots \dots \dots (8.1.6)$$

Av = andel tilluftsvärmning

Q = mätt effektbehov utan FTX

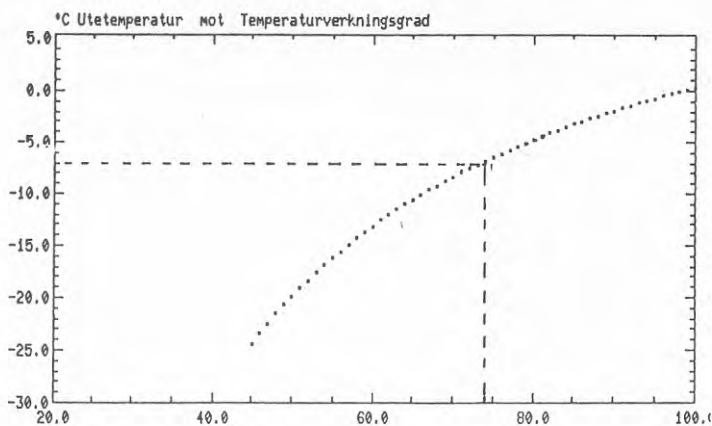
TVG = temperaturverkningsgrad

Resultatet framgår i figur 8.8 som visar att besparingen uppnår ett maximalt värde vid en optimal TVG på 58 procent. Detta värde är erhållet ur ett andragrads-polynom, som anpassats symmetriskt kring max-punkten.



Figur 8.8 Besparing enligt enkel modell, ekv (8.1.4) och (8.1.6)

Jämförelse med mätt TVG, som i figuren markeras av streckad linje, visar att beräknad besparing är 4,8 MWh eller 22 procent större än den genom mätning fastställda besparingen, 21,7 MWh. Den utetemperatur, vid vilken frysning inträffar vid varierande TVG, enligt fryskriteriet 8.1.4, framgår av figur 8.9.



Figur 8.9 Utetemperatur under vilken frysning inträffar, enligt ekv (8.1.4)

Genom mätning dokumenterad TVG, streckad, visar god överensstämmelse med modellen.

En temperaturverkningsgrad på 58 procent betyder således att frysning inträffar vid utetemperaturer lägre än - 15 grader C. Varaktigheten för utetemperaturer därunder uppgår till 700 timmar. Därmed skulle den effektiva drifttiden och energibesparingen öka. I detta fall skulle drifttiden öka med 1.000 timmar.

8.3 Kommentar

I ovan enkla modell har frånluftstemperaturen fastlagts till 20 grader C. I verkligheten varierar frånluftstemperaturen mellan 16 till 21 grader C beroende på utetemperatur. Systemlösningar med ventilationskanaler dragna ovan tak bör därför om möjligt undvikas. Övergången från tidsstyrd halv- och helfartsdrift till enbart halvfartsdrift av ventilationen, vid utetemperaturer lägre än -8 grader C, tillsammans med frånluftstemperaturens utetemperaturberoende, är bidragande faktorer till att frysning inträffar vid häri redovisad utetemperatur.

8.4 Slutsats

Installationen av återvinningsanläggning, FTX, resulterade i en årlig besparing på 21,7 MWh, ca 13 procent av total förbrukning. Utfallet är emellertid beroende av uteklimatets temperaturvaraktighet. Med nuvarande installation upphör avsedd funktion, beroende på igenfrysning, vid utetemperaturer under ca -8 grader C.

Befintliga FTX-system saknar idag tillfredsställande avfrostningsfunktioner. Konventionellt utnyttjas vanligtvis elektriska resistansvärmare eller sk by-pass drift vid kritiska utetemperaturer. Dessa åtgärder innebär dock försämrad totalverkningsgrad. Med utgångspunkt från dagsläget bör man, istället för strävan efter maximal temperaturverkningsgrad, dimensionera temperaturåtervinningen med hänsyn tagen till det aktuella uteklimatet. Därmed förlängs den effektiva driftstiden och besparingen ökar.

Temperaturåtervinning av frånluft utgör en betydande sparpotential, i det undersökta fallet ca 40 procent av värmeförbrukningen. Den pågående mögel- och fuktdebatten resulterar i att kraven på god ventilation kommer att öka. Återvinningssystem i ventilationsanläggningar utgör därmed en väsentlig enhet, om kravet på god ventilationsgrad och låg energiförbrukning samtidigt ska uppfyllas. Grundläggande forskning kring frysproblematiken är dock en förutsättning om FTX-system ska ingå som energisparåtgärd i våra nordliga regioner.

9 FRÅNLUFTSVÄRMEPUMP, FVP I

9.1 Åtgärd

En frånluftsvarmepump av fabrikat Parca Vent 40 har installerats i ett flerbostadshus med 12 lägenheter, bruksarea 878 m². Av utrymmesskäl placerades FVP utomhus, ovan tak, se figur 9.1. Huset ventileras av mekanisk FT-ventilation med tidsstyrd hel- och halvfartsdrift.

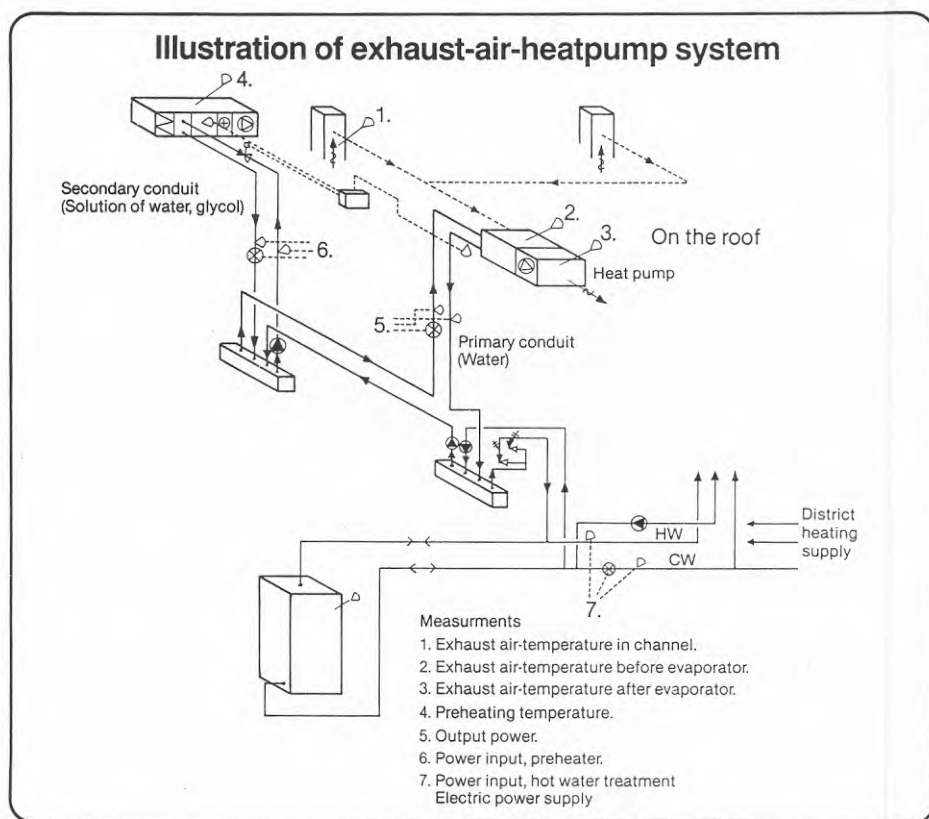


Fig 9.1 Installationsbeskrivning, FVP I

Värmepumpsenheten är en kompakt installationsfärdig modul innehållande frånluftsfläkt, filter, kylbatteri, kompressor och kondensor utförd för köldmediet R22. Vidare är enheten försedd med ett motordrivet brandspjäll, som vid eventuell brand sörjer för tillfredsställande ventilation. Befintliga frånluftsdon är via en gemensam kanal, dragen ovan tak, direktansluten till värmepumpens förångarsida.

Den takmonterade värmepumpen förbinds med växlare VVX1 och VVX2 via rörsystem dragna i trapphus. Värmebäraren i primärkretsen utgörs av vatten och är för att undvika frysning i ett mindre avsnitt, utomhus, försedd med en elvärmekabel.

Beredning av tappvarmvatten sker i växlare VVX1 mot ackumulatortank, Somatherm 17S 700. Termostatventiler på utgående tappvarmvattenledning från VVX1 begränsar flödet så att temperaturen alltid upprätthålls vid ca 50 grader C. Den installerade ackumulatorvolymen är 700 l, vilket motsvarar 58 l per lägenhet.

Växlare VVX2 överför överskottsvärme till ett luftvärmningsbatteri, som förvärmer den till huset inkommande tilluften. Värmebärare för systemet VVX2-luftbatteri är en vattenglykolblandning, som frysskyddar ned till ca -35 grader C. Inkoppling av systemet sker med en oshuntad reglerstrategi, som aktiveras då behovet av tappvarmvatten är litet. Avsikten med denna komponent är att förlänga värmepumpens drifttid.

Till- och frånslag av FVP styrs av temperaturgivare i primärkretsens returledning. Kompressorn stoppas om man inte har tillräcklig nedkylning.

Den tidigare anslutningen till sekundärkulverten finns kvar och utgör en extra säkerhet vid driftstörningar. Anslutningen aktiveras automatiskt, då temperaturen i ackumulatortanken understiger ett förinställt värde, 38 grader C.

FVP-systemets energi fördelar sig på till följande poster:

- * tappvarmvatten
- * badrumsradiatorer (VVC)
- * förvärma inkommande tilluft

Installationen utfördes som totalentreprenad under ca 4 veckor och medförde relativt omfattande rörarbeten i form av svetsning varvid viss olägenhet uppstod i trapphus och lägenheter. Entreprenören försågs för dimensionering med nödvändiga uppgifter om ventilationsgrad, frånluftstemperatur och tappvarmvattenförbrukning. Därefter fick entreprenören i uppdrag att själv utforma en väl anpassad systemlösning med optimal funktion och energiåtervinning. Vid upphandlingen krävdes en effektgaranti på 16 kW.

9.2 Mätningar

Av figur 9.1 framgår nedanstående mätpunkters placering:

- 1) frånluftstemperatur
- 2) frånluftstemperatur före förångare
- 3) frånluftstemperatur efter förångare
- 4) tilluftstemperatur mellan befintligt och installerat luftvärmningsbatteri
- 5) primärkrets, temperatur fram/returledning samt flöde
- 6) sekundärkrets, temperatur fram/returledning samt flöde
- 7) utgående varmvatten- och inkommande kallvattentemperatur samt flöde
 - * elförbrukning i kompressor, cirkulationspumpar, frånluftsfläkt och elvärmekabel
 - * husets energiförbrukning

Samtliga mätningar har utförts med hjälp av dator, se kap 2.

Mätpunkt (1) utgör en dokumentation av aktuell frånluftstemperatur och dess variation med exempelvis utetemperaturen. Tillsammans med (2) ges information om ventilationskanalens isolerande förmåga. Temperaturfallet över förångaren dokumenteras av 2) och 3) och är väsentligt för levererad energi. Mätning 4) dokumenterar tilluftens temperaturhöjning vid tidpunkter då sekundärenheten, VVX2, inkopplas. I 5) registreras av värmepumpen utvunnen energi som fördelas till förvärmning, 6) och tappvarmvatten, 7).

Vid samtliga temperaturmätningar har Pt-100 givare använts. För mätning av flöden används Pollux hetvattenmätare av typen AJ 7020-25 kompletterad med värmemätardel AJ 7271-2. Elförbrukningen har registrerats med tångamperemeter typ HOIKI 9006, Clamp on Current Transducer.

9.3 Driftserfarenheter

Kort efter driftstart konstaterades att värmepumpens effekt kraftigt underskred, den i produktbladet utlovade. Orsaker här till beskrivs nedan i avsnitt 9.4. Värmepumpen är kraftigt överdimensionerad och utgör därför ett exempel på en sparåtgärd som misslyckats, både funktionsmässigt och ekonomiskt. Baserat på utförda mätningar godkändes inte nuvarande FVP-system vid slutbesiktningen, 86-03-05.

Entreprenören åtog sig därefter att byta nuvarande värmepump till en mindre storlek, Parca Vent 20. De optimeringsåtgärder och driftserfarenheter, som har gjorts tillsammans med maskinisten bedömer vi dock som betydelsefulla och användbara i likartade FVP-system. De väsentligaste erfarenheterna som gjorts och där efter åtgärdats utgörs av följande;

- Vi konstaterade att brandspjället alltid stod lite öppnat p g a fel i spjällmotor. Felet upptäcktes av temperaturmätningen före förångaren som visade onormalt låg frånluftstemperatur.
- Mätningarna av varmvattenförbrukningen antydde först att huset krävde 400 l/lgh och dygn jämfört med tidigare 150 till 200. Värmepumpen belastades maximalt vad avsåg effektuttag och drifttider medan återvinningsenheten aldrig aktiverades.

I detta skede skulle FVP-systemet överlämnas till beställaren. Den höga varmvattenförbrukningen förklarades med "naturlig variation". Utökade mätinsatser visade emellertid att orsaken var ett läckage via trevägsventilerna som kopplar ur fjärrvärmedriften. Värmepumpen leverade under denna tid energi till områdets sekundärkulvert, vars förbrukning avsevärt överstiger det aktuella husets behov.

- Trots nya trevägsventiler fungerade inte systemet tillfredsställande. Fjärrvärmeställning krävdes, samtidigt som kompressorns drifttid per dygn var låg. Orsaken var dels olämplig givarp placering (mitt på ackumulatortank), dels felaktig förinställning av börvärdet som aktiverar överkoppling till fjärrvärmedrift.

Problemet avhjälpes genom att markant sänka värdet, från 40 till 25 grader C. Denna åtgärd baserades på en kontrollerad störttappning som visade att temperaturskiktningen i ackumulatortanken var god. Tappvarmvattentemperaturen upprätthölls i området 47 till 50 grader C vid fyllning av 650 liter kallt vatten.

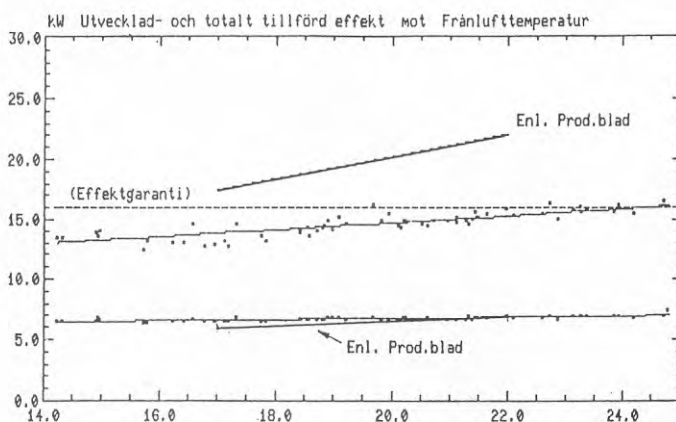
- Nästa problem var återvinningsenheten som förvärmde tilluften vid låg last. Eftersom den matas med oshuntat vatten medför dess aktivering ett betydande effektuttag. Reglerstrategin av återvinningsenheten resulterar i att man får on/off-reglering och därmed pendling av primärkretsens temperatur. Detta återverkar i sin tur på antalet start/stopp av kompressor som blir oacceptabelt stort. Ett stort antal start/stopp utsätter kompressorn för stora påfrestningar med förkortad livslängd som följd. Genom byte till reglergivare med större reglerområde, samt omplacering från primärkretsens framledning till returledningen, har antalet start/stopp kunnat reduceras.

9.4 Resultat

Enligt produktblad ska en Parca Vent 40 utveckla 20 kW vid nedanstående förutsättningar:

Luftflöde: 3.800 m³/h (1,05 m³/s)
 Temperatur ingående luft: 20 grader C
 Temperatur utgående luft: 8 grader C
 Vattenflöde primärledning (min-max): 1,9-2,5 m³/h

Verklig och utlovad värme samt totalt utförd effekt vid varierande frånluftstemperatur har sammanställts i figur 9.2.



Figur 9.2 Utvecklad värmeeffekt samt totalt tillförd el-effekt

Av figuren framgår att uppmätt effekt är betydligt lägre än i produktblad utlovad. I medeltal, inom temperaturintervallet 17 till 22 grader C, är effektuttaget lägre än väntat. Detta orsakas av ett otillräckligt luftflöde, som vid installationen begränsades till 2.100 m³/h (0,58 m³/s). Detta luftflöde motsvarar ett viktat medelvärde som gällde före installationen, då husets FT-ventilation tidsstyrdes mellan hel- och halvfartdrift. I och med installationen ändrades ventilationsstrategin så att frånluftsflödet blev konstant, oberoende av tid och utetemperatur, medan tilluftsflödet som tidigare tidsstyrts mellan hel- och halvfart samt utetemperatur.

Enligt produktbladets data ska värmefaktorn, beräknad med hänsyn till totalt tillförd el-effekt, variera mellan 2,9 och 3,2 inom frånlufttemperaturområdet 17 till 22 grader C. Mätningarna visar att värmefaktorn varierar inom intervallet 2,0 till 2,2, figur 9.1. Av figuren kan vi slutligen konstatera att fastställd effektgaranti endast uppnås för frånluftstemperaturer överstigande 24 grader C, d v s företrädesvis sommartid.

Frånluftsflöde och lufttemperaturfall över förångare är väsentliga parametrar för att FVP-system ska uppnå, för aktuell applikation, maximal värmeåtervinning. Nämnda parametrar är kopplade så, att en mindre procentuell reduktion av luftflödet i det närmaste kompenseras av en motsvarande ökning i temperaturfallet. I fallet med denna installation, där man har reducerat det nominella luftflödet med ca 55 %, skulle man för att uppnå nominell värmeeffekt behöva åstadkomma en ökning av lufttemperaturfallet över förångaren med ca 80 %. Detta motsvarar en ändring från specificerat 12 till ca 21 grader C, varmed frysning av kondens i vindkonvektorn med stor sannolikhet uppstår. Frånluftsflödet kan bestämmas ur anpassning av följande mätningar: utvecklad värmeeffekt, lufttemperaturfall över förångare samt tillförd el-effekt till kompressor. Följande linjära samband:

$$Q = C \times \dot{q} \times DT + Q_{EL} \dots (9.1.1)$$

Q = utvecklad värmeeffekt, kW

C = konstant: 1,21, KJ/m³ grader C

\dot{q} = luftflöde, m³/s

DT = temperaturfallet över förångaren, grader C

Q_{EL} = tillförd el-effekt till kompressorn, kW

ger luftflödet ur riktningskoefficienten efter division med C . Baserat på redovisade mätningar i figur 9.2 erhöles i medeltal $\dot{q} = 0,55$ m³/s och $DT = 16$ grader C, vilket innebär att utvecklad värmeeffekt är ca 70 % av nominell effekt enligt produktblad.

Mätningen av frånluftstemperaturen visade att inblandning av uteluft, i detta fall via ventilerade soprum, i frånluftströmmen var betydande. Ett mekaniskt spjäll installerades, varmed ventilationen från soprummen under kalla perioder begränsades. Resultatet framgår i figur 9.3 och visar att temperaturen därmed ökade med ca 5 grader C.

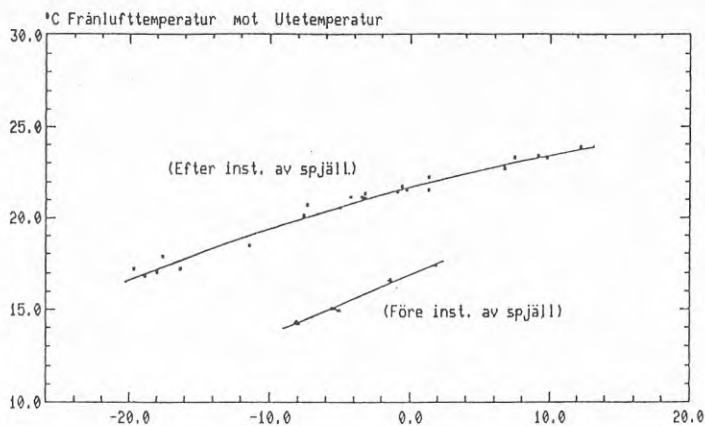


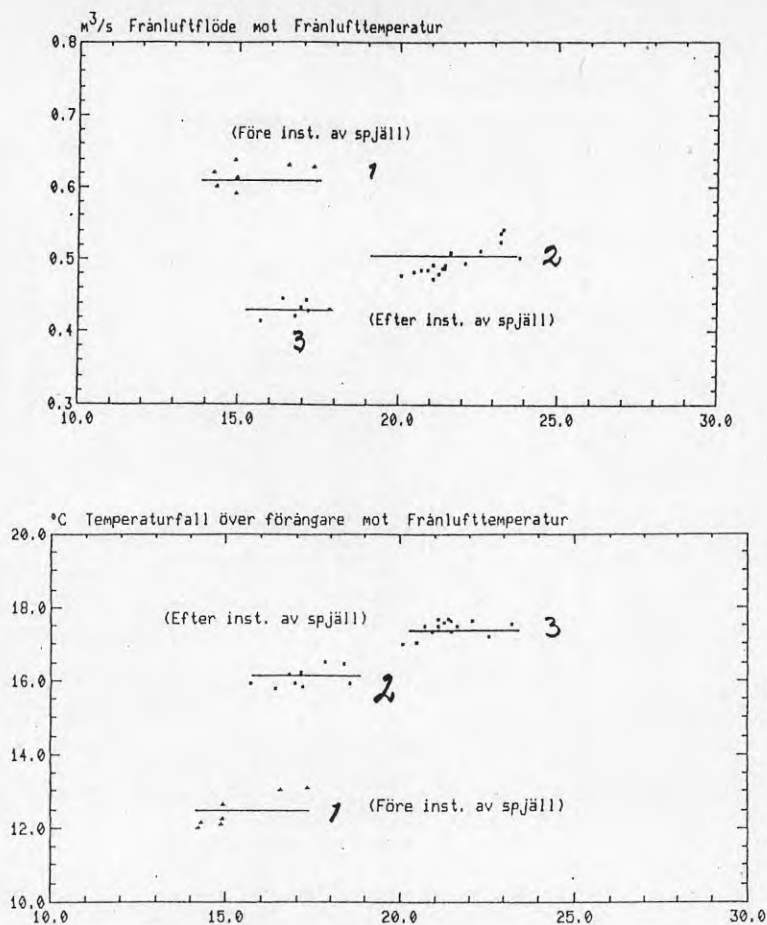
Fig 9.3 Frånlufttemperatur vid varierande utetemperatur

Begränsad soprumsventilation resulterade dock i ett reducerat luftflöde, från i medeltal 0,61 till 0,50 m³/s sannolikt orsakat av ökat tryckfall i ventilationskanalen. Samtidigt ökade lufttemperaturfallet över förångaren från 12,5 till 16,2 grader C.

Frånluftflödet reduceras ytterligare under perioden, då utetemperaturen är lägre än -8 grader C. Detta orsakas av att tilluftsventilationen därmed uteslutande körs på halvfart. Frånluftflödet reduceras därmed till 0,43 m³/s och temperaturfallet över förångaren ökar till ca 17,5 grader C. Resultatet för driftsfallen:

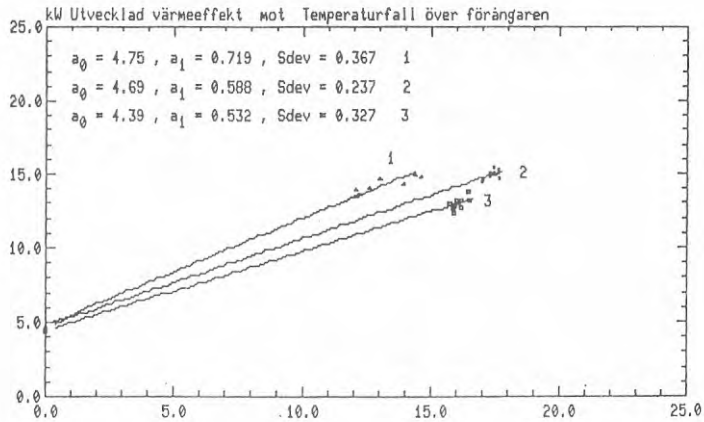
- 1) före spjäll i soprumsventilation
- 2) efter spjäll i soprumsventilation
- 3) tilluftsventilation på halvfart

med avseende på luftflöde och lufttemperaturfall framgår av figur 9.4.



Figur 9.4 Luftflöde och lufttemperaturfall vid olika frånluftstemperaturer

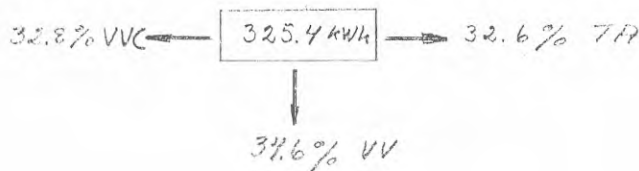
Ovan redovisade driftsfall har marginell betydelse för den utvecklade effekten, vilket framgår av figur 9.5. Heldragna linjer i figuren är anpassningar enligt (9.1.1) där a anger tillförd el-effekt till kompressorn vid respektive driftsfall.



Figur 9.5 Utvecklad värmeeffekt vid olika lufttemperaturfall över förångaren, 3 olika driftsfall

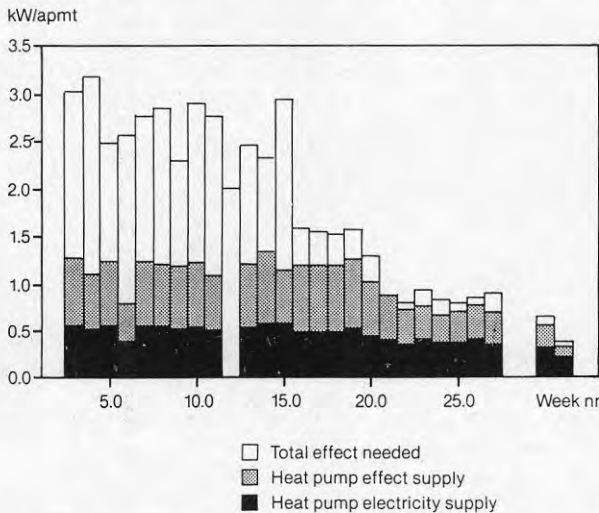
Relativt driftsfall 1 innebär fall 2 och 3, i medeltal, en ökning respektive minskning med ca 7 % i effekt. Av detta kan vi konstatera att mindre reduktioner av luftflöde i det närmaste kompenseras av motsvarande ökning i temperaturfall.

Fördelningen av utvunnen energimängd per dygn på posterna: varmvatten (VV), badrumsradiatorer (VVC) och förvärmning av tilluft (TA) vid perioder med stort värmebehov, är enligt följande:



Baserat på medelvärmeeffekten, 14,7 kW, innebär TA-enheten en driftstidsförlängning med ca 7 h/dygn. Över året varierar drifttiden för FVP-systemet mellan 15 och 22 h/dygn, där den längre drifttiden gäller för perioder med stort uppvärmningsbehov, varvid samtliga energiposter är aktiverade. Ur figur 9.6, som visar husets effektbehov för uppvärmning samt av FVP utvecklad och tillförd el-effekt per lägenhet för ett antal veckor under 1984, framgår att förvämning av tilluft avtar efter vecka 20. Under sommaren levererar värmepumpen energi enbart till posterna VV och VVC.

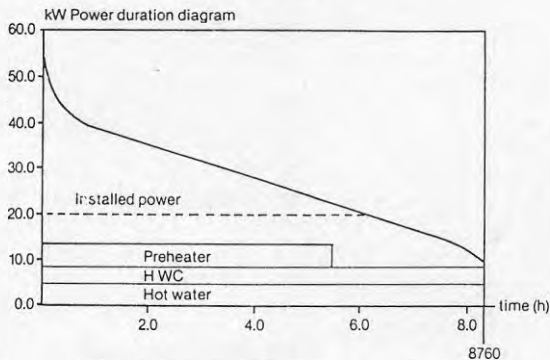
Exhaust air heat pump in 12 apartment house



Figur 9.6 Mätresultat av effektbehov för ett antal veckor under 1984

Besparingen har åskådliggjorts med varaktighetsdiagram, figur 9.7, enligt samma metod som beskrevs under avsnitt 8.3. I diagrammet har dygnsmedeleffekten för posterna VV, VVC och TA markerats.

Heatpump on roof.



Figur 9.7 Varaktighetsdiagram visande energiposter som täcks av FVP

Den totala årliga värmeenergiförbrukningen uppgår till 212,3 MWh. Därav utgörs 76,0 MWh av VV och VVC. Till förvärmning, TA, levereras 24 MWh medan 112,8 MWh förbrukas av radiatorer för enbart uppvärmning. FVP-systemet täcker således 100,0 MWh årligen, skuggade ytan i figuren. Baserat på medelvärmefaktorn, 2,1, erhålls därmed en årlig besparing motsvarande 52,4 MWh eller 24,7 % av den totala energiförbrukningen.

9.5 Kommentarer

Den installerade värmepumpen är som nämnts överdimensionerad, framförallt frånluftsmängden. Av figur 9.7 framgår att installerad effekt är ca dubbelt så stor som effektbehovet för VV och VVC. Luftförvärmningsenheten, TA, resulterar planenligt i längre driftstider, vilket alltid bör vara eftersträvänsvärt. Dessvärre innebär aktiveringen av enheten ett betydande effekttuttag som i sin tur ger upphov till kraftiga pendlingar i FVP-systemets primärledning. Detta resulterar i att antalet start/stopp av kompressorn blir oacceptabelt stort. I dagsläget varierar antalet start/stopp från 50 upp till 150 ggr/dygn.

Den totala värmeförbrukningen i huset överstiger förbrukningen på kvartersnivå åren 1984-85, med ca 10 procent. En högre förbrukning förklaras till viss del av att husets luftomsättning har förändrats jämfört med tidigare. Skillnaden utgörs av att frånluftsflödet numera är konstant, d v s ingen styrning varken av tid eller utetemperatur sker. En jämförelse mellan luftomsättningen vid det konstanta frånluftsflödet (0,88 oms/h) och en luftomsättning, som skulle erhållas om frånluftsflödet liksom tilluften halverades (0,7 oms/h) vid utetemperaturer lägre än -8 grader C, visar att husets energiförbrukning därmed endast skulle vara ca 5 procent högre än kvartersförbrukningen.

9.6 Hinder

Inga.

9.7 Slutsats

Installationen av FVP-systemet har inneburit en årlig besparing på 52,5 MWh eller ca 25 % av den totala energiförbrukningen. Trots detta kan den aktuella installationen inte rekommenderas beroende på kraftig överdimensionering samt en bristfällig styr- och reglerstrategi.

För FVP-applikationer är det av avgörande betydelse att värmepumpens storlek anpassas till rådande från-luftsflöde och inte som i detta fall, där luftflödet endast är ca 55 % av vad som krävs för optimal funktion.

FVP-system bör dimensioneras så att långa driftstider uppnås. Undantag från detta kan vara, om differentierade el-taxor föreligger. I det undersökta fallet har förlängning av driftstiden, ca 7 h, åstadkommit genom att överkapacitet utnyttjas till förvärmning av ingående tilluft. Aktiveringen av denna enhet sker via en oshuntad koppling, vilket har visat sig orsaka ett stort antal start/stopp av kompressorn. Detta resulterar sannolikt i att kompressorbyte blir nödvändigt tidigare än planerat.

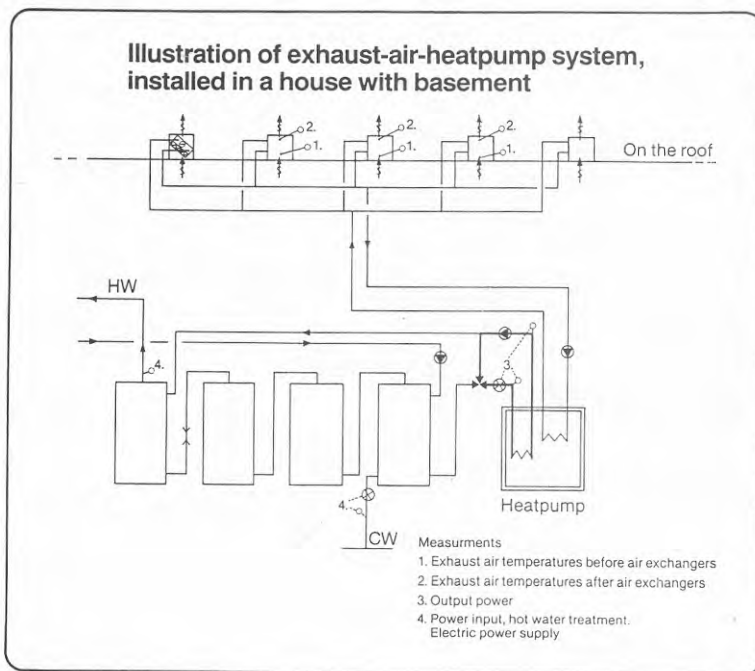
Slutligen kan nämnas att ovan beskrivna FVP-system inte uppfyller den lämnade effektgarantin på 16 kW. Vid slutbesiktningen underkändes funktionen, varefter entreprenören åtog sig att installera en mindre och därmed bättre anpassad värmepump.

10 FRÅNLUFTSVÄRMEPUMP, FVP II

10.1 Åtgärd

En frånluftsvärmepump av fabrikat Fläkt Ampliterm med typbeteckning PVBA-01-080 har installerats i källare i ett flerbostadshus med 39 lägenheter, bruksarea 2.781 m². Huset ventileras med mekanisk FT-ventilation med tidsstyrd halv- och helfartsdrift.

Ett rörsystem, draget via trapphus, förbinder värmepumpens förångarsida med fem takmonterade värmeåtervinningsaggregat av typen Fläkt ESSA med värmeväxlare, KDNN-03-b-06, se figur 10.1. Aggregaten placerades ovan befintliga frånluftsdon. I rörsystemet cirkuleras en värmebärare bestående av en vattenglykollösning. Lösningen cirkuleras kontinuerligt för att motverka frysning i systemet.



Figur 10.1 Installationsbeskrivning, FVP, i källare

Själva värmepumpen utgörs av en installationsfärdig enhet inbyggd i ett hölje av varmförzinkad stålplåt med mellanliggande värme- och ljudisolerande mineralullskiva. Förångare och kondensor är spiralvärmväxlare av dubbelrörstyp. Kompressorn, som är monterad på dämpare, är helhermetisk och utförd för köldmedium R22.

Enheten är försedd med automatisk reglerutrustning bestående av vattentemperaturtermostat och hög-lågtryckspressostat. Termostaten begränsar, från kondensorn, utgående vattentemperatur till ca 50-60 grader C genom att starta respektive stoppa kompressorn. Pressostatens uppgift är att skydda värmepumpen mot oavsiktliga händelser som exempelvis avstängning av frånluftsfläktar eller cirkulationspumpar.

Inkommande kallvatten tas in i botten på tank fyra, se figur 10.1. Beredning av varmvatten sker sedan genom cirkulation av vatten mellan de fyra enkelmantlade ackumulatortankarna, typ EKS 650, och shuntning via styrventil till värmepumpens kondensator. Shuntningen garanterar ett konstant temperaturfall över kondensorn, ca 6 grader C. I uppvärmningsskedet värms tank ett först, därefter tank två o s v. Vid tappning sker värmeuttaget i omvänd riktning. Ett mindre värmeuttag sker kontinuerligt av förbrukning i badrumsradiatorer, VVC.

Sammanfattningsvis är avsikten med FVP-systemet att leverera energi till följande poster:

- * tappvarmvatten
- * badrumsradiatorer, VVC

Även denna installation har utförts som totalentreprenad och installationstiden var ca 2 månader. Arbetet orsakade relativt små störningar i huset.

I likhet med FVP I försågs entreprenören med nödvändiga förutsättningar inför dimensionering och utformning av systemlösning. Inom ramen för upphandlingen bedrevs ingående diskussioner beträffande funktionsansvar och stor frihet gavs entreprenören att utforma ett optimalt fungerande FVP-system beträffande funktion och energiåtervinning. Vid upphandlingen fastställdes en effektgaranti.

10.2 Mätningar

Följande mätinsatser har företagits, se figur 10.1:

- 1) Frånluftstemperatur före värmeväxlare
- 2) Frånluftstemperatur efter värmeväxlare
- 3) Vattentemperatur före/efter kondensator samt flöde
- 4) Tappvarm- och inkommande kallvattentemperatur samt flöde

- * energitillskott via sekundär fjärrvärmekulvert
- * elförbrukning av kompressor

Samtliga mätningar anslöts till dator, se kap 2.

Mätningarna 1) och 2) ger väsentlig information beträffande utvecklad effekt från FVP-systemet. I 3) och 4) registreras levererad och förbrukad energimängd.

FVP-systemet är, enligt leverantören, dimensionerad för ventilationens helfartsdrift, d v s luftmängden 7.500 m³/h. Vid perioder med halvfartsdrift behövs tillskott av fjärrvärme för att helt tillgodose behovet av tappvarmvatten. Genom att dokumentera fjärrvärmens kan FVP-systemets täckningsgrad anges.

Temperaturmätningarna har utförts med resistanstermometrar typ Pt-100 och Ni-1000. Flöden och energiförbrukning har registrerats med utrustning från SVMM. Kompressorns el-förbrukning har registrerats med tångamperemeter typ HOIKI 9006, Clamp on Current Transducer.

10.3 Driftserfarenheter

En anseelig arbetsinsats har ägnats åt avhjälpande av felaktigheter i FVP-systemets reglerstrategi. Optimeringsarbetet har uteslutande utförts av mät- och utvärderingsgruppen tillsammans med områdesansvarig maskinist. Ett vanligt problem har varit att finna börvärden för bästa möjliga drift, exempelvis gångtider för kompressorn, maximalt utnyttjande av värmelager etc.

En sammanfattning av, för driftoptimering väsentliga erfarenheter, ges av följande:

- Omgående efter driftstart konstaterades en 6-procentig minskning av värmeförbrukningen relativt referenshuset. Parallellt härmed noterades klagomål beträffande otillräcklig ventilation.

Orsaken var att de takmonterade värmväxlarna som monterades ovan befintliga frånluftsdon reducerade de styrda ventilationsförlusterna p g a ökat tryckfall. Befintliga frånluftsmotorer, som är direktdrivna, ersattes av nya med större kapacitet varvid den tidigare ventilationsgraden återställdes.

- Kort tid efter idrifttagandet konstaterades att den utvecklade effekten var lägre än väntat. Mätningar visade att orsaken var cirkulationspumpen, P2, som ej var inställd efter föreskrivet värde samt att frånluftstemperaturerna reducerades ned under 15 grader C vid låga utetemperaturer p g a att en delmängd av frånluften togs via ouppvärmda soprumsutrymmen.
- Den avsedda cirkulationen mellan ackumulator-tankarna fungerade inte som planerat. Det visade sig att endast tank ett laddades till 52 grader C, medan vattentemperaturen i de övriga förblev oacceptabelt låga. Detta innebar att den för laddning effektiva volymen endast utgjorde en fjärdedel av totalt installerad och motsvarade 17 liter per lägenhet.

Resultatet blev att tank ett snabbt tömdes, varvid fjärrvärmeförbrukning automatiskt kopplades in. Täckningsgraden för FVP blev därmed låg. Det kan tilläggas att kompressorn dessutom stoppades av pressostaten, vars börvärde var felaktigt lågt förinställt.

Först efter ett omfattande utvärderings- och injusteringsarbete vad avser flöde i varmvatten-cirkulationskretsen och den shuntade kondensorkretsen erhöles laddning av alla ackumulatortankarna.

- Sammanfattningsvis kan sägas att praktiskt taget alla på förhand givna börvärden i reglerutrustningen har ändrats för att åstadkomma optimal driftsfunktion.

10.4 Resultat

Ett typiskt driftsfall avseende avgiven värmeeffekt redovisas i figur 10.2. Beroende på ventilationens tidsstyrning mellan halv- och helfartsdrift antar effekten, i medeltal, nivåerna 22,5 resp 26 kW.

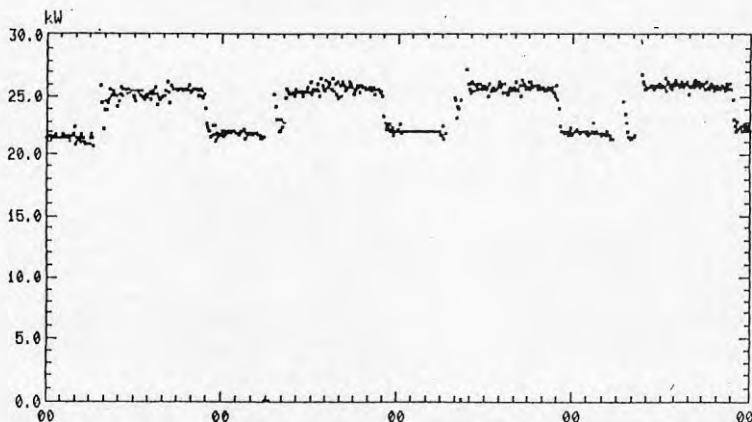


Fig 10.2 Typiskt driftsfall avseende avgiven värmeeffekt under en tidsperiod på fyra dygn (00 på tidsaxeln markerar midnatt)

Halvfartsdrift innebär att frånluftsflödet reduceras med 45 procent, vilket baseras på anpassning enligt, (9.1.1). I och med flödesreduktionen ökar temperaturfallet över växlarna i frånluftskanalen från, i medeltal 8,5 till 13,1 grader C, d v s med ca 54 procent.

Avvikelsen mellan i produktblad utlovad och enligt mätning dokumenterad avgiven samt tillförd effekt framgår av figur 10.3:

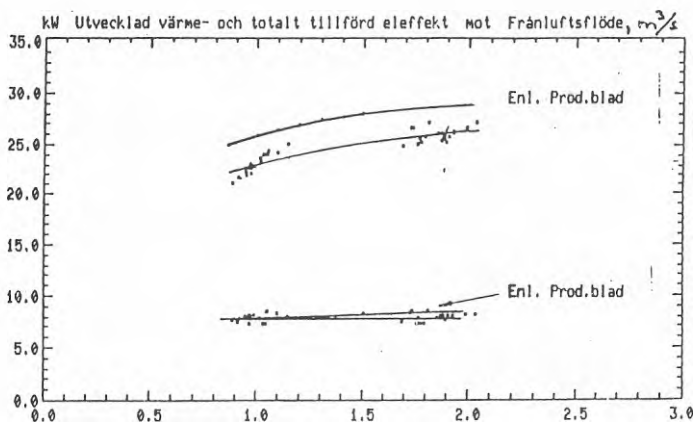


Fig 10.3 Avgiven resp totalt tillförd effekt, enligt produktblad och mätningar

Av figuren framgår att den verkliga effektutvecklingen är ca 90 procent av utlovad värmeeffekt. Effekttuttaget kan sannolikt ökas ytterligare genom optimering av flödet i vatten-glykol blandningen i kretsen som förbinder värmepumpens förångarsida med de takmonterade värmeväxlarna.

Enligt produktblad ska värmefaktorn variera mellan 3.1 och 3.4. För den aktuella applikationen varierar värmefaktorn, med hänsyn tagen till totalt tillförd el-effekt, mellan 2,8 och 3,2, vilket ger en värmefaktor över uppvärmningssäsongen som motsvarar 3,0.

Förutom rätt anpassat flöde och temperatursänkning av frånluften är det väsentligt att primärkretsens vattenflöde är optimalt. Den första drifttiden efter installationen var pumpen, P2, se figur 10.1, felaktigt lågt inställd. Resultatet därav framgår av figur 10.4, som visar att utvecklad effekt var låg under vecka 4 till 11. Under denna period kördes värmepumpen med en värmefaktor knappt överstigande 2,0.

Exhaust air heat pump in 39 apartment house

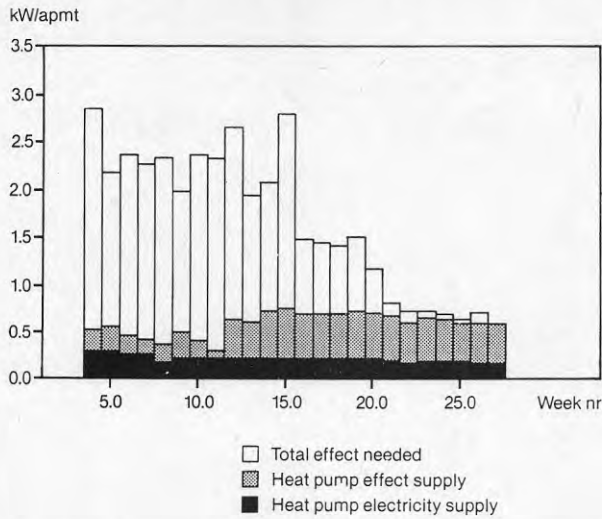


Fig 10.4 Mätresultat av effektbehov för ett antal veckor under 1984

Ackumulerad varmvattenvolym, som är 66,6 l per lägenhet, täcker tillfredsställande det aktuella husets behov, vilket varierar mellan 90 till 155 l/lgh,dygn. Tillskott från befintlig fjärrvärmeanslutning för tappvarmvattenberedning har hittills endast skett vid ett fåtal extremt höga förbrukningar.

Inblandningen av uteluft via ouppvärmade soprum påverkade frånluftstemperaturen i likhet med vad som har redovisats i kapitel 9, avsnitt 9.4. Olägenheten åtgärdades av ett manuellt spjäll i kanalen. Drifttiden för FVP-systemet varierar över året mellan 12 och 23 h per dygn beroende på tappvarmvattenförbrukning.

Besparingen efter installation av ovan beskrivna FVP-system åskådliggörs i varaktighetsdiagram, figur 10.5.

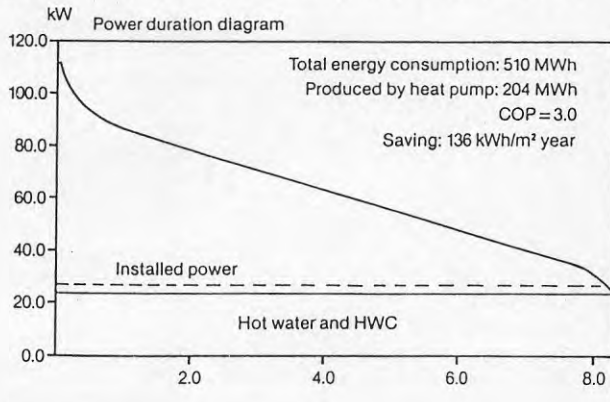


Fig 10.5 Varaktighetsdiagram visande energiposter 8760 time (h) som täcks med FVP, skuggad yta

Husets totala energiförbrukning omfattar en årlig förbrukning på 509,7 MWh. Av denna åtgår 203,8 MWh till varmvattenberedning och VVC. Återstående 305,9 MWh, utgör uppvärmningsbehovet. Baserat på värmefaktorn, 3,0, blir den årliga besparingen 135,9 MWh eller 26 procent av energiförbrukningen. Utslaget per bruksarea blir besparingen 49 kWh/m², år.

10.5 Kommentrar

Av figurerna 10.3 och 10.5 kan man konstatera att FVP-systemet är väl dimensionerat utifrån givna förutsättningar. Täckningsgraden vad avser varmvattenberedning och VVC är praktiskt taget 100-procentig.

Frånluftsflödet efter installationen har reducerats jämfört med tidigare. Luftflödet enligt 9.1.1 är vid helfartsdrift 6,500 m³/h (0,97 oms/h) mot tidigare 8,200 (1,22 oms/h). Trots byte till större fläktmotorer är den tidigare luftomsättningen inte återställd. Över dygnet har luftomsättningen reducerats från 0,95 til 0,77 oms/h, d v s en reduktion med ca 19 procent. Till vår kännedom har dock inte kommit några klagomål. Den reducerade ventilationsgraden innebär, enligt kap 4 (FT-ventilation) att den totala energiförbrukningen minskar med ca 6 procentenheter. Detta förklarar till viss del, varför energiförbrukningen i huset är 11 procent lägre än genomsnittet för kvarteret, se figur 3.3 1984-85 (Amanuensen).

10.6 Hinder

Inga.

10.7 Slutsats

Efter installation av FVP-systemet erhöles en årlig energibesparing på 136 MWh (26 %) eller 49 kWh/m² lgy,år. Åtgärden är väl anpassad och dimensionerad till befintliga förutsättningar. Den tillfredsställande funktionen har erhållits efter ett ingående optimeringsarbete baserat på utförda mätningar.

Gemensamma slutsatser för de undersökta värmepumparna kan sammanfattas enligt följande:

- FVP-systemen visade sig trots diskussioner om funktionsansvar vid upphandling vara behäftade med allvarliga fel och brister. Installationerna hade godkänts på ett tidigt stadium i ett mindre väldokumenterat objekt, eftersom samtliga systemkomponenter fanns på avsedd plats.
- Förhållandena pekar entydigt på behovet av ett alternativt förfarande vid projektering, upphandling och besiktning.

- Kvalificerad mätteknik måste i högre utsträckning än i dagsläget införas för projektering och besiktning av funktionen.
- Analyserna visar att det inte är tillräckligt att enbart ange värmefaktorn som garant för god funktion.
- En standardiserad metodik, till vilken såväl beställare som leverantörer kan hänvisa vid besiktning av återvinningsanläggningar, bör utarbetas.

11 3:e GLASRUTAN

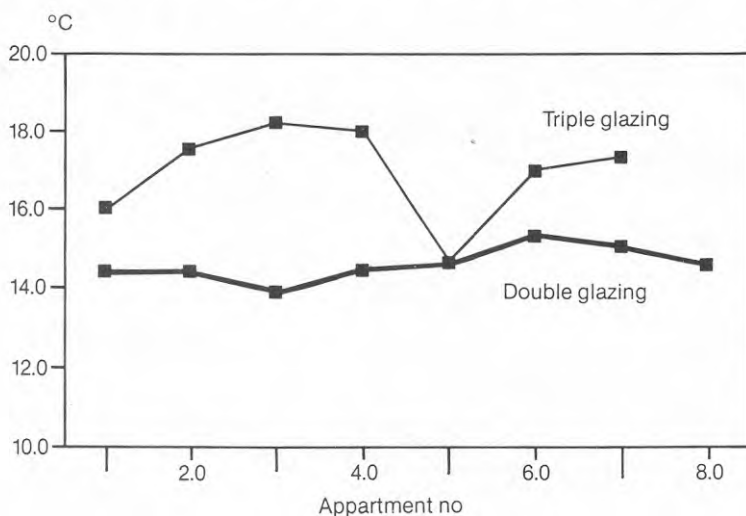
11.1 Åtgärd

Installation av 3:e glasrutan har genomförts i hus 9 och 13 i kv Assistenten samt hus 30 i Amanuensen. Kompletteringen till treglas genomfördes december 1983. Kompletteringen gjordes utvändigt genom att den yttre bågen togs bort och ersattes med ett isolerglas med en yttre båge av aluminium.

11.2 Effekt

Vi har först undersökt yttemperaturen på installerade fönster och därmed erhållit resultat som presenteras i figur 11.1.

Surface (average) temperatures, double and triple glazing



Figur 11.1 Yttemperatur på inre glasytan hos kompletteringsglasat fönster

Mätningarna genomfördes vid en utetemperatur av -4 grader C under diffus solinstrålning. Lägenhetstemperaturen var i medeltal 21 grader C men på grund av vädring låg i lägenhet 1 och 5 i treglashuset. Dessa värden har därför undantagits vid medelvärdesbildningen.

Medelvärdet för de olika fönsteralternativen blir då

$T(3\text{-glas}) = 17,5$ grader C $\pm 0,4$ grader C

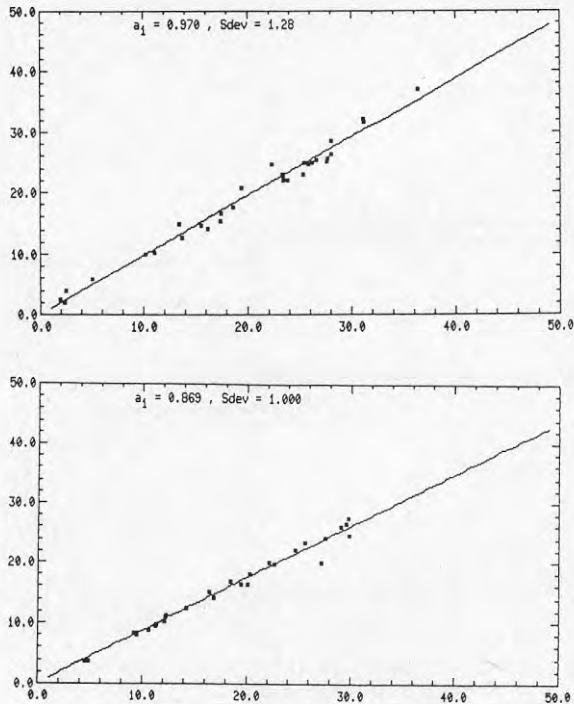
$T(2\text{-glas}) = 14,6$ grader C $\pm 0,4$ grader C

Enligt Isfält (1974) kan man teoretiskt vänta sig en yttemperatur på 16,3 grader C och 13,8 grader C för tre- respektive tvåglasfönster. Avvikelsen som är av storleksordningen 1 grad C kan sannolikt ha orsakats av en diffus solinstrålning (100-200 W/m²). Enligt Ribbing (1982) resulterar en strålningsintensitet av 400 W/m² i en förhöjd yttemperatur på 2 grader C.

Vi finner därför att yttemperaturmätningarna inte påvisar någon signifikant avvikelse mellan det tilläggs-glasade fönstret och ett konventionellt treglas-fönster.

Genom att jämföra energiförbrukningen för åtgärdshusen mot de tillgängliga referenshusen har vi kunnat bestämma besparingen i värmeförbrukning i de tre åtgärdshusen. Nedan visas två exempel på anpassningar, Värmeeffekten i åtgärdshusen har avsatts som funktion av värdet för motsvarande period i referenshusen. Anpassningen har förutsatts gå genom origo. Denna metod ger anpassningar med lägre standardavvikelse än om man för varje hus anpassar energisignaturen, d v s värmeeffektbehovet vid olika medeltemperaturskillnader T inne -T ute.

Standardavvikelsen i de bättre anpassningarna varierar från 0,5 - 1,5 W/m² vid anpassningar i intervallet 0-40 W/m².



Figur 11.2 Exempel på anpassningar (hus 30 mot referenshus)

De koefficienter som erhållits genom dessa anpassningar redovisas nedan i Tabell 11.1.

Tabell 11.1

	Hus 9/ref hus	Hus 13/ref hus	Hus 30/ref hus
Våren 82	1,05	1,03	0,807
Hösten 82	1,05	1,08	0,904
Våren 83	1,05	1,26	0,863
Hösten 83	1,02	1,08	0,869
Våren 84	0,98	0,97	0,831
Hösten 84	0,88	1,01	0,823
Våren 85	1,02	1,06	0,798

Tabell 11.1 Kvoten värmeförbrukning åtgärds/referenshus

Man kan sedan för varje jämförelse bilda medelvärdet före respektive efter åtgärd, vilket redovisas i figur 11.3 för de tre åtgärdshusen.

Triple glazing

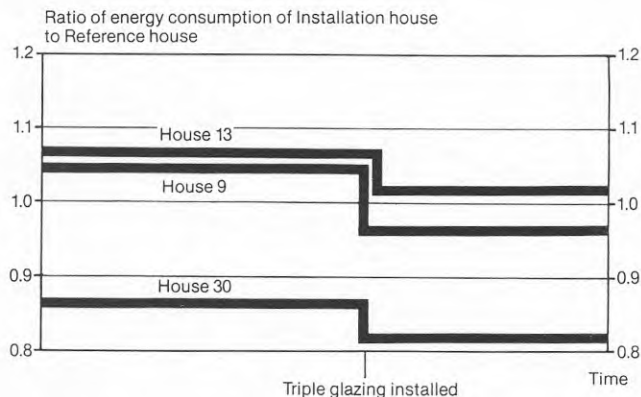


Fig 11.3 Sammanställd förbrukningskvot för hus 9, 13 och 30

Följande resultat har erhållits:

Hus 9	Värmeförbrukning	Efter/Före = 0,92
Hus 13	Värmeförbrukning	Efter/Före = 0,95
Hus 30	Värmeförbrukning	Efter/Före = 0,95

Av detta kan vi bestämma besparingen till 6 % +/- 1,5 %.

Man kan också göra en uppskattning över vilken temperaturökning som har erhållits i de tilläggsglasade husen. Samtliga hus erhåller shuntat vatten från samma sekundärkylvert. Om man fortsätter att köra ut samma framledningstemperatur i ett hus, där värmebehovet minskat med anledning av fönsterkomplettering, kommer man att få en höjning av innetemperaturen. Om man inte har reglerventiler på radiatorerna kommer temperaturökningen i rummet att reducera värmeavgivningen från radiatorerna, eftersom temperaturskillnaden mellan radiator och rum minskar. Detta gör att man kommer att få en minskad värmeavgivning samtidigt med en ökad innetemperatur.

Werner (1984) har analyserat detta fall och funnit att man bör förvänta sig att erhålla ca 40 % av den möjliga reduktionen i värmeförbrukning om man inte har något reglersystem. Om man däremot har ett regler-system med 100 % verkkningsgrad, bibehåller man samma innetemperatur och erhåller maximal energibesparing. Ett system med radiatortermostatventiler ligger någonstans mellan dessa alternativ. Det verkliga utfallet påverkas både av ventilens inneboende ventilkaraktäristik och den auktoritet som ventilen har i det aktuella systemet.

I ett radiatorsystem med $T_{fram} = 55$ grader C och temperaturdifferens (fram-retur) = 10 grader C kan man ur ett värmeavgivningsnomogram se att en sänkning av effektavgivningen med 6 % från en standardradiator kräver en flödesreduktion med ca 20 %. Denna flödesreduktion måste i vårt fall vara orsakad av att termostatventilens kägla strypt flödet. Käglastrypningen är i sin tur orsakad av att känselelementet nu känner en högre temperatur och därför expanderar. Hur stor temperaturhöjning, som krävs för att påverka ventilen så att flödet reduceras med 20 %, kan man beräkna om de detaljerade egenskaperna för reglerventilen är kända. Mats Sjöberg (1978) undersökte ett antal olika reglerventiler och fann något olika reglerkaraktäristik för olika typer. Hälften av de ventiler som finns i det av oss undersökta huset, härrör från 1970, medan resterande är nyare (1983). Man kan därför använda Sjöbergs (1978) uppmätta kurvor som ett gott medelvärde. Ur dessa kan man beräkna att den reglerpunktsförändring som svarar mot en flödesförändring på 20 % uppgår till ca 0,4 grader C.

Vi finner det därför sannolikt att anta att man förutom en energibesparing på 6 % också har erhållit en temperaturhöjning av storleksordningen 1/2 grad.

11.3 Kommentrar

Ur energibalansen har vi teoretiskt fastställt transmissionsförlusterna genom befintliga tvåglasfönster till 29 % av värmeförbrukningen. Vi har då använt mörker k-värdet och inte beaktat soltillskott. Om man beräknar besparingen med treglasfönster med antagandet att det nya mörker k-värdet för dessa reducerar förlusterna genom fönsterpartiet till 2/3 så motsvarar detta en värmebesparing för de aktuella husen på 10 %. Man måste emellertid också beakta det tillskott till husets energiförsörjning som instrålningen utgör. Detta har gjorts av Nielsen (1983), som pekar på att för nordiska förhållanden reduceras härav den möjliga besparingen vid övergång från två- till treglasfönster med ca 3 %. Detta i kombination med den uppskattade temperaturhöjningen visar en rimlig överensstämmelse mellan teori och praktik.

De frånluftstemperaturmätningar som gjorts från våren -83 med givare i den samlade frånluftskanalen, har påverkats av störningar som omintetgör detaljerade analyser, som bekräftar den beräknade temperaturhöjningen.

Ett antal hyresgäster har noterat den reducerade ljudnivån efter installationen som positiv. I projektets slutskede installerades även treglasfönster enligt en alternativ lösning, där ett extra glas monterades inifrån i befintlig båge. Eftermätningarna har här pågått för kort period för att slutsatser av denna installation ska kunna dras.

11.4 Hinder

Inga.

12 FASTIGHETSEKONOMI

12.1 Inledning

Här nedan ska redovisas de fastighetsekonomiska resultaten av de beräkningar som gjorts för att följa upp det energisparprojekt som genomförts i kvarteren Amanuensen och Assistenten i Umeå. Resultatet är beräknat i fast penningvärde.

Syftet har varit att se hur det ekonomiska utfallet för de olika åtgärderna i besparingsprogrammet ser ut med hänsyn till de verkliga energibesparingarna och nu gällande fjärrvärmesaxa.

12.2 Allmänna förutsättningar

I kalkylerna har antagits en framtida inflation på 5 % och en energiprisökning på 6 %. De ursprungliga investeringskostnaderna, som innefattar samtliga kostnader för åtgärderna, har räknats upp med inflationen (1984 8,2 %, 1985 5,3 %). Beräkningarna grundar sig på investeringskostnader och besparingar per lägenhet, då det underlättar jämförelser mellan olika alternativ. För att få den totala kostnaden/besparingen bör man alltså multiplicera resultatet med antalet lägenheter i respektive kvarter (kv Amanuensen 193 st, kv Assistenten 283 st). Vid framtagande av energikostnadsbesparingarna har använts Umeå energiverks fjärrvärmesaxa med en genomsnittlig rörlig energikostnad på 179 kr (vinteravgift 200 kr/MWh, sommaravgift 125 kr/MWh).

Resultatet av kalkylerna redovisas i fasta priser och kostnader 1 januari 1986. Kassaresultatet (cash-flow), dvs överskottet som besparingen ger minskat med ökade underhålls- och kapitalkostnader, har beräknats för år 1, år 1-5 och år 1-10.

Nuvärdet av investeringen har beräknats över en 20-årsperiod med en kalkylränta på 14 %.

Kassaresultatet av åtgärderna jämförs med investeringen. Om det understiger 5 % är det tveksamt om åtgärden bör genomföras i praktiken med hänsyn till den samlade osäkerheten.

Kalkylerna är utförda för sex olika åtgärdspaket:

- baspaket
- vattenbesparing
- frånluftsvärmeväxlare
- frånluftsvärmepump i 12 lägenheter
- frånluftsvärmepump i 39 lägenheter
- tredje glasruta

För samtliga åtgärder har lönsamheten beräknats för tre olika finansieringsalternativ. Finansieringen skedde ursprungligen med hjälp av energilån men låne-reglerna har sedan dess ändrats. Det kan därför vara intressant att se hur förändringar i finansierings-förutsättningarna påverkar det ekonomiska slutresultatet. De tre olika alternativen är:

- energilån enligt förordningen 1983:1112
- räntebidrag enligt förordningen 1983:1974
- inga bidrag

För att se hur energitaxans olika delar påverkar energikostnadsbesparingarna har beräkningarna utförts för tre olika alternativ:

- besparing enbart med hänsyn till den rörliga avgiften (179 kr/MWh)
- besparing med hänsyn till rörlig avgift och fast avgift (240 kr/MWh). Man kan tro att den fasta avgiften inte påverkas av energibesparingen. Sanningen är dock att denna grundar sig på års-medelförbrukningen tidigare år. Det rör sig alltså i själva verket om en "halvfast" kostnad.
- För att få en uppfattning om hur en annorlunda prisnivå påverkar det ekonomiska resultatet har en beräkning gjorts för en högre energiavgift (295 kr/MWh). Fjärrvärmesavgiften är kopplad till produktionssättet i värmeverket och varierar mellan värmeproducenterna i landet. En prisnivå kring 300 kr/MWh är inte ovanlig idag.

12.3 Effektanpassning till faktiskt behov

I kvarter Amanuensen abonnerar man på ett effektbehov, vilket motsvarar 6 kW/lgh. Detta är ett högt effekt-abonnemang, då man enligt våra mätningar bör klara sig med ca 4 kW/lgh. En anpassning av abonnemanget till 4 kW-nivån skulle innebära en sänkning av totala effekt-behovet från 1.227 kW till 772 kW samt en genomsnittlig årlig besparing på 165 kr/lgh under en tjuugoårs-period. Denna åtgärd är inte genomförd i energispar-kvarteret utan utgör en ytterligare besparingspotential.

Skulle stiftelsen genomgående sänka sin abonnemangseffekt med 2 kW/lgh, skulle det motsvara totalt 20 MW (10.000 lgh) eller 1.630.000 kr. Eftersom Bostaden utgör energiverkets största abonnent skulle detta kostnadsbortfall få täckas på annat sätt och troligen också delvis drabba Bostadens bestånd. Det är dock viktigt att energiproducenterna får korrekta uppgifter på effektbehovet och därmed inte onödigtvis bygger ut och därmed överdimensionerar sin energiproduktion.

12.4 Baspaketet

BESPARING kWh/lgh,år	INVESTERING kr/lgh	KASSARESLTAT (kr/lgh, år)			
		år: 1	1-5	1-10	nuv 20 år
1.247 *)	660	281	1553	3541	3865

Tabell 12.1 Kassaresultat för baspaketet med finansiering genom energilån i fast penningvärde. Kalkylränta vid nuvärdesberäkning 14 %.

*) OBS! inkl besparing p g a tilluftsavstängning

De åtgärder som vidtagits under rubriken baspaket är komplettering med termostatventiler på samtliga radiatorer samt injustering av flödena i värmeanläggningen. Detta bidrog i kv Amanuensen till en energibesparing på 870 kWh/lgh/år.

Baspaketet ger positiva besparingar för samtliga finansierings- och energiavgiftsalternativ. Det mest fördelaktiga alternativet, vilket är energilån i kombination med energiavgift 295 kr/MWh, ger år 1 en besparing som uppgår till ca 40 % av investeringskostnaden. Med utgångspunkt från nuvärdet beräknat på 20 år blir den genomsnittliga årliga avkastningen på investerat kapital 20 %. Det sämsta alternativet, inga bidrag och besparing enbart av rörlig kostnad, ger år 1 ett kassaresultat som uppgår till 18 % av investerat kapital och ett årligt genomsnittligt överskott på 12 % under en tjuugoårsperiod.

Normalt ger injustering möjlighet till större temperatursänkning och därmed energibesparing än i detta fall, där man redan låg på 21 grader C i lägenheterna. I kvarteret Assistenten kunde vi ju inte heller notera någon besparing alls.

12.5 Vattenbesparing

BESPARING kWh/lgh,år	INVESTERING kr/lgh	KASSARESLTAT (kr/lgh,år)			
		år: 1	1-5	1-10	nuv 20 år
254	2003	37	162	286	106

Tabell 12.2 Resultat vattenbesparing i fast penningvärde finansieringsalternativ energilån. Kalkylränta i nuvärdesberäkningen 14 %.

Vid beräkningen har hänsyn tagits till minskat underhåll och kallvattenbesparing. Åtgärden är lönsam endast om energilån kan erhållas. I det här fallet har finansiering skett helt utan bidrag, vilket medfört att man i gynnsammaste fallet förlorar 287 kr/lgh under en tjugooårsperiod och i sämsta fallet förlorar 724 kr/lgh under samma tid. Om man erhållit energilån, hade man i bästa fallet fått ett årligt genomsnittligt överskott på 1,5 % av investerat kapital under de tjugoo åren. Observera dock att åtgärden normalt kombineras med underhåll och standardhöjning och att det fastighetsekonomiska resultatet av insatsen då blir bättre.

12.6 Frånluftsvärmeväxlare 12 lgh

BESPARING kWh/lgh,år	INVESTERING kr/lgh	KASSARESLTAT (kr/lgh,år)			
		år: 1	1-5	1-10	nuv 20 år
1808	8345	-1173	-4817	-7489	-5249

Tabell 12.3 Resultat FTX i fast penningvärde, finansieringsalternativ energilån. Kalkylränta i nuvärdesberäkningen 14 %.

I kvarteret Assistenten har installerats en frånluftsvärmeväxlare i ett tvåvåningshus med 12 lägenheter. Investeringen ger upphov till negativa kassaresultat för samtliga alternativ. För att åtgärden ska ge ett överskott på 5 % av investerat kapital det första året, krävs att investeringskostnaden uppgår till högst hälften av den aktuella.

12.7 Frånluftsvärmepump 12 lgh

BESPARING kWh/lgh,år	INVESTERING kr/lgh	KASSARESLTAT (kr/lgh,år)			
		år: 1	1-5	1-10	nuv 20 år
3770	29159	-2206	-9473	-16925	-14058

Tabell 12.4 Resultat FVP 12 lgh i fast penningvärde, finansieringsalternativ energilån. Kalkylränta i nuvärdesberäkningen 14 %.

I kvarteret Assistenten har en frånluftsvärmepump installerats i ett hus bestående av 12 lgh. Pumpen svarar ungefär 3770 kWh/lgh/år. Besparingen varierar något då pumpens effektivitet är beroende av arbetsförhållandena. Exempel härpå är luftflöden och lufttemperaturer.

Variationen av energibesparingarna har av driftsansvariga uppskattats till +/- 3 %. Antalet inkopplade lägenheter är litet, vilket får till följd att pumpen blir en mycket dyr investering per lägenhet räknat. Dessutom blir luftvolymen som pumpen har att arbeta med begränsad.

Finansieringen har skett med energilån som endast täckte 65 % av totala investeringskostnaden. Resten finansierades med ett 15-årigt topplån (ränta 14 %). Det går inte att spåra någon lönsamhet i åtgärden. Inte ens om man utnyttjar maximalt bidrag enligt RBF.

12.8 Frånluftsvärmepump 39 lgh

BESPARING kWh/lgh,år	INVESTERING kr/lgh	KASSARESLTAT (kr/lgh,år)			
		år: 1	1-5	1-10	nuv 20 år
3940	10283	140	845	853	719

Tabell 12.5 Resultatet FVP 39 lgh i fast penningvärde, finansieringsalternativ energilån. Kalkylränta i nuvärdesberäkningen 14 %.

I kvarteret Amanuensen installerades en frånluftsvärmepump i ett hus bestående av 39 lgh. Här håller sig investeringskostnaden på en betydligt lägre nivå än 12-lägenhetersfallet. Detta sammantaget med en något högre energibesparing gör att man under vissa betingelser får positiva besparingar.

Investeringen ger som mest ett genomsnittligt årligt kassaöverskott i fast penningvärde motsvarande 1,6 % av investerat kapital. Detta gäller under förutsättning att energipriset är högt, 295 kr/MWh samt att man finansierar pumpen med energilån. För närvarande kan man endast erhålla räntebidrag för en VP-installation. Räknar man med maximalt räntebidrag enligt RBF och med det högsta energipriset får man ett årligt genomsnittligt kassaresultat på 0,5 % av investerat kapital. För att värmepumpen första året ska ge ett kassaresultat på 5 % av investeringskostnaden, krävs att investeringen är ungefär hälften av vad den faktiskt var i detta projekt.

12.9 Tredje glasruta

BESPARING kWh/lgh,år	INVESTERING kr/lgh	KASSARESLTAT (kr/lgh,år)			
		år: 1	1-5	1-10	nuv 20 år
940	9960	-1087	-3815	-5805	-4398

Tabell 12.6 Resultat tredje glasruta i fast penningvärde finansieringsalternativ energilån. Kalkylränta i nuvärdesberäkningen 14 %.

I kvarter Amanuensen har en del av husen utrustats med treglasfönster. Detta ger en energibesparing som är 6 % av energiförbrukningen före åtgärder, vilket motsvarar ca 940 kWh/lgh/år. Att sätta in treglasfönster ger en hög investeringskostnad per lägenhet i förhållande till gjord energibesparing. Åtgärden är därför knappast ekonomiskt försvarbar, inte ens om man räknar med det högsta fjärrvärmepriset och förmånligaste lånevillkoren.

Med ett fjärrvärmepris på 295 kr/kWh och åtgärden finansierad med energilån kommer man att förlora 3872 kr under en tjugoförårsperiod. Den exakta energibesparingen kan variera en aning beroende på klimatfaktorer.

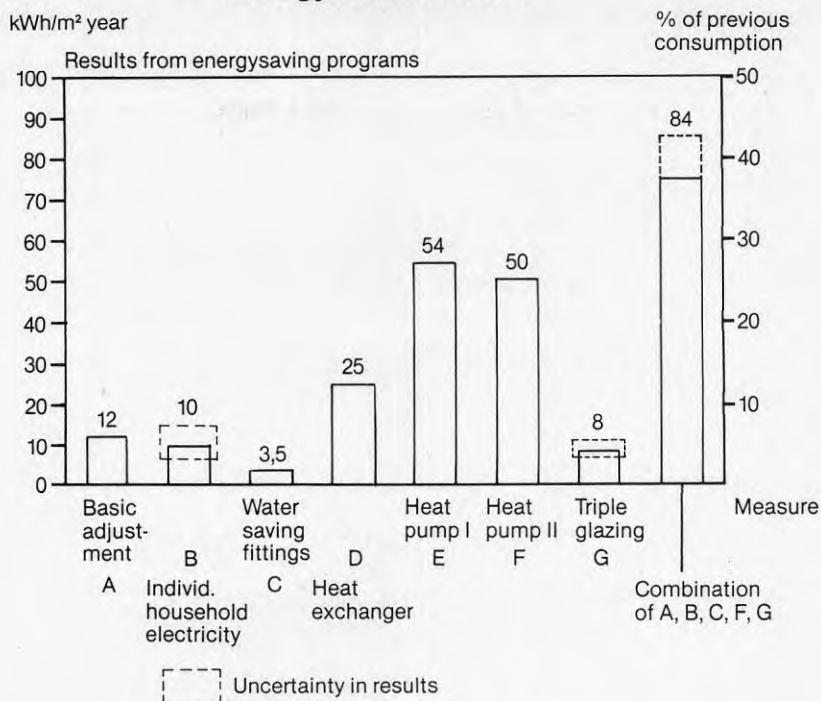
12.10 Jämförelse mellan olika åtgärder

Energibesparingarna för de olika åtgärderna sammanfattas i figur 12.1.

Största energibesparingarna har som väntat gjorts med hjälp av värmepumparna. Besparingarna har t o m varit större än beräknat. Värmeväxlaren har gett bättre återvinning än beräknat när den fungerat. Utebliven besparing under -10 grader och under sommaren gör att dess återvinning bara blir hälften av värmepumparnas. Med en investeringskostnad per lägenhet nästan lika stor som den större värmepumpens blir värmeväxlaren olönsam.

Tredje glasrutan sparar ungefär lika mycket energi som baspaketet men innebär en investering som är femton gånger högre. Samtidigt innebär den en underhålls-åtgärd och en standardförbättring som uppskattades av hyresgästerna. Enbart energibesparingen kan dock inte ge lönsamhet.

Energy Blocks Umeå



Figur 12.1 Energibesparingar för genomförda åtgärder i kWh/kvm och %

I ett av husen genomfördes kombinationer av åtgärder:

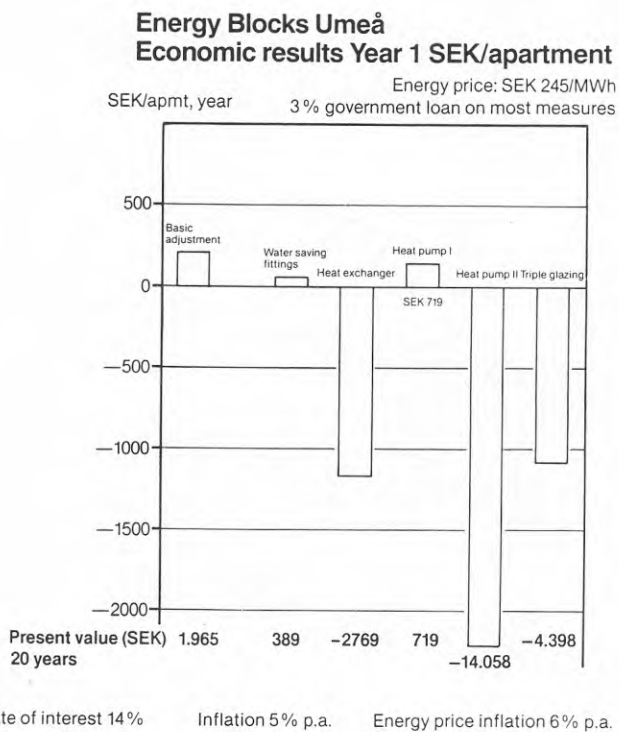
- baspaket
- individuell el
- vattenbesparing
- värmepump
- tredje glasrutan

Där erhöles också den största totala besparingen på ca 40 %. Observera en viss osäkerhet vid sammanräkningen av resultaten. Återstående total energiförbrukning för detta hus ligger efter dessa åtgärder på 130-140 kWh/kvm.

Besparingen på 80 kWh/kvm motsvarar ca 6.000 kWh, vilket med energipriset 240 kr/MWh motsvarar 1.440 kr per lägenhet och år.

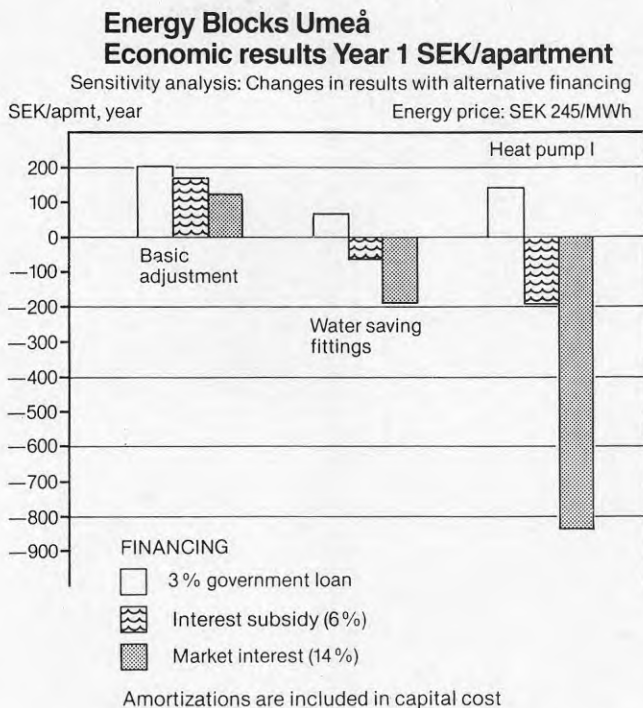
I figur 12.2 sammanfattas det ekonomiska utfallet för genomförda åtgärder.

Av figuren kan man dra slutsatsen att åtgärderna med de högsta investeringskostnaderna ger det sämsta ekonomiska utfallet. En viktig anledning till detta är det idag relativt låga energipriset som gör dyra åtgärder olönsamma.



Figur 12.2 Fastighetsekonomiskt kassaresultat år 1, finansiering energilån. Energipris 240 kr/MWh, inflation 5 % per år i genomsnitt, energiprisökning 6 % i snitt

Finansieringsfrågan spelar en betydande roll för lönsamheten i energisparåtgärder. Särskilt gäller detta för alternativ som kräver en stor kapitalinsats. I figur 12.3 visas hur det ekonomiska resultatet år 1 påverkas av ändrade finansieringsförutsättningar.

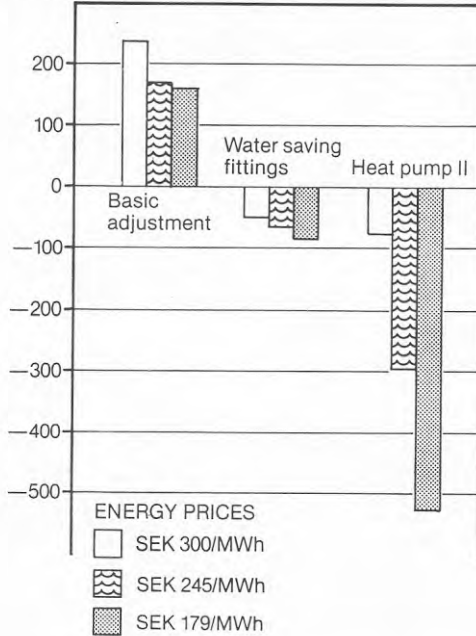


Figur 12.3 Fastighetsekonomiskt kassaresultat år 1, energipris 240 kr/MWh

Den enda åtgärd som behåller sin positiva besparing, när investeringen görs med nu gällande räntebidrag, är baspaketet. Detta har ju den lägsta investeringskostnaden av samtliga alternativ och påverkas därför minst av ändringar i finansieringsförutsättningarna. Låne-regler och eventuella subventioner från statligt håll styr alltså lönsamheten av energisparåtgärder i hög grad. Figur 12.4 visar hur samma alternativ som ovan påverkas av olika nivåer på energitaxan. Staplarna representerar ekonomiskt utfall år 1 vid finansiering med räntebidrag.

Energy Blocks Umeå Economic results Year 1 SEK/apartment

Sensitivity analysis: Changes in results with alternative energy prices
Capital cost = Interest 6,5% + amortizations
SEK/apmt, year



Figur 12.4 Fastighetsekoniskt resultat år 1, finansiering energilån. Olika energipriser

Sammanfattningsvis kan vi konstatera att värmeåtervinning med hjälp av värmepump och värmeväxling trots stora besparingar var olönsamma med dagens finansieringsvillkor och energipriser i detta projekt. Enklare åtgärder som baspaketets är lönsamma även utan subventioner.

13 GENERELLA SLUTSATSER

13.1 Inledning

I tidigare avsnitt redovisas energisparresultat och fastighetsekonomi för i energisparkvarteret prövade åtgärder. Även erfarenheter av installation och drift samt synpunkter från hyresgästerna finns redovisade. I detta avslutande avsnitt kommer vi att ta upp en del erfarenheter om projektledning och svårigheter att genomföra energisparåtgärder i praktiken.

13.2 Byggherren måste ställa krav

Regelsystem, normer och praxis har utvecklats för i första hand nyproduktion. För att erhålla bra lösningar som fungerar i bruksskedet måste byggherren ställa funktionskrav och också kräva att de uppfylls. För att ställa rätt krav måste utgångsläget kartläggas med stor omsorg. Driftpersonalens erfarenheter är särskilt värdefulla och bör ligga till grund för programkraven. Mätningar, hyresgästenkäter kompletteras.

i programarbetet hade anlitade konsulter vissa svårigheter att utgå från energidiagnosens förutsättningar beträffande tidsstyrda luftflöden, värmeeffektbehov etc - värden som driftspersonalen hade provat ut och som fungerade med bra klimatkomfort. Exempelvis hävdades med hänvisning till normen att 0,5 luftomsättningar per timme dygnet runt var ett minimikrav, trots att normens funktionskrav bara anger att denna luftmängd ska kunna levereras vid behov (matlagning, radon etc). Man förordade en ökad luftomsättning vid installation av FTX- och VP-återvinning med ökad energiförbrukning som följd.

Konsultkåren är normalt främmande för att genom mätningar och analyser försöka förstå hur anläggningen fungerar. Man vill hellre arbeta med traditionell projektering, teoretiska beräkningar och schabloner från t ex SBN 80. Konsultens situation försvåras då han ofta får liten chans att följa upp sina antaganden genom provinstallationer, provdrift och uppföljning i bruksskedet.

13.3 Programkraven måste säkras

Ställda programkrav måste säkras vid upphandling och genomförande. I detta projekt har s k funktionsupphandling (totalentreprenad) tillämpats.

I upphandlingsskedet noterades en ovana och stor osäkerhet från entreprenörerna att möta förfrågningsunderlagets krav på funktionsgarantier på t ex 5-åriga effektgarantier vid värmepumpinstallationer med krav på provdrift före övertagande av anläggningen. Anbuden fick kompletteras i flera omgångar, innan byggherren fick begärd provdrift före övertagande, inbyggd mätutrustning för att verifiera utlovade effekter och kunna styra anläggningen.

I genomförandeskedet noterades brister i informationen till ansvarig bygg- och installationspersonal om det utökade funktionsansvaret och konsekvenserna härför ifråga om godkänd provdrift etc. Detta medförde förseningar och extraordinära insatser för att eliminera de värsta funktionsfelen. De funktionsbrister i återvinningssystemen som fortfarande återstår efter garantibesiktningen, kommer att åtgärdas tack vare att kraven var formulerade i anbudsförfrågan och beställningsskrivelsen.

Att erhålla en fungerande anläggning med avsedda funktioner och driftsegenskaper kräver en effektiv samverkan mellan samtliga parter i byggprocessen med klara ansvarstaganden förankrade genom avtal och information till alla berörda. Schablondimensioneringar ger dåliga prestanda. Normer och tumregler leder oftast till överdimensionering med hänsyn till verkliga effektbehov.

13.4 Pröva åtgärdspaketet i pilotprojekt

Liksom i detta projekt bör man testa åtgärdspaketet i mindre skala - pilotprojekt - innan man genomför dem i aktuell del av fastighetsbeståndet. Merkostnaden för etappvis genomförande uppvägs mer än väl av säkrare beslutsunderlag för alla parter betr den tekniska detaljutformningen, fastighetsekonomin jämte organisatoriska och andra problem vid genomförande och drift.

Det har i detta projekt varit mycket väsentligt att företagsledningen och berörd personal varit stödjande och motiverad genom hela processen. Utan det stödet hade det varit svårt att åstadkomma planerat resultat.

Innan man prövar pilotprojekt i praktiken bör man kalkylera och därmed redan på programstadiet sortera bort olönsamma alternativ. Detta gäller särskilt tyngre åtgärder som värmeåtervinning, där anpassningen till det befintliga systemet gör lösningarna väsentligt dyrare än i nyproduktion.

13.5 Resultaten måste följas upp

Olika energisparåtgärder måste följas upp även efter det att önskad funktion uppnåtts. Ett väl utformat energistatistiksystem, som månatligen ger underlag för motiverade drifts- och skötselinsatser, är nödvändigt för att åtgärderna även på sikt ska ge resultat. I Bostaden har den tidigare manuella energistatistiken ersatts med ett datoriserat i början av 1985. Vi har hittills inte noterat någon uppgång av förbrukningen som uppmärksammats i andra projekt.

REFERENSER

- Fisk, W J, et. al.
Freezing in residential air-to-air heat exchangers: an experimental study.
Lawrence Berkley Lab, CA (USA), Sep 1983
- Hallen, Tomas, civ ing
Matematiskt uttryck för uteluftens temperaturvaraktighet
- Granryd, Eric,
Mekanisk värmeteori allmän kurs del III,
Institutionen för mekanisk värmeteori och kylteknik, KTH
- Bevington, P R,
Data Reduction and Error Analysis for the Physical Sciences, McGraw-Hill, New York, 1969
- Isfält, Engelbrekt,
Optiska och Termiska egenskaper hos fönster, Avhandling, KTH Stockholm, 1974.
- Ribbing, Carl-Gustaf,
Selektiva fönster, Rapport R 127:1982 Statens Råd för Byggnadsforskning.
- Nielssen, Anker,
Energidiagram underlättar val av fönsterglas, Byggmästaren 2/1983, sid 47-48.
- Werner, Sven,
The heat load in District heating systems, Avhandling, CTH Göteborg, 1984.
- Sjöberg, Mats,
Provning av radiatortermostatventiler, M 78:22 Statens Institut för Byggnadsforskning.
- Enström, Henrik, Högberg, Erik, Nordin, Christer, Öberg, Y,
Samordnad energi- och funktionsupprustning, Diagnos och åtgärdsprogram - energisparkvarter Umeå. 1982.
- Stenlund, Lars,
Dynamiska värmelagringseffekter Umeå 1986

META

Projektplanering AB

UMEÅ ENERGY SAVING BLOCKS
QUALITY CONTROLLED PROGRAMS SAVE UP TO 40 PERCENT
ENERGY IN HOUSES BUILT IN THE 70's

Erik Högberg, Christer Nordin
Meta Projektplanering AB, Sweden

OBJECTIVE

The Umeå project is one of the Energy Saving Blocks initiated by BFR (The Swedish Building Research Council) in 1981. The project started in Spring 1982 and aims at trying all phases in programs for saving energy in existing houses.

The project has been carried out in a residential area from 1970 at Umeå. An important starting-point was the consideration that energy should be saved without making the housing costs (rents) increase. This implies (a) that the prevailing financing rules and the market situation influence the selection of activities, and (b) that the energy saving activities have been sought for within the fields of comparatively well-known techniques.

In order to secure energy saving in the long-term perspective in existing houses, various efforts are required - from a reliable diagnosis of the saving possibilities up to controlled implementation and follow-up. Therefore the following objectives have been specified for the project:

- * To develop methods for the implementation of saving programs in practice
- * To develop aids for more reliable "house diagnoses"
- * To evaluate various energy saving programs in practice
- * To follow up the influence on the economic result (the rent)

DESCRIPTION OF THE RESIDENTIAL AREA

The selected residential area is owned and managed by the "Bostaden" foundation in Umeå. It was built in the course of 1970 and 1971. In the two blocks there are a total of 31 houses with 476 flats in all.

Construction Technique

The selected houses have 2-4 storeys. The houses are of a comparatively "heavy" type with floor structure, end walls, and structural inner walls made of concrete. The side walls are of a lighter construction and mineral wool insulated. The facing of the houses is of brick. The k-value of the walls is 0.3-0.35 W/m² degrees centigrade.

The attic floor structure is made of concrete and provided with insulation consisting of 400 mm of cutter shavings with a calculated k-value of 0.3.

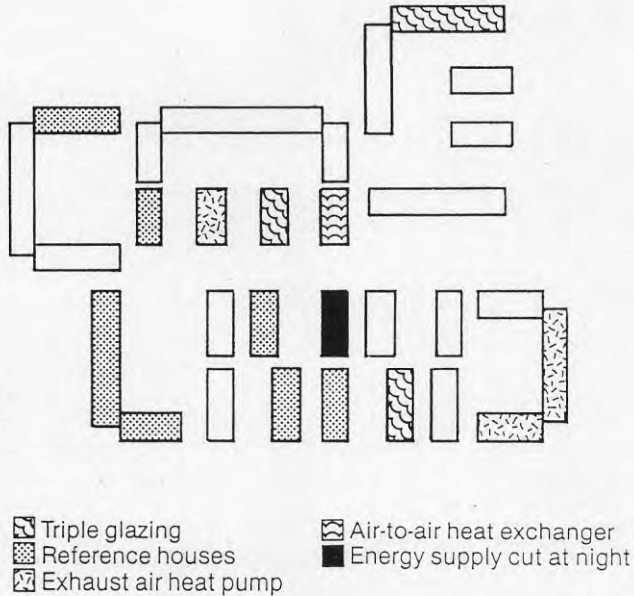


Figure 1. Conservation measures installed in Umeå Energy Blocks

Mechanical systems

The houses have balanced ventilation systems. The area is supplied with district heating via a central in each block of houses. Supply of hot water is arranged block-wise.

MEASUREMENT PROGRAM

An extensive measurement program was prepared, in order to facilitate the savings analysis of the implemented steps. Purposeful use of computerized aids for collection of data as well as ensuing analyses was chosen.

For the evaluation two main principles were utilized:

For all houses concerned the measurements were started well before the implementation of the program of activities, so that the consumption profile of the house could be assessed.

For each house subject to energy saving activities, a reference house was selected for current comparison with the measurement results. Thanks to the great number of available, comparable houses, this analysis principle proved able to supply reliable results.

Energy hot and cold water consumption and temperatures have been measured from the beginning of 1982 to the end of 1985. Energy was measured by energy meters both block-wise and in the program and reference houses.

The current evaluation was carried out weekly with computer analyses in the shape of diagrams and tables. The results were followed up regularly in discussions with the house caretaker(s) which implied a valuable check on meters function and ensured good continuity as far as the evaluation was concerned.

THE BASIC PROGRAM

When the program was started in 1982 some energy saving had already been achieved by lowering indoor temperature, tightening windows and time control of ventilation. In figure 2 total energy consumption (heat and hot water) is documented before and after the program on block level. Partial programs are deducted. Weather normalization on heat by using degree-days is computed.

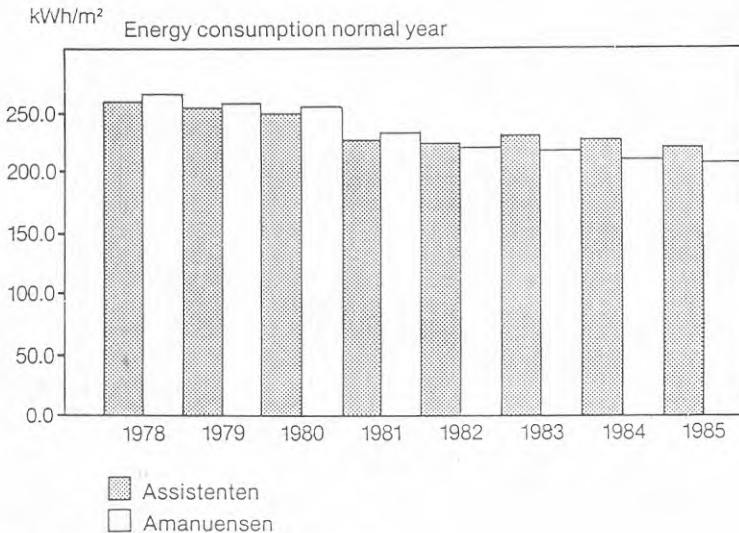


Figure 2. Energy consumption normal year
Blocks Assistenten och Amanuensen

This also includes energy saving from the basic program carried out in Autumn 1982 in all the houses.

The following activities were included in this program:

- * Thermostatic valves on all possible radiators (from 70 to 90 %)
- * Adjustment of the heating system on the radiator valves

OTHER ACTIVITIES

Other activities were implemented selectively in individual houses or blocks of houses. The energy balance was used for diagnosis and focused the interest to ventilation and sewage losses.

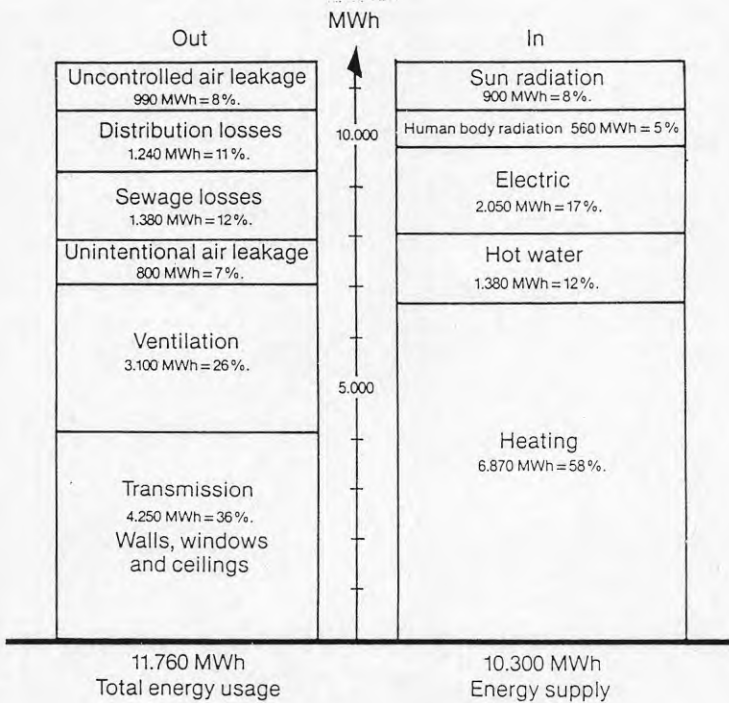


Figure 3. Energy balance both blocks measured and calculated before saving programs were selected

The activities finally chosen were as follows:

- * Saving of water; replacement of all hot/cold water mixer taps in the "Amanuensen" block
- * Individual electricity submetering
- * Retrofit by means of heatpumps and heat exchangers
- * Triple glazing
- * Blocking of air intakes to change the system - from balanced to exhaust only air ventilation

ACHIEVED SAVINGS

Prior to the project start the total energy consumption at the block level was about 235 kWh/m² (heat and hot water) of floorspace per annum, weather normalized.

The Basic Program

In the "Assistenten" block we were not able to observe any significant reduction of the energy consumption due to the basic program alone.

In the "Amanuensen" block where adjustment to a lower flow in radiators was carried out, a saving of about 12 kWh/m² of floorspace/year was obtained, corresponding to 5 percent of the annual consumption at the block level. The remaining energy consumption after the implementation of the basic program is about 220 kWh/m² and normal year.

Water-saving Activities

In the "Amanuensen" block all hot/cold water mixer taps were replaced with new ones of the one-handle-type. Showers and tubs were provided with thermostat controlled mixer taps. This resulted in an annual saving of cold water of 10 percent, +/- 4 percent. The hot water consumption was reduced by 13 percent, +/- 6 percent, corresponding to an energy saving of 3.5 kWh/m² of floorspace/year. This was measured separately in the block central providing water for all houses.

Individual Electricity Sub metering

In both blocks a change to individual electricity submetering has been implemented. This has resulted in a saving of 10, +/- 4 kWh/m² of floorspace/year from an annual consumption of 60 kWh/m² of floorspace/year or about 4,400 kWh/flat/year. The saving of electricity therefore can be stated as 17 +/- 8 percent of the total consumption of electricity.

Heat Exchanger

A double plate air to air heat exchanger was installed in the ventilation system in a house with 12 flats and a total floorspace of 878 m². The saving for a normal year has been measured and proved to be 21.7 MWh/year for this house, corresponding to 25 kWh/m² of floorspace/year. Out of the total energy consumption including hot water and distribution losses, this constitutes about 12 percent. The possible saving is reduced by the fact that the exchanger freezes when the outdoor temperature goes below -10 degrees centigrade.

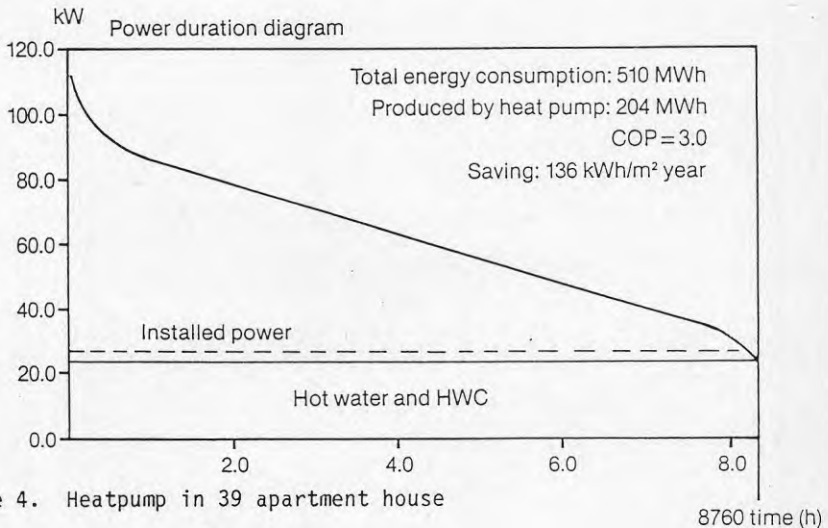
Heatpump in house with 12 flats

In this house the heat pump is connected with the evaporator directly in the exhaust air duct. It produces domestic hot water and supplies also a certain amount of base heat by means of radiators connected to the hot water circulation (HWC) and preheats the intake air. The heat pump covers about 30 percent of total energy for the house.

The actual achieved saving for the house is 52.4 MWh, corresponding to 54 kWh/m² of floorspace and normal year, or 25 percent of the total energy consumption. The installed heat pump is oversized and has an average system coefficient of performance (COP) of 2.1. This will be discussed in detail in another paper on the conference.

Heatpump in house with 39 flats

This installation is of the indirect type, and has a water/glycol mixture. The heat pump in this case smaller, reduces energy by 50 kWh/m² and normal year, i.e. about 23 percent, but due to the longer operation times and the considerably higher system COP (3.4) much more favourable total economy is obtained.



Triple Glazing

Triple glazing has been carried out in three houses. The resulting actual saving has been measured and found to be 8 kWh/m² of floor-space/year as an average value for the three houses. This corresponds to 4 +/- 2 percent of the total energy consumption at the block level.

EVALUATION OF THE ENERGY SAVINGS

We have described what energy savings results the individual activities have given. We have achieved and been able to measure the planned savings for the activities carried out. The Basic Program which resulted in a lowering of the temperature down to 20 degrees centigrade in the flats has caused many tenants in our follow-up inquiry to complain about too low indoor temperatures. This has been amplified by the closing of the intake air so that the draught through the external walls has increased. However, the complaints also increased in the block in which no changes in the indoor climate had been introduced. It seems as if the requirements in respect of a good indoor climate have increased in the course of the years when the project was carried out (1982-1985).

In one of the houses a combination of activities has been carried out (basic program, water saving, heat pump, and triple glazing). In this house the greatest total saving has been obtained. The consumption has been reduced from the original 15,700 kWh per flat to 9,600 kWh, or by about 40 percent. The remaining consumption, thus, is about 130 kWh per m². But, nota bene, there is some uncertainty in respect of the combinatorial effects of various activities.

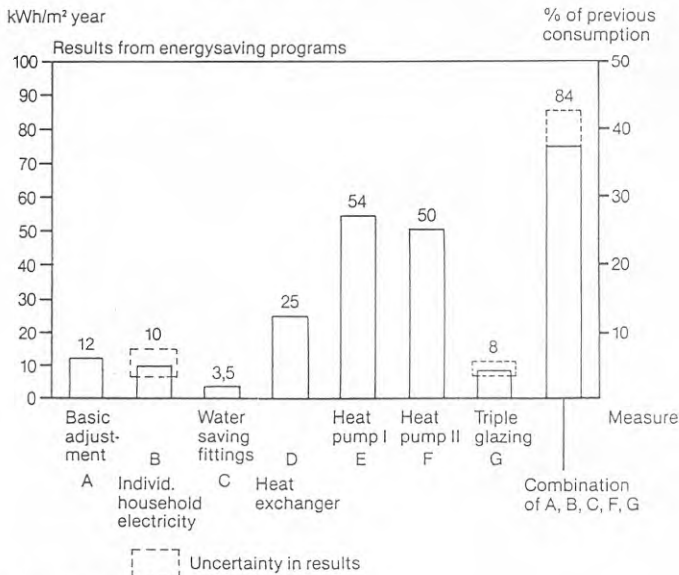


Figure 5. Energy Blocks Umeå
Energy saving all programs

ECONOMIC RESULTS OF ENERGY SAVING PROGRAM

When the energy saving program was started, everybody expected the energy price to continue increasing about 2 percent higher than the inflation, at the time about 8 percent. In fact, inflation as well as energy price increases have been kept down, and they are not expected to be on the same high level in the future. Moreover, the energy tariffs in Umeå have been adjusted to the energy production and contain today fixed charges of about 30 %. This implies that the house owner cannot immediately benefit from the savings.

The financing conditions have drastically deteriorated during the course of the project. For most of the implemented activities, government energy loans were obtained at an interest of 3 percent, slowly increasing by 0.25 percent/year. At present interest subsidies are obtained, the first year resulting in an interest of 6 percent, i.e. double compared with before, and in addition at a faster increase rate. A total elimination of these subsidies for installation activities is being discussed, which would cause another doubling of the interest cost to the ordinary market interest, today 12-13 percent.

The activities tried in the "total house" were such as were considered profitable from the house management point of view in 1982. For these reasons we have performed sensitivity analyses of what consequences various energy prices and financing conditions give rise to for the various activities.

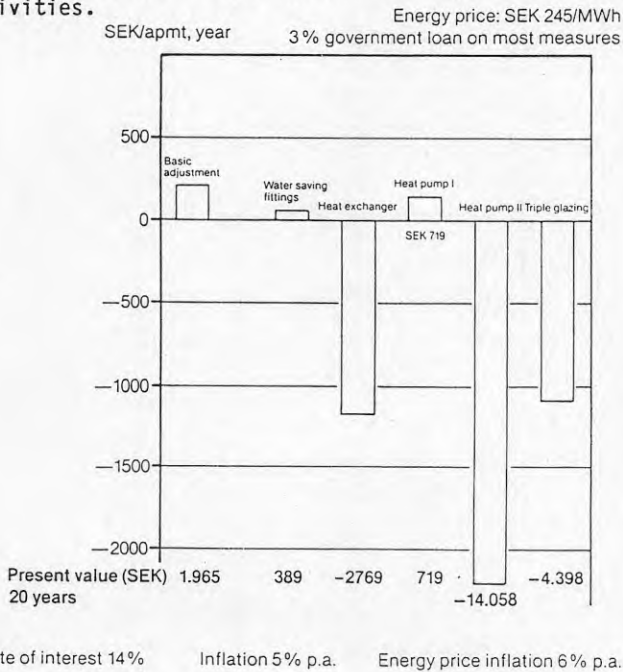


Figure 6. Energy Blocks Umeå. Changes in profits due to energy saving programs

Summarized, these analyses show that only the Basic Program gives a house management profit, if the interest subsidies are completely abolished. With the original financing conditions and an energy price of about 245 SEK per MWh, even the optimum-sized heat pump and introduction of individual electricity sub metering were profitable. Other activities have given the planned energy savings. However, the investments have become so high that they would not have been implemented owing to their negative effect on the economic result.

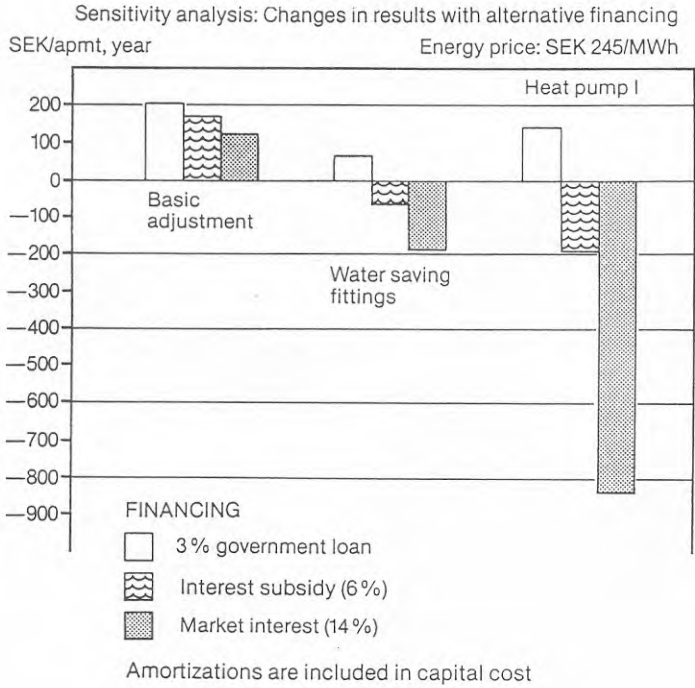


Figure 7. Energy Blocks Umeå
Economic results Year 1 SEK/apartment

SAVING ENERGY - NOT ONLY A QUESTION OF TECHNIQUE

In the Umeå Energy Saving Blocks we have proved that it is possible to save energy by employing suitably selected activities, but that it often results in increased total costs. A few concluding experiences are compiled below:

- The management and the staff have all the time been positive and motivated for the project. This is particularly essential for rendering the results lasting. E.g. complaints on temperatures easily lead to an increase of radiator temperatures.
- Heavy investments must be matched to the object in question and be calculated already in the program stage. It is easy to make bad decisions.
- Specified program requirements must be assured in procurement and installation. In this project so-called functional procurement (package deal) has been applied.
- Consultants and entrepreneurs must focus on the specific prerequisites of the object in question. Standard dimensioning clichés give bad performance data. Standards and thumb rules often lead to over-sizing in respect of real power needs.
- The price of capital is the determining factor as far as heavy investments are concerned. Deteriorations, having been implemented since the project was started, render most major investments, for example for heat recovery, non-profitable.
- The development of the energy price and the shape of the tariffs is critical. Today we consider it less profitable to save energy than only a few years ago. Therefore, in selecting activities, fast pay back investments should be preferred, and sensitivity analyses should be carried out for heavier investments.
- As was the case in this project, saving programs should be tested on a smaller scale - pilot projects - prior to implementation in the intended part of the house property concerned. The additional costs for implementation in stages is more than well balanced by the better basis for decisions for all parties in respect of technical details, economic results as well as organizational and other problems in connection with implementation and operation.
- The results should be followed up and evaluated continually. An elaborate monthly energy statistics system with weather normalization is required, in order to keep the consumption permanently at a low level. Such a system was installed in the company at the beginning of 1985 and has resulted in even more significant reduction of energy consumption.

ENERGISPARKVARTER-UMEÅ

HYRESGÄSTENKÄT OKTOBER 1985

1. INLEDNINGHyresgästenkäten som instrument

Att dela ut en enkät är ett sätt att ta reda på hyresgästernas synpunkter, och det är en bra metod när man vill nå många hyresgäster. För ett gott resultat krävs klara och relativt enkla frågeställningar samt en väl utvecklad referensram inom vilken enkätsvaren kan bearbetas. Fördelen med enkäten som instrument är att den, om den är rätt utformad, är enkel att bearbeta statistiskt med hjälp av databehandling och att man lätt kan göra korskorreleringar etc för att pröva olika hypoteser. Den blir då relativt billig per hushåll och bearbetad fråga.

Undersökningens bakgrund och syfte

1982, innan man genomförde några energisparåtgärder, delades en enkät ut till 224 hushåll i referens- och åtgärdshusen. Redan då bestämde man sig för en uppföljning med en ny enkät när energibesparande åtgärder genomförts i beståndet.

Denna uppföljningsenkät innehåller exakt samma frågor som den första enkäten plus ytterligare fyra kompletterande frågor.

Syftet med undersökningen kan sammanfattas:

- att få hyresgästernas synpunkter på hur de använder sin lägenhet, särskilt med tanke på energiaspekter.
- att följa upp 1982 års enkät och se vilka förändringar som skett i familjestruktur, utrustning, sättet att använda lägenheten samt attityder till energisparåtgärder.
- att jämföra hus där olika energisparåtgärder genomförts och se om hyresgästerna upplever sitt inomhusklimat olika.

Undersökningens genomförande

Enkäten delades ut i oktober 1985 till kvarterens samtliga 476 hushåll. Den stoppades i de aktuella lägenheternas brevlåda tillsammans med ett brev som i korthet beskrev undersökningens bakgrund och syfte. Ett svarskuvert bifogades också. Enkäten i sin helhet återfinns längst bak i rapporten.

I denna undersökning bearbetades enbart de enkäter som kom från åtgärdshusen. Totalt berör studien 155 hushåll. För att höja svarsfrekvensen gick man i början av december ut med en påminnelse till de som inte besvarat enkäten.

Totalt fick man in 117 enkätsvar från de aktuella åtgärdshusen, vilket ger en svarsfrekvens på 75 %. Detta får anses som fullt

tillfredsställande.

I följbrevet lockade man också med att fem julskinkor slumpvis skulle lottas ut bland de svarande. Detta för att höja motivationen att besvara enkäten. Vinnarna drogs och vinsterna delades ut i december 1985.

Efterhand kodades enkäterna och svaren på frågorna matades in på disketter. Tidåtgången för inmatningen var ca 8 minuter per enkät efter ett inkörningsskede.

När alla enkäter var inmatade kördes det statistiska programmet och man erhöll resultaten.

Då enkäten innehåller samtliga frågor som var med 1982 kunde man också göra jämförelser med dessa resultat. Fråga 24-27 har kommit till sedan den första enkäten bla för att få hyresgästernas synpunkter på energisparprojektet.

32 % av de svarande bodde redan 1982 i lägenheten.

2. SAMMANSTÄLLNING AV ENKÄTSVAREN MED KOMMENTARER

1. Hur många personer visats normalt i lägenheten?

<u>Dagtid</u>	<u>Nattetid</u>
1.1 vuxna (18 år o över)	1.6 vuxna
0.5 barn (0-17 år)	0.6 barn

Kommentar:

Boendetätheten är 1.6 vuxna och 0.6 barn per lägenhet. Ungefär en tredjedel av lägenhetsinnehavarna har barn, i genomsnitt 1.8 barn per barnfamilj.

2. Var Ni bortrest under någon sammanhängande del av perioden mars/april 1985?

ja, sportlovsveckan	8 %
ja, påsklovsveckan	15 %
ja, de flesta lördagar/söndagar	7 %
ja, annan tid	10 %
nej, högst några dagar	22 %
nej	32 %
vet inte	3 %

Kommentar:

13 % anger att de inte kan svara på frågan då de är nyinflyttade.

3. Hur många veckor sammanlagt per år (januari tom december) brukar Ni (familjen) åka bort, uppskattningsvis?

ca 4.7 veckor/år

Kommentar:

Fråga 1-3 är utformad för att kunna beräkna nyckeltal som persondagar/lägenhet. Förbrukningen av värme, el och vatten är kopplad till antalet personer i lägenheten. Om man inte vistas i lägenheten på helger påverkar naturligtvis också förbrukningen. Hur stor del av semestern man tillbringar på annan ort påverkar förbrukningen och det måste man ta hänsyn till vid budgeteringen för respektive månad.

Ovanstående frågor finns också med för att kunna jämföra med enkätsvaren från 1982. Man måste då veta om det skett stora förändringar i familjesammansättning, boendetäthet odyl.

4. Lägenheten har viss basutrustning som Ni kanske själva dessutom kompletterat. Har Ni och använder Ni i lägenheten

frys	62 %
diskmaskin	11 %
luftfuktare	5 %
rumstermometer	25 %
annat	11 %

Kommentar:

Ca 11 % av hushållen har skaffat diskmaskin. Endast 5 % har skaffat luftfuktare trots att många klagat på att luften i lägenheten är för torr (se fråga 15).

5. Hur ofta använder Ni (familjen) normalt områdets tvättstuga för tvätt?

1 gång i veckan	32 %
2 gånger i månaden	27 %
1 gång i månaden	22 %
annat	19 %

Kommentar:

Många hushåll med egen tvättmaskin använder ändå områdets tvättstuga som komplettering, tex för grovtvätt eller för att mangla.

6. Har Ni egen tvättmaskin i lägenheten?

ja	35 %
nej	65 %

Om ja, hur ofta använder Ni den?

varje dag	7 %
2-3 gånger i veckan	51 %
1 gång i veckan	20 %
annat	22 %

Kommentar:

35 % av lägenheterna är försedda med egen tvättmaskin. De flesta (51 %) använder den 2-3 gånger i veckan.

7. Har Ni torkskåp i lägenheten?

ja	64 %
nej	36 %

Hur ofta använder Ni i genomsnitt torkskåpet i lägenheten för torkning av tvätt, ytterkläder etc?

med värme på	0.6 ggr/vecka
för självtorkning	1.5 ggr/vecka

Kommentar:

Knappt två tredjedelar av lägenheterna är utrustade med torkskåp. Dessa torkskåp används i medeltal 0.6 gånger i veckan med värme på och 1.5 gånger i veckan för självtorkning.

Att dessa siffror är så pass låga beror på att många av hyresgästerna överhuvudtaget aldrig använder sitt torkskåp. Endast 30 % av torkskåpen används regelbundet med värme på och 60 % används för självtorkning.

8. Hur ofta använder ni torkskåp/torktumlare i kvarterets tvättstuga?

2.9 gånger/månad

Kommentar:

63 % av hyresgästerna använder torkskåp/torktumlare i kvarterets tvättstuga, i medeltal 2.9 gånger/månad. Det är rimligt att tro att dessa alltid används med värme på, då tvätttiden är begränsad till 3 timmar per gång.

9. Hur ofta diskar Ni (familjen) normalt?

a) För hand ca 8.1 ggr/vecka

Disken avslutas med att

skölja rent i plastbalja eller motsvarande 20 %

skölja rent i rinnande ljummet vatten 62 %

skölja rent i rinnande kallt vatten 21 %

b) I dismaskin (om sådan finns)

4.9 ggr/vecka

Kommentar:

93 % av hushållen har svarat att de diskar för hand. I medeltal diskar dessa hushåll drygt 1 gång per dag.

83 % av dessa sköljer disken under rinnande vatten, flertalet använder ljummet vatten.

Om man kunde motivera hyresgästerna till att använda diskbalja istället för rinnande vatten vid sköljning av disk

skulle man göra stora besparingar.

Diskmaskin finns i 11 % av hushållen (se fråga 4), och den används i medeltal 4.9 gånger/vecka.

10. Hur ofta används lägenhetens badrum?

- a) För karbad 0.8 ggr/vecka
- b) För duschning 6.8 ggr/vecka

Kommentar:

Enligt enkäten används badkaret av 35 % av hushållen. Dessa använder det i medeltal 2.4 gånger/vecka.

95 % använder badrummen för dusch, i medeltal 1 gång/dag.

11. Hur vädrar Ni under vinterhalvåret?

- 24 % Vädringslucka öppen (eller fönstret/balkongdörren på glänt) under dagtid
- 10 % Vädringslucka öppen (eller fönstret/balkongdörren på glänt) under natten
- 46 % Korsdrag kort stund
- 40 % Vädrar ut matos
- 13 % Öppnar badrumsfönstret och vädrar ut fukt
- 10 % Annat

Kommentar:

Flera hyresgäster uppger att de vädrar mycket för att ha "frisk" luft i lägenheten. Kallluft uppfattas ofta som "frisk" luft. Här krävs information till de boende.

Vanligaste förfarandet för de under kategorin "annat" är:

- Vädrar kort stund med vädringsluckan
- Öppnar balkongdörren en kort stund

12. Har Ni tyckt att lägenheten varit för kall under vinterhalvåret?

Ja, någon enstaka gång	25 %
Ja, ofta	56 %
Nej	19 %

Om ja, har Ni gjort något för att få det varmare vid dessa tillfällen?

Vridit upp termostatventilen	27 %
Ringt Bostaden	23 %
Använt extra el-element, kupévärmare	10 %
Satt på spisen/ugnen, torkskåpet	9 %
Satt på mera kläder	64 %
Ingenting	5 %

Kommentar:

81 % tycker att lägenheten ofta eller någon enstaka gång varit för kall under vinterhalvåret. Detta trots att stickprovsvisa mätningar visat att lägenheternas inomhustemperatur legat mellan 20 och 21 grader C.

Av dessa har en knapp tredjedel (27 %) vridit upp termostatventilen, 23 % ringt Bostaden, två tredjedelar satt på mer kläder och 19 % använt el-element, kupevärmare, spisen/ugnen eller torkskåpet för extra värmestillsättning.

13. Tycker Ni att det drar i lägenheten?

Ja	70 %
Nej	23 %
Vet inte	7 %

Kommentar:

En klar majoritet (70 %) upplever lägenheten som dragig.

14. a) Om Ni tycker att det drar, var och när brukar Ni känna det särskilt tydligt?

b) Har Ni försökt minska draget?

- 19 % Tätat fönster/dörrar själv
- 4 % Pratad med fastighetsskötaren
- 29 % Ringt Bostaden
- 13 % Tejpat igen tilluftskanaler under radiatorerna
- 10 % Annat
- 41 % Nej

Kommentar:

De boende känner drag framförallt vid:

- fönster
- balkongdörr
- golv

Några tycker dessutom att tilluften drar.

Av de som angett att lägenheten är dragig har 41 % inte gjort någonting åt det. 19 % har själv tätat fönster/dörrar själv.

Människan är mycket känslig för kallstrålning och drag. Det betyder att en höjning av den operativa temperaturen, utan motsvarande höjning av lufttemperaturen, skulle ge en betydande komfortförbättring, genom att kallstrålning och drag minskas.

Man måste vara medveten om att information till hyresgästerna kan vara en stor besparingspotential. 13 % av lägenheterna har tex tejpat igen tilluftskanalerna för att på det sättet minska draget i lägenheten. Få känner nog till att resultatet blir det motsatta, då undertrycket ökar väsentligt. Den förvärmade luften som annars kommer in via tilluftssystemet måste nu komma in via otäteter i klimatskärmen och lägenheten blir dragig.

Resultatet av denna fråga måste ses i samband med den föregående om lägenheten upplevs som kall. Det är svårt att veta om klagomålen gäller temperaturen i lägenheten eller kallstrålning och drag. De fysiska fenomenen kyla och drag är komplicerade och svåra att särskilja. Mätta resultat överensstämmer inte alltid med människornas egna upplevelser av lägenhetsklimatet.

15. Är Ni nöjd med ventilationen och luftkvaliteten i lägenheten? (fuktighet)

Ja, för det mesta	55 %
Nej	35 %
Vet inte	10 %

Kommentar:

Drygt hälften, 55 %, av de tillfrågade är nöjda med ventilationen, 35 % är det inte.

De vanligaste klagomålen är:

- Luften för torr
- Dålig ventilation i köket
- Matos och rök från grannar kommer in i lägenheten

16. a) Har Ni tyckt att lägenheten varit för varm under vinterhalvåret?

Ja, ofta	0 %
Ja, någon enstaka gång	4 %
Nej	96 %

b) Om ja, vad gjorde Ni då?

Öppnade vädringsluckor, balkongdörren, fönster	-
Ringde Bostaden	-
Vred ner termostaten	-
Annat	-
Ingenting	-

Kommentar:

Ingen har svarat att lägenheten ofta varit för varm och endast fem stycken (4 %) att den varit det vid enstaka tillfällen.

Med bara fem svar på följdfrågan (b)) är det inte meningsfullt att redovisa några procenttal där. Vi kan dock konstatera att ingen av dessa fem har gjort någon anmälan till Bostaden utan man har nöjt sig med att öppna vädringsluckor, fönster eller balkongdörren eller vridit ner termostaten för att sänka inomhustemperaturen.

17. Tror Ni det går att minska förbrukningen av värme i huset?

Ja	33 %
Nej	27 %
Vet inte	40 %

Kommentar:

En tredjedel tror att det går att minska värmeförbrukningen i huset. Här följer ett urval av de förslag som framkommit:

- täta fönster och balkongdörr
- tilläggsisolera
- inför individuell mätning
- vädra mer ekonomiskt
- se till att porten alltid hålls stängd
- sätt in fungerande termostatventiler
- ej uppvärmda förråd

Det anmärkningsvärt att så pass många som 33 % svarat att de tror att det går att minska värmeförbrukningen, då det av fråga 12 framgår att 81 % tyckt att lägenheten ofta eller någon enstaka gång varit för kall under vinterhalvåret.

Svaren på denna fråga visar hur olika människor upplever kyla. En hyresgäst har svarat "vrid ner värmen till 16-17 grader, det mår man bara bra av" , en annan ser som enda möjlighet att minska värmeförbrukningen att "göra som ni har gjort, låta människor frysa häcken av sig".

En dryg fjärdedel svarar nej på frågan med motiveringen att det är lagom eller redan för kallt.

18. Tror Ni det går att minska varm- och kallvattenförbruk-ningen?

Ja	25 %
Nej	23 %
Vet inte	52 %

Kommentar:

Här trodde en fjärdedel att detta var möjligt. Nedan följer de mest frekventa förslagen:

- duscha istället för bada
- individuell mätning
- stäng av varmvattnet på nätterna
- skölj disken i balja
- bättre termostatblandare i kök och badrum
- sänk temperaturen på varmvattnet
- tvätta mer ekonomiskt

En knapp fjärdedel svarade nej och argumenterade med att man redan var sparsam och att man inte var villig att dra ner på hygien.

Enligt fråga 9 sköljer 83 % av hushållen disken under rinnande vatten. Trots detta svarar ändå bara 25 % att de tror att det går att minska förbrukningen av varm- och kallvatten.

19. Tror Ni det går att minska el-förbrukningen?

Ja	26 %
Nej	20 %
Vet inte	54 %

Kommentar:

Även här tror ungefär en fjärdedel att det är möjligt och kommenterar:

- släcka efter sig
- minska användandet av eget torkskåp
- ej ha frys
- individuell mätning
- byt vitvarorna
- tidstyrd belysning i allmänna utrymmen
- ej använda extra element
- ekonomiskt användande av tvättmaskinerna

20 % tror inte det är möjligt att minska el-förbrukningen. De anser att de redan använder lite.

20. Behöver Ni använda varmvatten mellan klockan 24.00 - 05.00?

Ja, flera gånger i veckan	5 %
Ja, någon enstaka gång	45 %
Nej aldrig	50 %

Kommentar:

Hälften av alla hushåll behöver någon gång använda varmvatten nattetid. Detta medför att en avstängning av varmvattencirkulationen under natten knappast kan bli aktuell.

Oregelbundna arbetstider och skötsel av små barn anges som de vanligaste orsakerna.

21. Har det förekommit vattenläckage i lägenheten under det senaste halvåret?

Ja, droppande kran(ar)	14 %
Ja, WC:n står och rinner	16 %
Ja	10 %
Nej	60 %

Kommentar:

I 14 % av lägenheterna har det under de senaste halvåret förekommit läckande kranar. 16 % uppger att de haft en rinnande WC-stol. 10 % anger att de haft andra vattenläckage i sin lägenheten under senaste halvåret. Bland dessa återfinns kommentarer som:

- Läckande element
- Läckta under tvättfat
- WC behållaren rinner över
- Avlopp sätts igen i badrum
- Läckta under badkar

22. Om ja ovan, har Ni gjort något för att bli av med läckaget?

Ringt Bostaden	68 %
Anmält till fastighetsskötaren i området	7 %
Annat	10 %
Nej, ingenting	17 %

Kommentar:

Av de som angett att de haft vattenläckage i lägenheten har drygt två tredjedelar (68 %) ringt Bostaden och ytterligare 7 % tagit kontakt med områdets fastighetsskötare. De 10 % som gjort någonting annat har i nästan samtliga fall lagat det själv.

En av de vattenbesparande åtgärderna som vidtagits är att montera sparkroppar (1 l) i WC-stolarna för att reducera spolvolymen.

Flera hyresgäster har angett att de tagit bort sparkroppen i WC-stolens vattenbehållare då den gjort så att den hakat upp sig och stått och runnit.

23. Kopplat till energisparprojektet diskuteras även andra möjliga förbättringar beträffande husen och den yttre miljön.
Vilka tre saker vill Ni i första hand ha åtgärdade inom Ert bostadsområde?

Kommentar:

Ungefär hälften av hushållen har svarat på denna fråga.

Svaren på frågan kan delas in i några huvudgrupper:

1) Gårdsplanen och grönområden

- mer grönt
- bättre städat på gården
- bättre lekplatser, fler redskap
- grillplats, bastu och pool på gården
- uteplats med bänkar och bord samt vindskydd
- färre sandlådor, katter bor i sandlådorna
- ordentlig snöskottning
- bättre utomhusbelysning
- fler papperskorgar
- fler motorvärmare

2) Trafikplaneringen

- förbjud bilkörning all bilkörning på gårdarna
- förbjud bilkörning i hela området
- bättre parkeringsmöjligheter, fler gästparkeringsplatser, möjlighet att hyra garageplats
- skotta parkeringsplatserna på vintern
- ordentlig belysning på parkeringsplatserna

3) Tvättstuga, lägenhetsförråd, cykelförvaring mm

- många, drygt 20 % av de svarande på frågan, saknar förvaringsmöjlighet för cyklar
- stöldsäkra och bättre förråd
- bättre ordning/städning i tvättstugan

- nytt lås till tvättstugan
- sopnedkassen luktar

4) Husen

- bättre isolering
- bättre ventilation
- installera spisfläktar
- inte köra fläkten så ofta

5) Övrigt

- tag bort huvudnyckelsystemet
- bättre information till nyinflyttad om bastu, vävstugor mm
- organisera byalag
- stoppa springet av Bostadens personal i lägenheten

24. På vilket sätt har Ni kommit i kontakt med energisparprojektet?

Kommentar:

Två tredjedelar av hushållen har svarat på denna fråga. De allra flesta svaren kan hänföras till någon av följande tre gupper:

1) Kände inte till det

Runt 25 % av de svarande uppgav att de aldrig hört talas om projektet förut.

2) Genom informationsblad mm

25 % hade fått information genom broschyrer, infoblad odyl.

3) Mätningar gjorda i lägenheten, nya fönster mm

Ungefär 40 % av de svarande har kommit i kontakt med projektet rent praktiskt. Några klagar på att det varit mycket spring i lägenheten sedan projektet startade, eller som någon uttryckte det; "Många delegationer har passerat här med mystiska mätare"

Några hyresgäster säger sig märka av energisparprojektet genom att det blivit kallare i lägenheten. En hyresgäst har uppmärksammat att det installerats ett aggregat för värmeåtervinning som upptar halva cykelförrådet.

25. Har Ni fått tillräckligt med information under projektets genomförande?

Ja	17 %
Nej	55 %
Vet inte	28 %

Kommentar:

Endast 17 % har svarat att de fått tillräcklig information under projektets gång. Flera saknar en muntlig presentation av projektet, vad som installerats, mätts, resultat mm.

26. Vad tycker Ni om Bostadens satsning på att spara energi?

Kommentar:

Två tredjedelar har besvarat denna fråga. Svaren skiftar mycket mellan olika hyresgäster. Från det att man tycker att det är mycket bra och att det går att göra mer till att man förkastar det helt och anser att enda resultatet är att hyresgästerna får lida.

Många är positiva och tycker att det är bra om det inte går ut för mycket över hyresgästernas komfort. Man anser att det måste komma hyresgästerna till godo (sänkt hyra).

Lite mer ironiserande kommentarer av typen "Berömvärtlöglömde dela ut duntäcken..." förekommer också.

27. Tycker Ni att 20 grader C i lägenheten har varit

mycket för kallt	12 %
något för kallt	46 %
varken för kallt eller för varmt	34 %
något för varmt	2 %
mycket för varmt	1 %
vet inte	5 %

Kommentar:

Drygt hälften, 58 %, anser att det varit för kallt i lägenheten. Denna fråga har uppenbarligen upprört många känslor. Hela 30 % har svarat att 20 grader är bra men att de inte upplevt att det varit så varmt vintertid. Några hyresgäster hävdar att de mätt temperaturer ner till 15 grader i sina lägenheter.

Flera klagar även här på drag och att detta gör att lägenheten "känns" kall.

28. Övriga synpunkter Ni vill framföra

Kommentar:

23 % har utnyttjat detta tillfälle att framföra någon åsikt. Det mesta har dock framkommit på andra ställen i enkäten.

29. Skulle Ni vilja ha reda på resultatet av denna undersökning i höst?

Ja, mycket intresserad	75 %
Ja, kanske	21 %
Nej	4 %

Kommentar:

88 % av hushållen har besvarat denna fråga. Av dessa visar hela 96 % intresse för att få reda på resultaten av undersökningen. Detta tyder på att attityden varit positiv till enkäten.

Även svarsfrekvensen på 77 % tyder på intresserade hyresgäster.

3. RESULTAT AV KORRELATIONSKÖRNINGAR

Jämförelse med 1982 års enkät

Jämförs svaren på fråga 1-10 på 1982 respektive 1985 års enkät framgår det att familjesammansättningen, lägenhetsutrustningen, sättet att använda lägenheten mm inte nämnvärt förändrats. Detta gör det meningsfullt att jämföra svaren på de andra frågorna mot varandra för att se eventuella förändringar.

Ser vi på resultatet på frågan "Har ni tyckt att lägenheten varit för kall under vinterhalvåret?" (fråga 12), framgår det att 1985 svarade 56 % att den ofta varit det mot 30 % 1982. Antalet som tyckt att den varit för kall vid enstaka tillfällen är ungefär det samma, 25 %.

Det kan förklaras av bla de injusteringsproblem man hade i några hus. Dessutom har den verkliga inomhustemperaturen sänkts med ungefär en halv grad i åtgärdshusen.

Följdfrågan vad man gjort för att få det varmare vid dessa tillfällen visar att fler, 19 % 1985, mot 7 % 1982 använt extra element, kupevärmare eller satt på spisen/ugnen. Andelen som satt på mer kläder ökade från 40 % till 64 %. Fler ringde också till Bostaden och klagade, 11 % 1982 mot 23 % 1985.

På frågan om man någon gång tyckt att lägenheten varit för varm under vinterhalvåret (fråga 16) svarade 4 % ja 1985 mot 10 % 1982.

Jämför vi svaren på frågan om lägenheten upplevts som dragig (fråga 13) framgår det att 70 % svarade ja på den frågan 1985 mot 46 % 1982.

Fler har tätat dörrar/fönster själv, 19 % mot 12 %. Andelen som ringt Bostaden ökade från 17 % 1982 till 29 % 1985. Lika många, 13 %, har idag som 1982 tejpat igen tilluftskanalerna för att på det sättet minska draget.

Ventilationen och luftkvaliteten i lägenheten (fråga 15) är 55 % av hyresgästerna nöjda med 1985. Det är exakt lika stor andel som 1982.

Fler hyresgäster tror idag att det går att minska förbrukningen av värme i huset (fråga 17) än 1982. 1982 trodde 24 % att detta var möjligt, mot 33 % 1985. Ett anmärkningsvärt resultat då ju betydligt fler uppgett att de ofta tyckt lägenheten varit kall. Förändringen är dock inte så stor att man vågar dra några långtgående slutsatser om attitydförändringar hos hyresgästerna.

Kvartersvis jämförelse

I kv Amanuensen har flera energibesparande åtgärder genomförts. Värmesystemet har bla injusterats med en lågflödes metod. Dessutom har den fläktstyrda tilluften stängts i samtliga hus, framledningstemperaturen har sänkts nattetid samt vattenbesparande åtgärder satts in. Det är därför intressant att jämföra enkätsvaren kvartersvis för att se vad dessa åtgärder

gärder inneburit för hyresgästernas komfort.

Man kan notera fler klagomål på inomhustemperaturen i kv Amanuensen än i kv Assistenten. På frågan om de tyckt att lägenheten ofta varit för kall under vinterhalvåret (fråga 12) svarade 72 % ja på den frågan i kv Amanuensen mot 47 % i kv Assistenten.

Vad man gjort för att få det varmare vid dessa tillfällen skiljer sig också åt. Fler har satt på sig mer kläder i kv Amanuensen, 88 % mot 78 %. Andelen som använt extra element, kupevärmare, spis/ugn och torkskåp är också högre i kv Amanuensen, 32 % mot 16 % i kv Assistenten.

Förklaringen till att fler hyresgäster klagat på temperaturen i kv Amanuensen är att man bevisligen fick en viss temperatursänkning (ungefär 0.5 grader C) men även att man där hade vissa problem vid injusteringen av värmesystemet.

Draget blev också större i kv Amanuensen än i kv Assistenten. När tilluften stängdes av ökade draget framför allt vid balkongdörrarna. Det har vid besiktningar visat sig att balkongdörrarna ansluter dåligt vid golvtröskeln.

Detta får man också bekräftat om man studerar hyresgästernas svar på frågan om de upplever lägenheten som dragig (fråga 13). 78 % klagat på att det drar i deras lägenheter i kv Amanuensen. Motsvarande siffra för kv Assistenten är 63 %.

Ungefär 55 % av hyresgästerna svarar, oavsett i vilket kvarter de bor, att de är nöjda med ventilationen och luftkvaliteten (fråga 15).

I två av husen i kv Amanuensen hade man speciellt stora problem vid injusteringen av värmesystemet. Detta visar sig också i hyresgästenkäten. Betydligt fler hyresgäster klagat på kyla och drag i dessa lägenheter än i övriga.

Tilläggsglasning

Det är intressant att jämföra enkätsvaren från de lägenheterna där en tredje glasruta installerats mot övriga.

På frågan om de tyckt att lägenheten varit dragig (fråga 13) svarar 65 % av hyresgästerna i de tilläggsglasade husen ja mot 73 % bland de övriga.

Det är också betydligt färre som tyckt att lägenheten ofta varit kall under vinterhalvåret (fråga 12) bland hyresgästerna där en tredje glasruta installerats. 37 % svarade ja i dessa lägenheter mot hela 67 % i övriga.

Vi kan med andra ord dra slutsatsen att hyresgästernas komfort förbättrats genom tilläggsglasningen.

Resultatet visar också vilken stor betydelse människans upplevelser har för bedömningen av klimatkomforten, även om det inte finns en mätbar grund för det.

Vi måste därför skilja på den mätta lufttemperaturen och den upplevda temperaturen. Genom att höja den upplevda temperaturen kan lufttemperaturen sänkas motsvarande mycket vilket ger energibesparing.

En annan sak som påverkas av människans upplevelser är sättet att vädra. Kall luft upplevs av många som "frisk" luft.

Enkät nr:

Copyright
Meta Projektplanerin

ENERGISPARKVARTER - UMEÅ

Datum

Lgh kod

ENKÄT OKTOBER 1985

.....

1. Hur många personer visats normalt i lägenheten?

Dagtid

Natttid

..... vuxna (18 år o över)

..... vuxna

..... barn (0-17 år)

..... barn

2. Var Ni bortrest under någon sammanhängande del av perioden mars/april 1985?

ja, sportlovsveckan

ja, påsklovsveckan

ja, de flesta lördagar/söndagar

ja, annan tid, nämligen

nej, högst några dagar

nej

vet inte

Kommentar:

.....

3. Hur många veckor sammanlagt per år (januari t o m december) brukar Ni (familjen) åka bort, uppskattningsvis?

ca veckor/år

4. Lägenheten har viss basutrustning som Ni kanske själva dessutom kompletterat. Har Ni och använder Ni i lägenheten

- frys
- diskmaskin
- luftfuktare
- rumstermometer
- annat, nämligen

Ev kommentar:
.....

5. Hur ofta använder Ni (familjen) normalt områdets tvättstuga för tvätt?

- 1 gång i veckan
- 2 gånger i veckan
- 1 gång i månaden
- annat, nämligen

6. Har Ni egen tvättmaskin i lägenheten?

- ja
- nej

Om ja, hur ofta använder Ni den?

- varje dag
 - 2-3 gånger i veckan
 - 1 gång i veckan
 - annat, nämligen
-

7. a) Har Ni torkskåp i lägenheten?

ja

nej

b) Hur ofta använder Ni i genomsnitt torkskåpet i lägenheten för torkning av tvätt, ytterkläder etc?

med värme på ggr/vecka

för självtorkning ggr/vecka

8. Hur ofta använder Ni torkskåp/torktumlare i kvarterets tvättstuga?

..... ggr/månad

Kommentar:

.....

9. Hur ofta diskar Ni (familjen) normalt?

a) För hand ca ggr/vecka

Disken avslutas med att

skölja rent i plastbalja eller motsvarande

skölja rent i rinnande ljummet vatten

skölja rent i rinnande kallt vatten

b) I dismaskin (om sådan finns)

..... ggr/vecka

Kommentar:

.....

.....

10. Hur ofta används lägenhetens badrum?

a) För karbad ggr/vecka

b) För duschning ggr/vecka

Kommentar:

.....

.....

11. Hur vädrar Ni under vinterhalvåret?

Vädringslucka öppen (eller fönstret/balkongdörren på glänt) under dagtid

Vädringslucka öppen (eller fönstret/balkongdörren på glänt) under natten

Korsdrag kort stund

Vädrar ut matos

Öppnar badrumsfönstret och vädrar ut fukt

Annat, nämligen

Kommentar:

.....

12. Har Ni tyckt att lägenheten varit för kall under vinterhalvåret?

Ja, någon enstaka gång

Ja, ofta

Nej

Om ja, har Ni gjort något för att få det varmare vid dessa tillfällen?

Vridit upp termostatventilen

Ringt Bostaden

Använt extra el-element, kupévärmare

Satt på spisen/ugnen, torkskåpet

Satt på mera kläder

Ingenting

Kommentar:

.....

13. Tycker Ni att det drar i lägenheten?

Ja

Nej

Vet inte

14. a) Om Ni tycker att det drar, var och när brukar Ni känna det särskilt tydligt?

Svar:
.....

- b) Har Ni försökt minska draget?

- Tätat fönster/dörrar själv
 Pratad med fastighetsskötaren
 Ringt Bostaden
 Tejpat igen tilluftskanaler under radiatorerna
 Annat, nämligen
.....
 Nej

15. Är Ni nöjd med ventilationen och luftkvaliteten i lägenheten? (fuktighet)

- Ja, för det mesta
 Nej
 Vet inte

Kommentar:
.....

16. a) Har Ni tyckt att lägenheten varit för varm under vinterhalvåret?

- Ja, ofta
 Ja, någon enstaka gång
 Nej

b) Om ja, vad gjorde Ni då?

- Öppnade vädringsluckor, balkongdörren, fönster
- Ringde Bostaden
- Vred ner termostaten
- Annat, nämligen
- Ingenting

17. Tror Ni det går att minska förbrukningen av värme i huset?

- Ja, nämligen
- Nej, ty
- Vet inte

18. Tror Ni det går att minska varm- och kallvattenförbrukningen?

- Ja, nämligen
- Nej, ty
- Vet inte

19. Tror Ni det går att minska el-förbrukningen?

- Ja, nämligen
- Nej, ty
- Vet inte

20. Behöver Ni använda varmvatten mellan klockan 24.00 - 05.00?

Ja, flera gånger i veckan

Ja, någon enstaka gång

Nej aldrig

Kommentar:
.....

21. Har det förekommit vattenläckage i lägenheten under det senaste halvåret?

Ja, droppande kran(ar)

Ja, WC:n står och rinner

Ja,

Nej

22. Om ja ovan, har Ni gjort något för att bli av med läckaget?

Ringt Bostaden

Anmält till fastighetsskötaren i området

Annat,

Nej, ingenting

Kommentar:
.....

23. Kopplat till energisparprojektet diskuteras även andra möjliga förbättringar beträffande husen och den yttre miljön.
Vilka tre saker vill Ni i första hand ha åtgärdade inom Ert bostadsområde?

1)

.....

2)

.....

3)

.....

24. På vilket sätt har Ni kommit i kontakt med energisparprojektet?

.....
.....
.....
.....

25. Har Ni fått tillräckligt med information under projektets genomförande?

- Ja
- Nej
- Vet inte

Kommentar:
.....
.....

26. Vad tycker Ni om Bostadens satsning på att spara energi?

.....
.....
.....
.....

27. Tycker Ni att 20 grader C i lägenheten har varit

- mycket för kallt
- något för kallt
- varken för kallt eller för varmt
- något för varmt
- mycket för varmt
- vet inte

Kommentar:
.....
.....

28. Övriga synpunkter Ni vill framföra

.....
.....
.....
.....
.....

29. Skulle Ni vilja ha reda på resultatet av denna undersökning i höst?

- Ja, mycket intresserad
- Ja, kanske
- Nej

Tack för Er medverkan!

Ni kan lämna enkäten på områdesexpeditionen eller också skicka den direkt till Meta i bifogade svarskuvert.

**STATENS INSTITUT
FÖR BYGGNADSFORSKNING**Avd för energihushållning
Mats Mattsson, IS

MÄTRAPPORT

1 (12)

1984-02-13

LUFTOMSÄTTNINGSMÄTNINGAR I BOSTADSOMRÅDET ÅLIDHEM I UMEÅ

Beställare: Umeå universitet, avd för fysik, Olov Sandberg

Mätningarna ingår i BFR-projektet Energisparkvarteren, Umeå

INNEHÅLL	SID
1. INLEDNING	2
2. MÄTNINGAR	2
2.1 Utförande	2
2.2 Mätnoggrannhet	2
3. RESULTAT	3
3.1 Allmänt	3
3.2 Vindriktning, hastighet och temperatur	3

1. INLEDNING

I bostadsområdet Älidhem, Umeå, utförde mätenheten för energi- och inneklimat vid Statens institut för byggnadsforskning spårgasmätningar i lägenheter 1984-01-23--24.

Mätningarna ingår som en del i BFR-projektet Energisparkvarteren. Syftet med mätningarna var att bestämma nominell luftomsättning i sju av beställaren utsedda lägenheter. Samtliga lägenheter är försedda med ventilationssystem av typ mekanisk till- och frånluft, men i vissa av dessa lägenheter har tillluften varit frånslagen med avsikt.

2. MÄTNINGAR

2.1 Utförande

Totalt har tio luftomsättningsmätningar utförts. I två av de sju lägenheterna har mätningarna utförts vid olika varvtal på ventilationsfläktarna, samt i en lägenhet med respektive utan mekanisk tilluft.

Spårgasmätningarna har utförts enligt avklingningsmetoden med infraröd analysator och lustgas (N_2O) som spårgas. Samtidigt med spårgasmätningen har tryckdifferenser över respektive lägenhets ytterväggar uppmätts.

Temperaturdifferensen mellan inne- och uteluften har uppmätts vid varje omsättningsmätning.

Frånluftsflödet har uppmätts med stofsörsedd flödesmätare av fabrikat SWEMA vid varje frånluftsödn.

Vindriktning och hastighet samt utomhustemperatur har uppmätts av beställaren på en central punkt, ca 1 m över tak, se sid 3-4.

Planritningen över varje lägenhet visar var mätpunkterna placerats samt hjälpfläktarnas placering och riktning, se sid 6-12.

Mätningarna har utförts av Mats Mattsson och Stig Skogberg.

2.2 Mätnoggrannhet

Som framgår av metodbeskrivning ref [1] har onoggrannheten i spårgasmätningar satts till $\pm 10\%$.

För flödesmätningar är det sannolika mätfelet $\pm 7\%$.

Temperaturmätningen vid varje lägenhet har ett sannolikt mätfel av $\pm 0,2\%$.

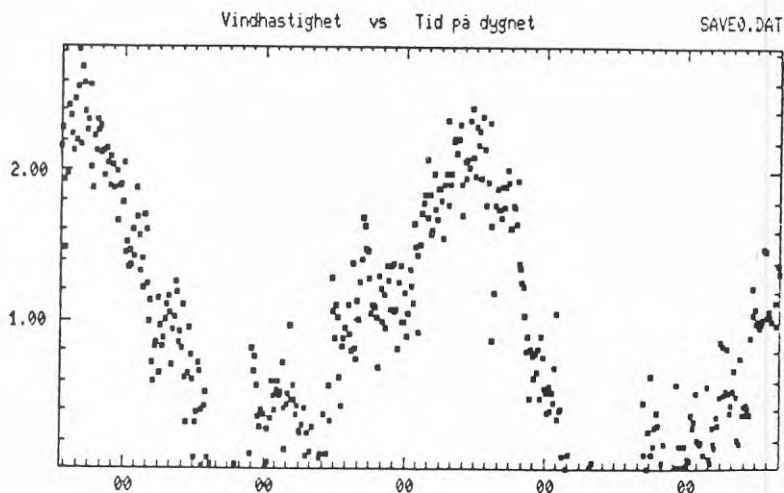
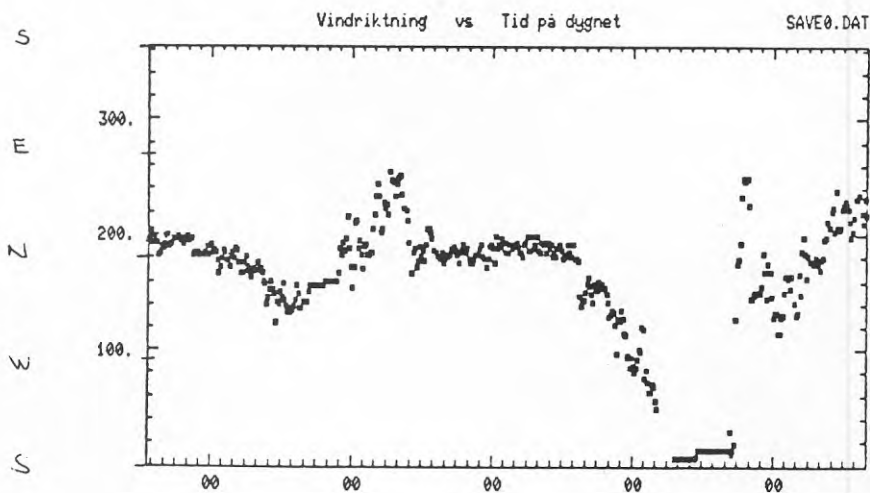
3. RESULTAT

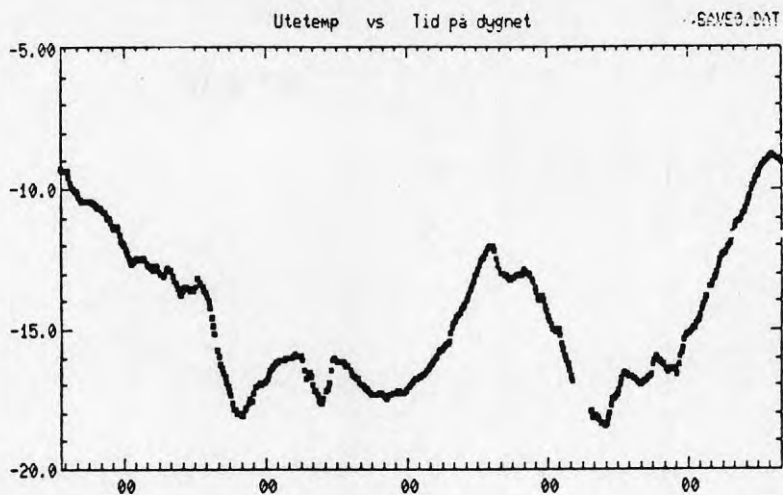
3.1 Allmänt

I tabell 1 redovisas samtliga uppmätta värden för respektive lägenhet. De uppmätta frånluftsflödena vid respektive don har räknats om till ett luftomsättningstal för hela lägenheten genom att dividera uppmätta värden med lägenhetens volym inklusive mellanväggar och mäbler m m.

3.2 Vindriktning, hastighet och temperatur

1984-01-23 kl 13.00 -- 1984-01-28 kl 16.00

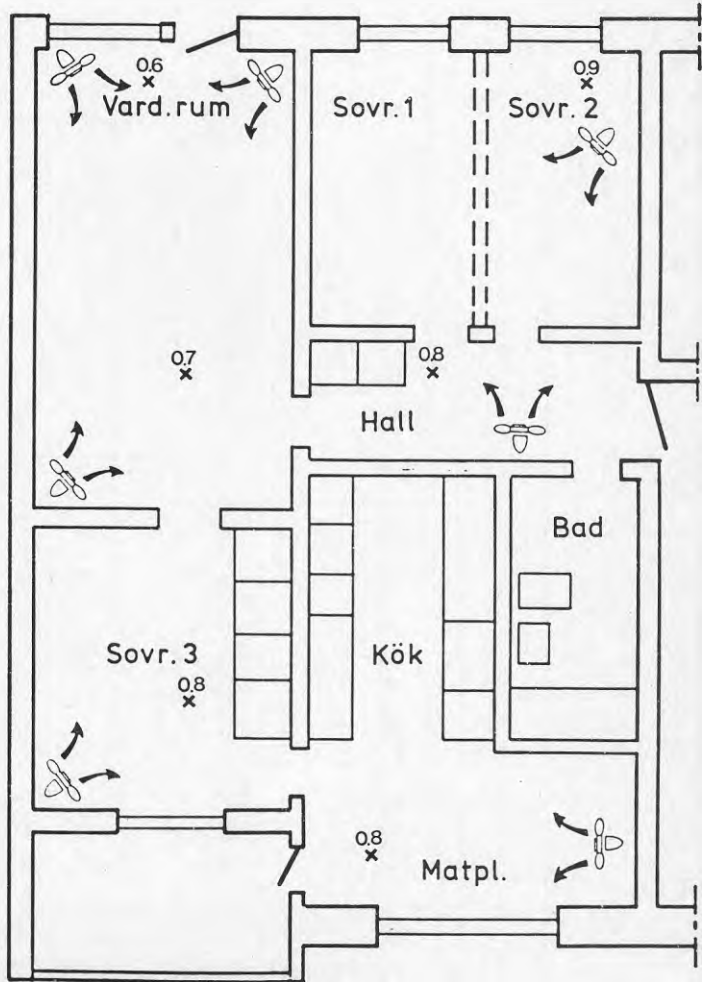




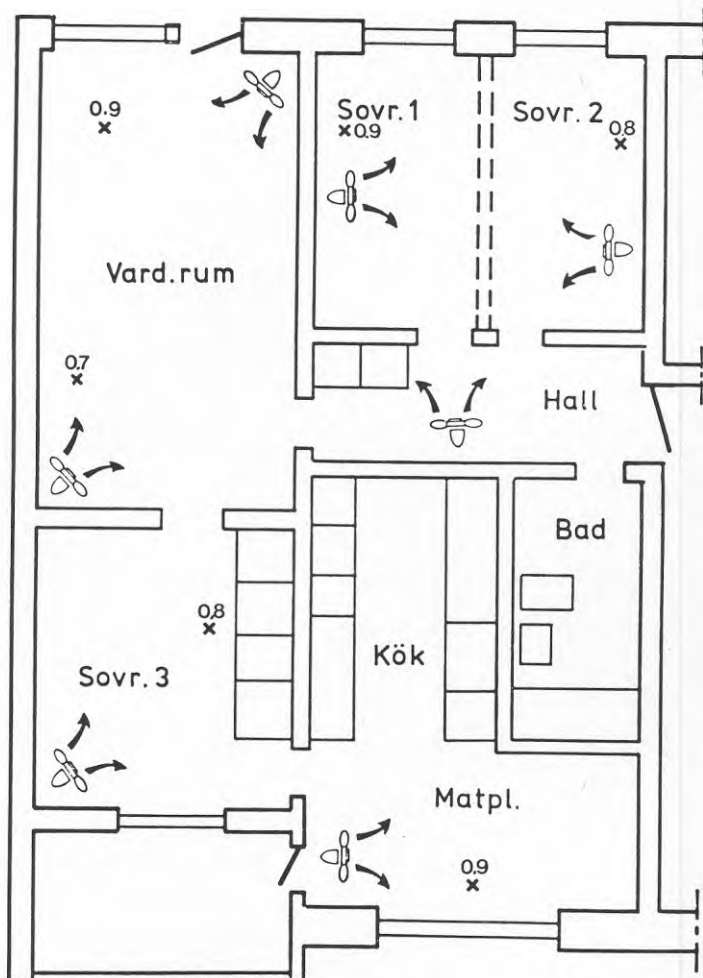
Tabell 1 Mätresultat

Måtlägen- het	Gavel/ mellan lgh	Mätill- fälle	Vent sys- tem	1/1 el. 1/2 fart	Nom luft- oms spår- gas (oms/h)	Tryckdiff inne-ute (Pa)		Temp diff inne-ute (°C)	Frånluft (m ³ /h)		Lgh- vo- lym i P-don (m ³)	Luftoms uppmätt i P-don (oms/h)		
						väst	öst		spis	tork- skåp bad toal				
Matematik- gränd 7B	gavel	23/1 13.00-14.30	F	1/2	0,35	-10	-10	29,5	28	22,5	18	-	214	0,32
Matematik- gränd 7A	mellan	23/1 15.00-17.00	F	1/2	0,34	-10	-10	31,8	23	25	26	-	214	0,35
Matematik- gränd 17B	gavel	24/1 08.30-10.30	F	1/2	0,34	-12	-11	36,2	24	24	16	-	214	0,30
Matematik- gränd 17B	gavel	24/1 10.30-11.30	F	1/1	0,71	-22	-21	35,5	48	44	30,5	-	214	0,57
Geografi- gränd 4A	gavel	24/1 12.00-13.30	FT	1/2	0,41	+1,5	+0,5	34,0	0	20	6,5	19	265	0,17
Geografi- gränd 4B	gavel	24/1 14.00-15.30	FT	1/2	0,47	-8	-8	38,2	25	-	21	-	119	0,39
Geografi- gränd 4B	gavel	24/1 15.30-16.00	F	1/2	0,43	-14,5	-14,5	39,0	24	-	20	-	119	0,37
Geografi- gränd 4A	gavel	24/1 16.30-17.30	FT	1/2	0,69	-9	-8	40,4	27	-	25	-	119	0,44
Geografi- gränd 4A	gavel	24/1 17.30-18.30	FT	1/1	1,30	-9	-8	41,3	51	-	44	-	119	0,80
Matematik- gränd 17A	gavel	25/1 07.30-09.30	F	1/2	0,31	+11	+11	39,1	28	-	25	-	214	0,25

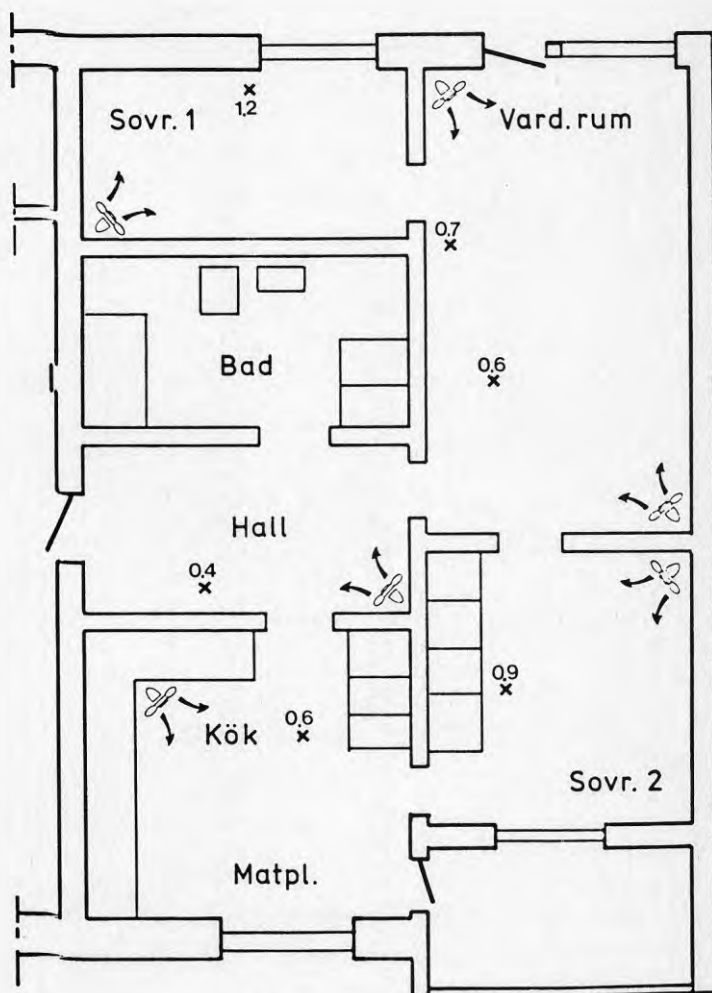
Matematikgränd 7B, I tr, gavellägenhet



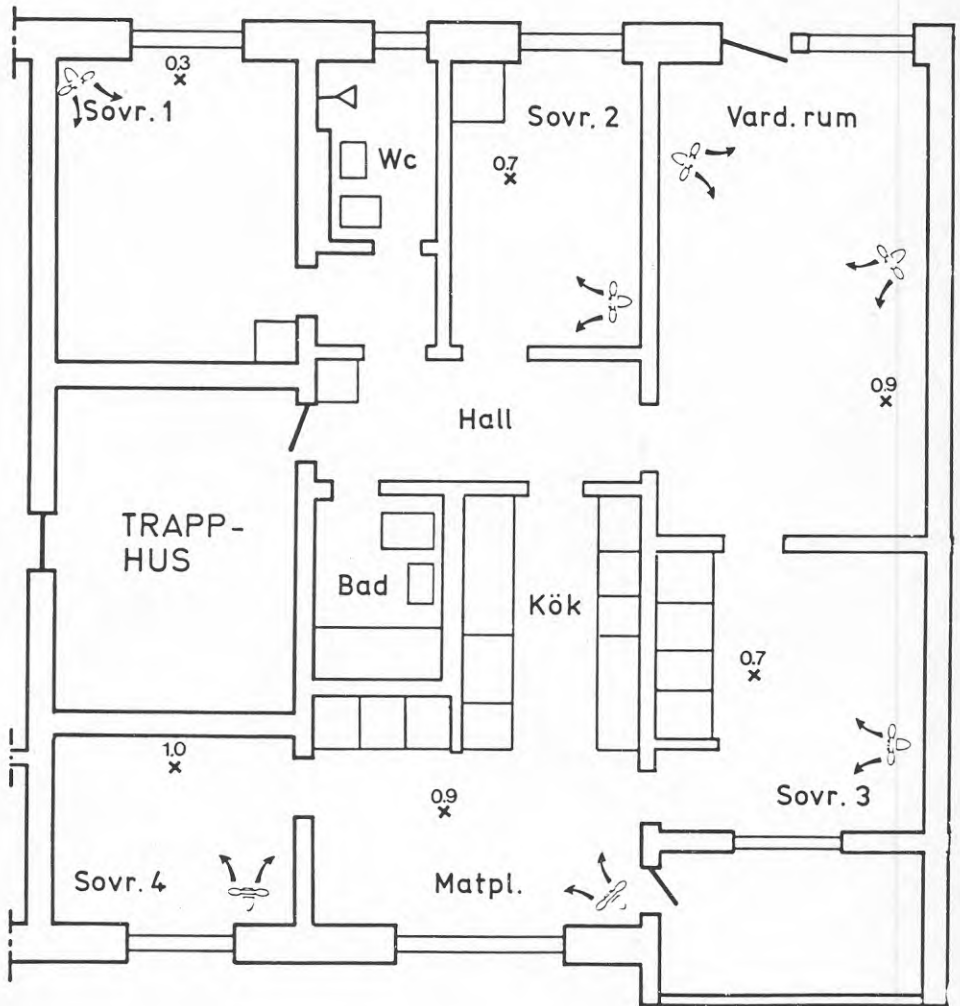
Matematikgränd 7A, I tr, mellanlägenhet



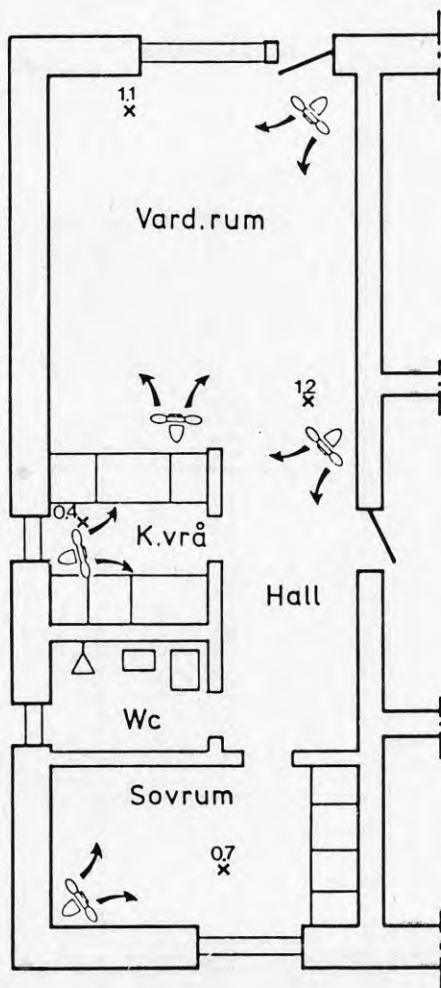
Matematikgränd 17A, BV, gavellägenhet



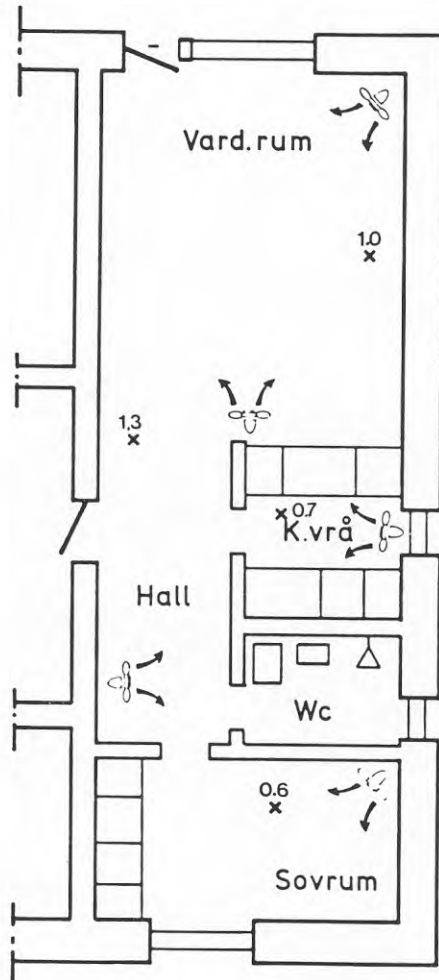
Geografigränd 4A, II tr, gavellägenhet



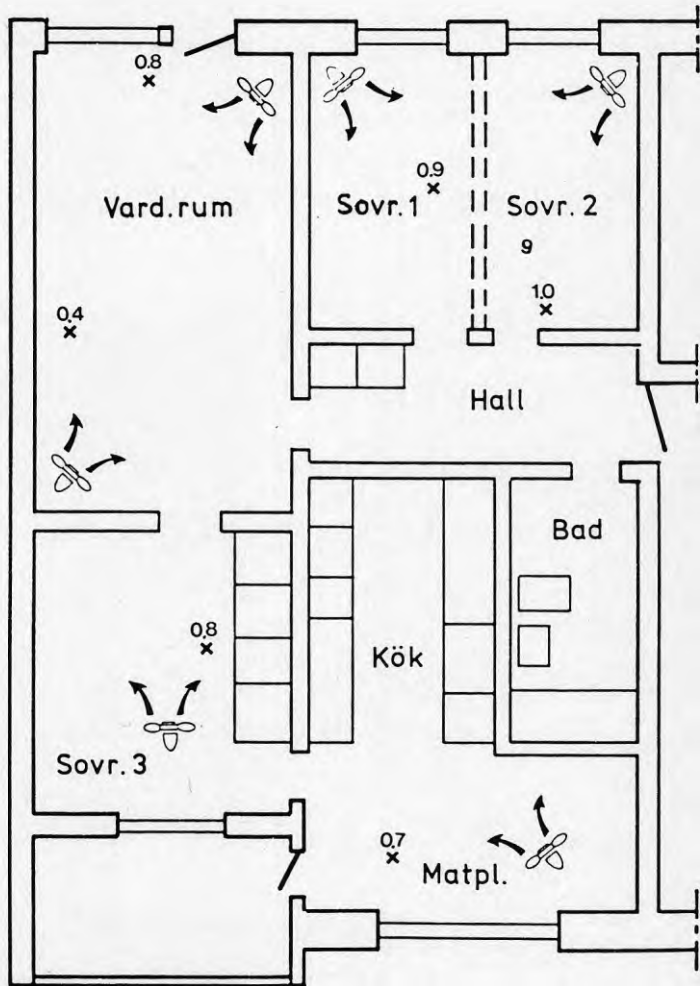
Geografiränd 4A, BV, gavellägenhet



Geografigränd 4B, BV, gavellägenhet

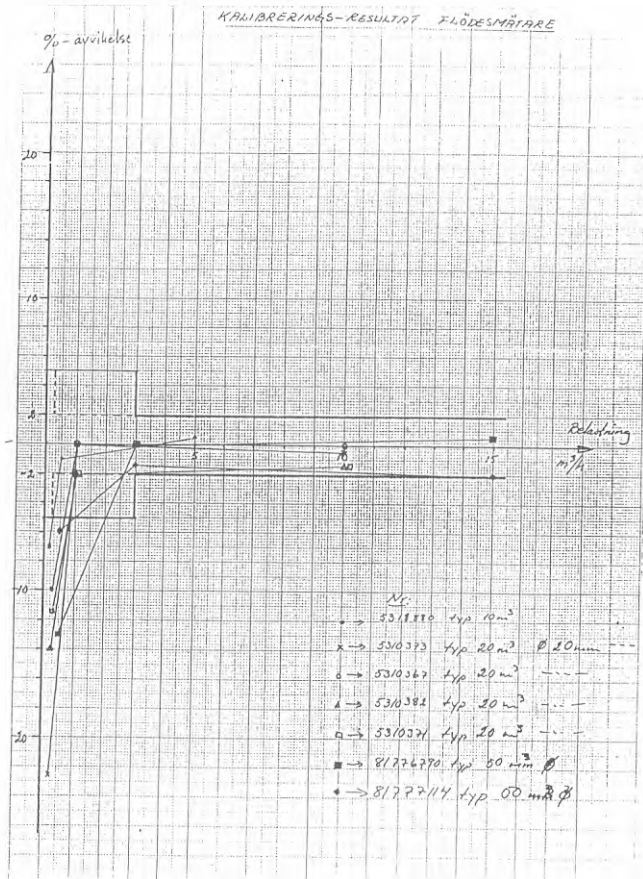


Matematikgränd 17B, I tr, gavellägenhet



MÄTNOGGRANNHET

Samtliga i projektet ingående vattenflödesmätare kalibrerades före projektstarten. Kalibreringen, som utfördes av Umeå kommuns mätverkstad, visade att garanterad procentuell avvikelse ej överskreds. Motsvarande kalibrering efter fyra års drift visade att avvikelsen vid små flöden var betydligt större än tillåtet. Av figuren framgår hur avvikelsen varierar med flödet.



Fig

Kalibreringsresultat för ett antal flödesmätare efter ca 4 års drift. Kalibrering utförd vid tre olika belastningar

En sannolik orsak är nedsmutsning som genom ökad friktion resulterar i att mätarna blir mindre känsliga för små flöden. Ingen av de aktuella givarna har under drift varit utsatta för lägre flöden än 1,5 m³/h, varmed garanterad onoggrannhet inte överskridits, se figuren. Den procentulla avvikelserna i samtliga energimätningar beroende på onoggrannhet i temperaturmätning (Pt-100 +/- 0,1 grader C inom 0...100 grader C), integreringsverk (+/- 0,3 %) och flödesmätare (+/- 2,2 % enligt specificerat) uppskattar vi till +/- 3 %.

Temperaturmätningarna

Felet i mätningen av lägenhets-, frånluft- och utetemperatur, som har registrerats med mätenhet, MT 88A, är +/- 0,2 grader C inklusive givare (Ni-1000).

Övriga temperaturmätningar (givare Pt-100, Johnson Matthey AB; och Ni-1000, Billman) har en onoggrannhet på +/- 0,2 grader C.

FTX-systemet

En feluppskattning baserad på logaritmering och differentiering av uttrycket för temperaturverkningsgraden, 5.1.1, ger ett absolutfel inom utetemperaturen -8 till 10 grader C på +/- 4 %.

FVP-systemet

Tillförd effekt/energi har mätts med tångamperemeter, HOIKI clamp on current transducer. Enligt tillverkarens specifikation är onoggrannheten +/- 2 %. Detta medför att osäkerheten i redovisade värmefaktorer är +/- 5 %, d v s summan av mätfelen för avgiven värme- och tillförd el-energi.



**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 811368-0
från Statens råd för byggnadsforskning till Stiftelsen
Bostaden, Umeå.**

R32: 1987

ISBN 91-540-4706-4

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6707032

**Abonnemangsgrupp:
T. Fastighetsförvaltning
W. Installationer**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 785
103 99 Stockholm**

Cirka pris: 54 kr exkl moms