



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

R171:1984

Effekter av energisparåtgärder

Lägesrapport sommaren 1984

HII-gruppen

INSTITUTET FÖR
BYGGDOKUMENTATION

Accnr

Plac *Ser*

*R
ANU*

Byggeforskningsrådet

R171:1984

EFFEKTER AV ENERGISPARÅTGÄRDER

Lägesrapport sommaren 1984

HII-gruppen



Denna rapport hänför sig till forskningsanslag

- 790374-1 till Tekniska högskolan i Stockholm, arbetsenheten för energihushållning i byggnader
- 821262-1 till Statens institut för byggnadsforskning, avd för energihushållning
- 821285-9 till Norrlands Byggtjänst AB
- 821292-4 till Lunds tekniska högskola, institutionen för byggnadskonstruktionslära
- 821327-6 till Chalmers tekniska högskola, avd för husbyggnad

från Statens råd för byggnadsforskning.

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

R171:1984

ISBN 91-540-4274-7

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Liber Tryck Stockholm 1984

INNEHÅLL

FÖRORD	5
SAMMANFATTNING	7
1. BAKGRUND	8
1.1 Inledning	8
1.2 Undersökningens uppläggning	9
1.3 Datainsamling	11
1.4 Databearbetning	12
1.5 Tidsplan	12
2. URVALET	15
2.1 Urval av åtgärder	15
2.2 Urval av byggnader	15
2.2.1 Urvalskällor	15
2.2.2 Urvalsperiod	16
2.3 Utfall av urvalet	16
2.3.1 Åtgärdsurvalet	16
2.3.2 Objektsurvalet	16
2.4 Slutsatser av urvalets resultat	18
3. ÅTGÄRDER	20
3.1 Åtgärdspaket	20
3.1.1 Motorshunt och reglerutrustning	21
3.1.2 Injustering av värmesystem	22
3.1.3 Termostatventiler	22
3.1.4 Utbyte av panna och brännare	22
3.2 Vindsisolering	23
3.3 Värmepump	23
3.4 Elkonvertering	24
3.5 Fönsterisolering	25
3.6 Väggisolering	26
4. BERÄKNINGSMODELL	27
4.1 Inledning	27
4.2 Beräkning av normalårsförbrukning	28
4.3 Beräkning av förändring i normalårsförbrukning	32
4.4 Beräkning av förändring för värmepumpar	32
4.5 Diskussion av beräkningsmodellen	33
5. RESULTAT	35
5.1 Inledning	35
5.2 Åtgärdspaket i flerbostadshus	37
5.3 Vindsisolering i flerbostadshus	51
5.4 Värmepump i småhus	59
5.5 Elkonvertering i småhus	69
5.6 Fönsterisolering i småhus	78
5.7 Väggisolering i småhus	80
6. SAMMANSTÄLLNING	82
6.1 Inledning	82
6.2 Åtgärdspaket	82
6.3 Vindsisolering	83
6.4 Värmepumpar	84
6.5 Elkonvertering	85

6.6	Fönster- och väggisolering	86
6.7	Inomhustemperatur	87
6.8	Slutsatser	87
7.	FORTSATT ARBETE	89
7.1	Analyser av olika faktorerers inverkan	89
7.2	Uppföljningsstudier	90
LITTERATUR		93
BILAGA 1	Energiparametrar/variabler före åtgärd	95
BILAGA 2	Energiparametrar/variabler efter åtgärd	96
BILAGA 3	Energiparametrar/variabler för värme- pumpsobjekt	97
BILAGA 4	Använda regler för avgränsning av objekt i undersökningen	98

FÖRORD

I denna lägesrapport redovisas de första resultaten från en omfattande undersökning av effekter av ett antal energisparåtgärder. Undersökningen benämns Högskoleprojekt II (1).

Arbetet genomförs på initiativ av Energihushållningsdelegationen som genom en skrivelse i början av 1982 till Statens institut för byggnadsforskning (SIB) anhöll om att institutet i samarbete med de tekniska högskolorna och Norrlands Byggtjänst skulle utarbeta ett program för en fortsättning av arbetet i det s k Högskoleprojektet I. I september 1982 beviljade Bostadsdepartementet medel så att undersökningen kunde påbörjas enligt utarbetat programförslag, se Norrlén och Holgersson (1982). Arbetet finansieras till största delen med hjälp av särskilt anvisade medel från Bostadsdepartementet och genomförs som ett samarbetsprojekt, på uppdrag av BFR, mellan:

- Norrlands Byggtjänst i samarbete med Avd för konstruktionsteknik vid LuTH
- Arbetsenheten för energihushållning i byggnader vid KTH
- Avd för husbyggnad vid CTH
- Inst för byggnadskonstruktionslära vid LTH

med

- Avd för energihushållning vid SIB, som ansvarig för samordningen.

Projektgrupperna består av följande personer.

Norrlands Byggtjänst AB: Rolf Hedvall, Jan-Åke Jonsson (projektledare), Jan Nordlander (Statistiska institutionen vid Umeå universitet).

Luleå tekniska högskola: Håkan Johansson, Tomas Olofsson, Lars Åström.

Tekniska högskolan i Stockholm: Arne Elmroth (projektledare), Lars-Olof Höglund, Conny Rolén.

Chalmers tekniska högskola: Erik Andersson, Peter Rundberg (projektledare).

(1) Inför revideringen av sparplanen 1981 gjordes en likartad utvärdering, det s k Högskoleprojektet, se DsBo 1980:8, av i stort sett samma personer. I fortsättningen kommer den undersökningen att benämnas Högskoleprojekt I. Med institutioner kommer vidare att avses de institutioner/högskolor som deltar i samarbetet.

Lunds tekniska högskola: Gunnar Anderlind (projektledare), Leif Bengtsson, Boris Wall.

Statens institut för byggnadsforskning; Carl Axel Boman, Christer Hjalmarsson (projektledare), Urban Norlén, Sven Mandorff, Ulf Vallenor.

Institutet har också anlitat följande konsulter:

- Arne Persson, K-konsult, Kalmar
- Lars Viktor Säfström, Statistiska centralbyrån, Stockholm
- Henrik Engquist, Vasaskolan, Gävle
- Göran Forsström, Vasaskolan, Gävle.

Rapporten har sammanställts av HII-gruppen som består av nedanstående personer och Ingegerd Sterley har renskrivit manuskriptet.

Göteborg i augusti 1984

Gunnar Anderlind
Leif Bengtsson
Christer Hjalmarsson
Lars-Olof Höglund
Jan-Åke Jonsson
Jan Nordlander
Urban Norlén
Conny Rolén
Peter Rundberg
Boris Wall

SAMMANFATTNING

Högskoleprojekt I genomfördes inför omprövningen av energisparplanen 1980 och omfattade ett urval på mer än 1 000 småhus och flerbostadshus, där olika åtgärder genomförts med statligt energisparstöd.

I det projektet kartlades för första gången de faktiska genomsnittliga spareffekterna av ett antal energisparåtgärder samt hur spareffekten varierade mellan olika byggnader. Resultaten redovisades i departementspromemorian DsBo 1980:8, samt i engelsk översättning i BFRs Document D7:1981.

Högskoleprojekt II pågår för närvarande och syftar även det till att beskriva den genomsnittliga spareffekten av ett antal energisparåtgärder samt hur spareffekten varierar mellan olika byggnader. Det nya denna gång är att det dessutom kommer att utredas varför de stora variationerna i spareffekt, som konstaterades i Högskoleprojekt I, uppstår.

I denna lägesrapport från Högskoleprojekt II, som beräknas pågå till sommaren 1986, redovisas preliminära resultat från före- och eftermätningar i 45 av de ca 370 studerade objekten i projektet. Dessa 45 objekt har åtgärdats på följande sätt:

- Åtgärdspaket bestående av minst tre åtgärder, varav minst en skall vara byggnadsteknisk och en skall vara installationsteknisk (14 flerbostadshus)
- Vindsisolering (8 flerbostadshus)
- Värmepump (10 småhus)
- Elkonvertering (9 småhus)
- Fönsterisolering (2 småhus)
- Väggisolering (2 småhus).

De största förändringarna i energiförbrukning har erhållits i de hus som hade den största föreförbrukningen. Sparresultaten varierar emellertid betydligt mellan de enskilda husen, vilket bekräftar den stora variation i sparresultat som noterades i Högskoleprojekt I.

En förhållandevis hög nivå på inomhustemperaturen har uppmätts i de undersökta objekten, både före och efter åtgärd.

1. BAKGRUND

1.1 Inledning

Det statliga stödet till energisparåtgärder har varit inriktat på att åstadkomma ett stort antal tilläggsisoleringar, byten och kompletteringar till treglasfönster, installation av reglersystem, injustering av värme- och ventilationssystem, övergång till andra uppvärmningssystem såsom värmepumpar och vattenburen elvärme samt förbättring av oljepannor och pannsystem i byggnadsbeståndet. Det är viktigt att fastställa om utfallet av energisparandet kan förbättras genom bl a ändringar i listan på stödberättigade åtgärder.

I den gällande energisparplanen har gjorts bedömningar om energispareffekten av olika åtgärder. Det är av central betydelse att inför omprövningen av planen pröva om dessa bedömningar fortfarande kan användas eller om de måste revideras. Ett antal undersökningar har genomförts, och några pågår, för att ge underlag för sådana eventuella revideringar.

Vissa av undersökningarna utgörs av fallstudier efter åtgärder i enstaka hus, medan andra utgörs av undersökning av många hus i statistiska urvalsundersökningar. Fallstudierna, där man efter mätningar åtgärdar eventuella fel, syftar till att undersöka den maximala effekten av olika åtgärdspaket. De statistiska undersökningarna, där man försöker att inte påverka utfallet, syftar till att ta reda på vilka energibesparingar som erhålls i genomsnitt.

De viktigaste statistiska urvalsundersökningarna av genomsnittliga energibesparingar har utförts inom Högskoleprojekten I och II. Högskoleprojekt I genomfördes inför omprövningen av energisparplanen 1980 och omfattade ett urval på mer än 1 000 småhus och flerbostadshus, där olika åtgärder genomförts med statligt energisparstöd. I Högskoleprojekt I, som genomfördes under åren 1979-1981, kunde genomsnittliga spareffekter med stor allmängiltighet för ett antal energisparåtgärder rapporteras, se DsBo 1980:8.

Av rapporten framgår att en betydande genomsnittlig energibesparing uppnåddes i de åtgärdade husen. I flerbostadshusen var den genomsnittliga besparingen av isoleråtgärder större än den teoretiska. Installation av termostatventiler och reglerutrustning gav också noterbara besparingar.

I småhus gav vägg- och vindsisolering var för sig en genomsnittlig besparing som på det hela taget var lika stor som den teoretiska besparingen. För åtgärdskombinationen vindsisolering och termostatventiler beräknades teoretisk spareffekt för vindsisolering enbart. Om denna tas som utgångspunkt överskreds teoretisk besparing klart. Åtgärden fönsterisolering gav också

besparingar som i genomsnitt låg något över de teoretiskt beräknade. Kombinationen termostatventiler och motorshunt medförde också god besparing i genomsnitt.

Effekten av byggnadstekniska åtgärds kombinationer som vägg- och vindsisolering samt fönster- och väggisolering gav däremot en besparing som endast var hälften så stor som den teoretiskt beräknade. En tänkbar anledning till detta är att en del av den möjliga besparingen togs ut i form av höjd inomhustemperatur.

De teoretiskt beräknade energibesparingarna i Högskoleprojekt I beaktar endast att k-värdena förändrades. Således tillgodosågs inte effekten av eventuella temperatursänkningar, vilket däremot har gjorts i beräkningarna inför översynen av den nu gällande energisparplanen.

Ovanstående resultat avser genomsnittliga besparingar. En betydande variation i besparingar kunde konstateras för olika hus, se Norlén och Holgersson (1981). I vart tionde hus ökade t o m energiförbrukningen efter åtgärden.

I likhet med Högskoleprojekt I syftar Högskoleprojekt II till att beskriva den genomsnittliga spareffekten av ett antal energisparåtgärder samt hur spareffekten varierar mellan olika byggnader. Dessutom studeras i Högskoleprojekt II varför de stora variationerna i spareffekt, som konstaterades i förra undersökningen, uppstår. Dessa försök att förklara variationerna i spareffekt beräknas ge underlag för rekommendationer för hur åtgärderna skall genomföras för att största möjliga spareffekt skall kunna tillvaratas.

Undersökningen är en före- och efterstudie av byggnader i vilka energisparåtgärder har genomförts under 1983 eller genomförs under 1984. Byggnaderna, ca 370, ligger i Norrbottens, Västerbottens, Stockholms, Hallands, Göteborgs och Bohus, Kristianstads och Malmöhus län. Energiförbrukningen före och efter åtgärd mäts med antingen befintliga energimätare eller särskilt installerade energimätare. Dessutom mäts inomhus- och utomhus-temperaturer.

Föreliggande rapport redovisar förändringar i energiförbrukningen i 45 av de ca 370 små- och flerbostadshus som hela undersökningen omfattar. För dessa 45 objekt föreligger både före- och eftermätningar sommaren 1984. Slutrapporten kommer att redovisa resultat för alla de studerade objekten. Vidare kommer i slutrapporten att redovisas de delar av de uppmätta förändringarna som kan tillskrivas åtgärden. Dessa delar av förändringarna kommer att benämnas effekter av åtgärder.

1.2 Undersökningens uppläggning

Eftersom föreliggande undersökning skall vara en fortsättning av Högskoleprojekt I är det viktigt att följa

och efterlikna detta projekt så långt det är möjligt och rimligt, se DsBo 1980:8. Lika viktigt är det emellertid att ändra uppläggningsen på de punkter som inte fungerade bra förra gången.

I Högskoleprojekt I var inomhustemperaturerna okända och fick i beräkningarna av energispareffekter ges antagna värden. För vissa småhus kan energiförbrukningsuppgifterna ha haft relativt stora måtfel.

De nämnda problemen anser vi ha avhjälpats i Högskoleprojekt II genom att inomhus- och utomhustemperaturer samt energiförbrukning mäts noggrant, varvid befintliga energimätare i byggnaderna används där så är möjligt. Genom att vi gör urvalet bland de byggnader där åtgärder planeras att genomföras och inte bland de byggnader där sparåtgärder redan genomförts, har vi möjlighet att mäta både före och efter det att åtgärden eller åtgärderna vidtagits.

Två väsentliga ändringar av uppläggningsen i förhållande till Högskoleprojekt I är således:

1. Mätningar i stället för användning av schablonvärden för inomhustemperaturer samt noggrann mätning av verkliga energiförbrukningen.

I undersökningen används speciellt framtagna mikrodatorbaserade utrustningar för mätning av

- oljeförbrukning i oljeeldade byggnader, och
- inomhus- och utomhustemperaturer.

Båda typerna av utrustning har provats med gynnsamt resultat, se Vallenor och Wikström (1984).

2. En prospektiv (framåtblickande) ansats i stället för en retrospektiv (bakåtblickande) ansats. Den prospektiva ansatsen medför att undersökningen genomförs under mer kontrollerade former och att resultatet kan förväntas vara mer exakt än förra gången.

I övrigt följs uppläggningsen av Högskoleprojekt I. Detta innebär att undersökningen inriktas på att

- omfatta ett antal byggnader i sju län (Norrbottens, Västerbottens, Stockholms, Hallands, Göteborgs och Bohus, Kristianstads samt Malmöhus län) där energisparåtgärder genomförs,
- insamla värden på energiförbrukning, temperaturer samt byggnads- och installationstekniska egenskaper om byggnaderna före och efter åtgärd, och
- insamla uppgifter om åtgärderna och deras utförande.

Insamlade värden används för att beräkna energibesparingen av åtgärderna, såväl för de enskilda byggnaderna som i genomsnitt över flera byggnader. De uppmätta besparingseffekterna kan sedan jämföras med teoretiskt beräknade värden.

Det är viktigt att dessa beräkningar utförs på ett enhetligt sätt från data av samma typ vid de olika högskolorna. Förfarandet har därför samordnats mellan dessa. Denna samordning har åstadkommit genom att i den detaljerade undersökningsplanen regleras

- hur urvalen av byggnader skulle göras,
- hur datainsamlingen skulle utföras,
- vilken mätutrustning som skulle användas, och
- hur förändringen av energiförbrukningen skall beräknas.

Dessutom har regler utarbetats för

- hur data skall bearbetas, och
- hur energispareffekter skall beräknas, se Hjalmarsson (1983).

En utgångspunkt är att beräkning av energispareffekter skall kunna göras på i princip samma sätt som i Högskoleprojekt I (se kap 3 i DsBo 1980:8).

1.3 Datainsamling

Varje institution började med att från länsbostadsnämndens statistik eller från en speciell enkätundersökning, se Rundberg och Säfström (1983), göra sitt fastighetsurval enligt fastställda regler. Om den utvalda fastigheten innehöll flera hus och mätning av energiförbrukningen kunde ske enskilt för respektive hus så valdes ett av husen ut. Detta hus utgjorde då det undersökta objektet. Sker gemensam mätning för flera hus på en fastighet utgör, under vissa förutsättningar, dessa hus tillsammans det undersökta objektet. Därefter skickades informationsbrev ut till ägare eller förvaltare av det utvalda objektet. Om den efterföljande telefonintervjun gav positivt svar bestämdes tid för besiktning av objektet. För utvalda flerbostadshus genomfördes

- urval av lägenhet för kontinuerliga temperaturmätningar, och
- urval av ytterligare ett antal lägenheter för momentana temperaturmätningar.

Besök på byggnadsnämnder och energiverk ingick i förberedelsearbetet, varvid ritningar och situationsplaner kopierades eller ritades av och uppgifter om energiförbrukning inhämtades för kontrolländamål.

Vid husbesöken inhämtades vissa grundläggande uppgifter om objektet genom besiktning och intervjuer. Ett speciellt besiktningsprotokoll konstruerades för detta ändamål. Vid denna besiktning noteras i protokollet bl a de eventuella energimätare för el-, gas- eller fjärrvärme som utnyttjades i undersökningen.

Vidare monterades mätutrustningarna enligt fastställda instruktioner. Dessa mätutrustningar är av två slag,

en för mätning av temperaturer och en för mätning av oljeförbrukning. I de oljeuppvärmda objekten måste i de flesta fall även det aktuella oljeflödet bestämmas. Mätutrustningarna utvecklades speciellt för denna undersökning.

Vid besiktningen informerades och instruerades husägaren/lägenhetsinnehavaren eller fastighetsskötaren om hur energi- och temperaturmätare skulle läsas av. Avsikten var att avläsningarna skulle ske veckovis. De avlästa värdena skulle sedan skrivas ned på särskilda avläsningsblanketter och skickas till institutionen.

1.4 Databearbetning

Varje deltagande institution har med hjälp av en bordsdator av typ Facit DTC lagt upp erhållna besiktnings- och mätdata på flexskivor. Detta har gjorts med hjälp av ett speciellt utformat inläsnings- och kontrollprogram som används av alla institutioner. På så sätt erhålls granskade och rättade dataset med en uppläggning av uppgifterna som är likadan för alla deltagande institutioner. Genom detta förfarande underlättas analyserna och den slutliga sammanställningen av resultaten och det gjorde det också möjligt att utveckla ett speciellt analysprogram för bordsdatorerna som används för analyserna ute på institutionerna.

För att få underlag för generaliseringar måste ytterligare data användas. En möjlighet är att använda data från SMHI rörande utomhustemperaturen och data från SIB över byggnadsbeståndets tekniska utseende. Dessa uppgifter kan användas för att fördela byggnadsbeståndet efter t ex hustyp, byggnadsår, k-värde och uteklimat. En motsvarande fördelning görs därefter av objekten i urvalet. På så sätt blir det möjligt att jämföra fördelningen av urvalet med motsvarande fördelning för hela bostadsbeståndet. Om besparingseffekterna varierar med avseende på de variabler som användes vid uppdelningen av urvalet och hela bostadsbeståndet kan mer rättvisande skattningar av genomsnittliga besparings-effekter i hela bostadsbeståndet göras.

1.5 Tidsplan

Vid var och en av de deltagande institutionerna, har mätningarna planerats på följande sätt.

Typ av mätning	Antal objekt som mätningar utförs på av varje institution under			
	1982/83	1983/84	1984/85	1985/86
Föremätning	15-20	80-85	-	-
Eftermätning	-	15-20	80-85	-
Uppföljningsmätning	-	-	5	20

Vid SIB kommer arbetet främst att bestå av samordning av undersökningens beskrivande och förklarande delar.

Tidsplanen för arbetet har periodindelats på följande sätt:

1982/83				1984			1985		1986	
$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{7}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Under period 1 (förberedelseperioden) valdes de åtgärder som skulle studeras i förundersökningen. Vidare togs ett besiktningsprotokoll och ett antal åtgärdsprotokoll fram, som skulle användas av alla institutioner, liksom ett gemensamt telefonfrågeformulär, av vilket avgränsningsreglerna framgår. Mätinstrumenten för registrering av oljeförbrukning samt inom- och utomhustemperaturer för förundersökningen producerades under denna period. Diverse informationsmaterial togs också fram.

Period 2 (förundersökning, del 1) inleddes med kurser på de enskilda institutionerna för den personal som skulle utföra besiktningarna och installera mätutrustningen. De ca 50 byggnader som skulle studeras valdes ut. Besiktningar samt föremätningar utfördes i dessa byggnader. Lägesrapportering till BFR samt planering av postenkät skedde även under denna period. Vidare iordningsställdes inläsnings- och kontrollprogram för bordsdatorer och dessutom igångsattes arbetet med beräkningsmodellen och övriga analysprogram.

I period 3 hölls ett revideringsmöte, där en genomgång av gjorda erfarenheter gjordes. I samband med att man läste in besiktningsuppgifter och mätvärden på flexskivor för databehandling började testningen av beräkningsmodellen.

Planen innebar att beslut om vilka åtgärder som skulle studeras hösten 1983 skulle fattas våren-sommaren 1983. Samtidigt skulle åtgärdsprotokollen färdigställas. Det var därför viktigt att man vid de olika institutionerna kontinuerligt följde energisparverksamheten i de olika länen och ärendetillströmningen till respektive länsbostadsnämnd.

Valet av åtgärder våren-sommaren 1983 kom att göras med utgångspunkt från de åtgärder som kommande vinter var relevanta att studera i huvudundersökningen. För att ytterligare ta till vara möjligheterna att göra detta urval på bästa möjliga sätt genomfördes en enkätundersökning under våren 1983 bland ägare till flerbostadshus, Rundberg och Säfström (1983).

För period 4 gällde det att rätta till eventuella problem som kommit fram vid genomgången av erfarenheter i period 3. Detta måste ske innan förberedelserna för huvudundersökningens föremätningar (del 1) och

förundersökningens eftermätningar (del 2) påbörjades. Under perioden påbörjades dessutom testning av olika beräkningsmodeller.

I period 5 (huvudundersökning del 1 och förundersökning del 2) utfördes besiktningar, dels i huvudundersökningens ca 320 byggnader, dels i förundersökningens ca 50 byggnader. I samband med besiktningarna startades föremätningar i huvudundersökningens byggnader och eftermätningar i förundersökningens byggnader.

För period 6 gäller att utföra analyser samt att lämna en första preliminär rapport baserad på före- och eftermätningar i ca 50 objekt (denna rapport).

I period 7 förbereds huvudundersökningen del 2 samt de första uppföljningsstudierna.

I period 8 (huvudundersökning del 2) utförs efterbesiktningar och eftermätningar i huvudundersökningens ca 320 byggnader. Dessutom utförs vissa uppföljningsstudier.

I period 9 skall analyser göras, vilka kommer att rapporteras i en andra preliminär rapport baserad på före- och eftermätningar i alla ca 370 objekt.

Period 10 ägnas framför allt åt fortsatta uppföljningsstudier i bl a de byggnader där särskilt stora och små energibesparingar uppmätts. Under denna period skall också de avslutande analyserna göras. Rapporten med de kompletta resultaten lämnas sommaren 1986.

2. URVALET

2.1 Urval av åtgärder

De åtgärder som studerats har valts ut på så sätt att de skulle uppfylla ett eller flera av följande villkor:

- Åtgärden skulle vara frekvent och kunna studeras genom att ett tillräckligt stort antal av dem genomförs i de aktuella länen
- Åtgärden skall anses ge stor besparingseffekt
- Åtgärden har tveksam lönsamhet
- Åtgärden skall ha givit förbryllande besparingseffekt i Högskoleprojekt I
- Åtgärden kan förmodas ge annan besparingseffekt än vid tidigare undersökningar
- Åtgärden kan bedömas vara aktuell för statligt stöd i framtiden.

En avgörande princip för valet av åtgärder som skulle studeras var att de måste vara tillräckligt frekventa i de antalsräkningar som gjordes på länsbostadsnämnderna så att tillräckligt stora grupper kunde erhållas där samma åtgärd genomförts.

2.2 Urval av byggnader

2.2.1 Urvalskällor

I första hand planerades att byggnaderna skulle väljas bland ansökningar om energisparstöd till länsbostadsnämnderna (LBN) eftersom

- det är lätt att skatta populationens storlek om vart n:te aktuellt ärende väljs ut,
- åtgärder med statligt stöd skulle studeras, och
- det finns inarbetade rutiner för urvalet sedan föregående undersökning.

Då redan antalsräkningarna antydde att antalet ärenden började gå ned på LBN upprättades alternativa urvalsplaner så att tillräckligt många byggnader skulle erhållas. För flerbostadshus genomfördes en postenkät under våren 1983 ställd till ägare av 3 000 hyreshus och dessutom gjordes förfrågningar hos samtliga SABO-företag i de sju länen (4 500 hyreshus) för att få reda på planerade åtgärder, se Rundberg och Säfström (1983). Andra tänkbara källor var energiverk, kommunala energisparrådgivare och tillverkare/installatörer.

Prioriteringen av urvalskällorna var följande:

1. LBN-ansökningar
2. Postenkät till privata ägare av hyreshus
3. SABO-enkät
4. Övriga (energiverk, tillverkare m m)

2.2.2 Urvalsperiod

Urvalet drogs i två omgångar. Först drogs ett mindre urval under 1982/83 för förundersökningen. Därefter drogs ett större urval för huvudundersökningen under 1983/84. Energiförbrukning m m mäts i detta urval 1983/84 respektive 1984/85. Förundersökningen slutmättes således under vintern 1983/84.

2.3 Utfall av urvalet

2.3.1 Åtgärdsurvalet

För förundersökningen utvaldes två åtgärdsgrupper, för studier på samtliga undersökningsorter. Därutöver utvaldes fyra åtgärdsgrupper för studier på en undersökningsort vardera. De åtgärder som studerats i förundersökningen var följande:

- Åtgärdspaket i flerbostadshus (studerats på samtliga orter)
- Vindsisolering i flerbostadshus (Stockholm)
- Installation av värmepump med kollektor för ytjordvärme eller grundvattenvärme i småhus (samtliga orter)
- Övergång till vattenburen elvärme i småhus (Umeå/Luleå)
- Byte eller komplettering till treglasfönster i småhus (Göteborg)
- Väggisolering i småhus (Lund).

Ett första val av åtgärdsgrupper för huvudundersökningen gjordes sommaren 1983. Detta val revideras något under hösten p g a ändrad tillströmning av ansökningar för vissa åtgärder till länsbostadsnämnderna. Det slutgiltiga urvalet av åtgärdsgrupper framgår av tabell 2.2.

2.3.2 Objektsurvalet

Totalt antal besiktigade objekt i för- och huvudundersökningen redovisas i tabell 2.2. Objekten i förundersökningen erhöles nästan uteslutande från länsbostadsnämnderna. Ett antal småhus erhöles dock från energiverk och energirådgivare. Objektsurvalet för förundersökningen framgår av tabell 2.1.

Tabell 2.1 Antal deltagande objekt i förundersökningen

Åtgärd och undersöknings-ort	Hus- typ	Till- gång	Be- hand- lade	Av- grän- sade	Del- tar	Källa och period
<u>Åtgärdspaket:</u>						
Umeå/Luleå	FH	6	6	5	1	LBN okt-dec 82
Stockholm	FH	20	20	12	6	LBN okt 82-jan 83
Göteborg	FH	9	9	4	4	LBN okt 82-jan 83
Lund	FH	13	13	8	3	LBN okt 82-feb 83
<u>Vindsisolering:</u>						
Stockholm	FH	20	20	14	6	LBN okt 82-jan 83
Lund	FH	-	-	-	2	(1)
<u>Värmepump:</u>						
Umeå/Luleå	SH	9	9	6	2	LBN okt 82-dec 82
Stockholm	SH	75	22	16	4	LBN okt 82-jan 83
Göteborg	SH	50	14	9	1	LBN okt 82-jan 83 Energirådgivare
Lund	SH	134	40	35	3	LBN okt 82-feb 83
<u>Elkonvertering:</u>						
Umeå/Luleå	SH	49	49	39	9	LBN okt 82-jan 83 Elverk
<u>Fönster:</u>						
Göteborg	SH	9	9	7	2	LBN Energirådgivare
<u>Väggisolering:</u>						
Lund	SH	9	9	6	2	LBN okt 82-feb 83
Summa deltagande flerbostads- och småhus					45	

(1) Dessa två objekt utvaldes som åtgärdspaket. För dessa har emellertid endast vindsisolering genomförts hittills. Dessa objekt återfinns därför i vindsisoleringsgruppen.

Med tillgång menas antalet objekt i urvalskällan under den angivna perioden som preliminärt uppfyller våra krav. Behandling innebär telefonkontakt och eventuell besiktning av objektet. För flertalet åtgärder behandlades samtliga tillgängliga objekt.

Vissa objekt avgränsades eller utsorterades redan vid telefonkontakten om det framkom att åtgärden redan var genomförd eller inte skulle genomföras, objektet var för litet (mindre än 5 lgh vid flerbostadshus) eller för stort (parhus vid småhus) eller att man använde vedeldning o s v. De fullständiga avgränsningsreglerna

redovisas i bilaga 4. Utsorteringen gjordes för att vi skulle kunna referera till vissa hustyper där specificerade åtgärders effekt skulle kunna utvärderas på ett jämförbart sätt.

I tabell 2.1 överensstämmer inte alltid antal behandlade objekt minus antal avgränsade med det antal som deltar. Detta beror på att i vissa av de besiktigade objekten har de planerade åtgärderna ännu ej hunnit genomföras. Dessa objekt kommer i stället att ingå i huvudundersökningen.

Utsortering på grund av vägran eller ointresse noterades i tre fall (installation av värmepump i Stockholm), men dessa objekt skulle eventuellt ha sorterats ut av annan orsak vid närmare undersökning. Den minskade frekvensen av ansökningar hos LBN och det faktum att vi ofta kom in för sent för att hinna mäta energiförbrukning före åtgärd under tillräckligt lång tid gjorde att vi i huvudundersökningen fick anlita andra urvalskällor i relativt stor omfattning.

Tabell 2.2 Antal besiktigade objekt, sammanlagt för för- och huvudundersökning, efter hustyp, åtgärd och undersökningssort

Åtgärd	Hus- typ	Umeå- Luleå	Stock- holm	Göte- borg	Lund	Summa
Åtgärds paket	FH	10	27	9	6	52
Vindsisolering	FH	8	15	2	9	34
Värmepump	FH	-	15	2	8	25
Fjärrvärme	FH	10	14	12	2	38
Fönster	FH	9	6	4	14	33
Regleringspaket	FH	-	16	2	2	20
Värmepump	SH	7	19	8	5	39
Värmepump, ute- luft	SH	-	17	2	17	36
Elkonvertering	SH	30	-	10	-	40
Isolerpaket	SH	8	5	7	7	27
Åtgärds paket	SH	-	6	-	-	6
Fönster	SH	10	-	4	7	21
Väggisolering	SH	-	-	-	3	3
Summa		92	140	62	80	374

2.4 Slutsatser av urvalets resultat

Vi har studerat vissa väl specificerade åtgärder i sju län. De studerade objekten har valts ur definierade populationer. Populationerna i de sju länen består inte

av samtliga hus där någon av de studerade åtgärderna har genomförts under en viss tidsperiod. Vi har t ex inte gjort slumpmässiga urval från samtliga småhus där åtgärder genomförts med och utan statligt energisparstöd.

Detta betyder att urvalets population inte överensstämmer med totalpopulationen av genomförda åtgärder av viss typ. Från urvalet kan vi naturligtvis bara dra statistiskt underbyggda slutsatser till den population urvalet är draget ifrån. Detta förhållande kommer att påverka såväl förundersökning som huvudundersökning.

För förundersökningen måste det påpekas att urvalets storlek är så litet att man inte kan dra några generella slutsatser för de enskilda åtgärderna. De redovisade resultaten gäller för de studerade objekten och inte för några andra hus. I huvudundersökningen har vi som synes större urval och kan därigenom få slumpfelets inverkan reducerad och större möjligheter till att dra mer generella slutsatser.

I slutrapporten kommer vi utförligare att diskutera slutsatser från undersökningens resultat med hänsyn till effekter av olika fel.

3. ÅTGÄRDER

3.1 Åtgärdspaket

Energibesparing i form av åtgärdspaket är av stort intresse. En mängd fördelar, tekniska, ekonomiska, administrativa, kan uppnås genom att genomföra flera åtgärder samtidigt i en byggnad i stället för att genomföra enstaka åtgärder vid olika tillfällen.

Åtgärdspaket i flerbostadshus valdes för att de har en förväntad stor besparingseffekt. Åtgärdsgruppen studeras på samtliga orter.

Viktigt är att de åtgärder som genomförs är avpassade för respektive byggnad och att de samverkar på ett optimalt sätt. Med samverkan mellan åtgärder avses att det för att uppnå största möjliga energibesparing av vissa åtgärder är nödvändigt att koppla samman dem med andra åtgärder. För att t ex en tilläggsisolering skall ge optimal energibesparing, och inte huvudsakligen resultera i en höjd inomhustemperatur, måste den kombineras med injustering av värmesystemet och/eller en temperaturreglering.

Reglerna för hur ett åtgärdspaket skall vara sammansatt för att ingå i denna undersökning har varit följande:

- Åtgärdspaketet skall bestå av minst tre åtgärder. Minst en av dessa skall vara en större byggnadsteknisk åtgärd ur grupp A nedan. Vidare skall paketet innehålla minst en större installationsteknisk åtgärd ur grupp B. Den tredje åtgärden får tas ur någon av grupperna A, B eller C.
- Åtgärder som inte får ingå i ett åtgärdspaket är byte av uppvärmningssystem (t ex från egen oljepanna till elvärme eller fjärrvärme) och användning av omätbart energislag (t ex anordning för fliseldning). Installation av elvärmare, värmepump eller solvärmeanläggning för tappvarmvattenuppvärmning godkänns dock (se grupp C).

Åtgärder som inte finns upptagna under grupp A, B eller C godkänns så länge de inte strider mot reglerna ovan.

Grupp A, Byggnadstekniska åtgärder

- Väggisolering
- Vindsisolering
- Fönsterisolering.

Grupp B, Installationstekniska åtgärder

- Injustering av värmesystem
- Motorshunt/reglerutrustning
- Termostatventiler
- Byte av pannanläggning (samma energislag före och efter bytet).

Grupp C, Diverse åtgärder:

- Källarväggsisolering
- Golvisolering
- Skumning bjälklagskant
- Tätningslister båge-karm
- Drevning/tätning karm-vägg
- Spjällregulator
- Drag- eller differenstrycksregulator
- Ventilationsvärmväxlare
- Injustering av ventilationssystem
- Elvattenvärmare
- Värmepump, endast tappvarmvatten
- Solvärme, endast tappvarmvatten
- Individuell mätning
- Automatiserad in- och urkoppling av flera pannor
- Byte av olje- eller gasbrännare.

För beskrivning av de större byggnadstekniska åtgärderna (grupp A) hänvisas till respektive åtgärdsgrupp.

Nedan följer en beskrivning av de större installations- tekniska åtgärderna (grupp B).

3.1.1 Motorshunt och reglerutrustning

Reglerutrustning består av shuntventil - reglercentral - givare. Utrustningen skall automatiskt reglera framledningstemperaturen efter byggnadens värmebehov. Framledningstvattnets temperatur skall under större delen av året vara avsevärt lägre än pannvattnets temperatur för att vara anpassat till aktuellt värmebehov. Temperaturen på framledningstvattnet regleras med hjälp av shuntventilen i vilken varmt pannvatten blandas med avkyllt returvatten från radiatorerna till lämplig temperatur. Den motoriserade shunten styrs från en reglercentral. Styrningen sker med utgångspunkt från en reglerkurva och temperaturgivare.

I de flesta reglerutrustningar finns en utomhusgivare och en framledningsgivare. Utomhusgivaren placeras vanligen på en nord- eller nordvästfasad för att den inte direkt skall påverkas av solstrålning. I vissa anläggningar används inomhusgivare. Givarna ger signaler till reglercentralen. I centralen jämförs temperaturerna med värdena enligt den inställda reglerkurvan. För att anläggningen skall fungera på avsett sätt är det av största betydelse att framledningstemperaturen styrs efter rätt reglerkurva.

De flesta reglercentraler är utrustade med program för sänkning av temperaturerna under vissa delar av dygnet, t ex nattetid. I vissa större bostadshus delas värmesystemet upp i olika zoner med separat reglering för varje zon. På så sätt kan värmeförsörelsen bättre anpassas till en större byggnads ojämnt fördelade värmebehov.

3.1.2 Injustering av värmesystem

För att ett värmesystem skall fungera på önskat sätt krävs att varje radiator får rätt vattenflöde i förhållande till rummets värmebehov. I ett icke injusterat system kommer radiatorerna närmast pannan att få för stort vattenflöde och därmed för hög värmeavgivning på bekostnad av de som ligger långt bort från pannan. Ett värmesystem med ojämn värmefördelning måste därför injusteras för att man skall erhålla en jämn temperatur i byggnaden.

Rätt vattenflöde till respektive radiator erhålls genom att radiatorventilen förinställs på ett beräknat värde. Det förekommer att handreglerade radiatorventiler är tröga eller alls inte kan manövreras. Det är i så fall viktigt att ventilerna justeras eller byts. Det är också viktigt att huvudledningarna och stammar injusteras. Det bör observeras att injusteringen i sig inte behöver medföra någon energibesparing. Genom injusteringen kan dock så gott som alltid framledningstemperaturen sänkas. Ett annat alternativ är att höja framledningstemperaturen och att sänka flödet, vilket ofta medför byte av cirkulationspump. Båda alternativen syftar till att sänka rumsmedeltemperaturen, vilket medför en minskad energiförbrukning.

3.1.3 Termostatventiler

Om ett värmesystem är väl injusterat tillförs varje rumsenhet rätt värmemängd för normala driftsfall. Värmebehovet kan emellertid avvika från normalfallet och överskottsvärme kan uppkomma. Det kan finnas flera orsaker till detta. Det vanligaste är att ett rum tillförs värme från t ex solinstrålning, personvärme och olika elapparater. På radiatorer i sådana rum kan man installera termostatventiler för att erhålla en bättre komfort och en möjlig energibesparing. Funktionen hos en termostatventil är den att en temperaturgivare automatiskt påverkar ventilkägglan att öppna eller stänga röret för vattengenomströmning. Ventilen bör förinställas på motsvarande sätt som en handreglerad ventil. Dessutom skall den kunna reagera för små förändringar i temperaturen, så att överskottsvärme kan tillvaratas i så hög grad som möjligt.

3.1.4 Utbyte av panna och brännare

En byggnads värmeanläggning skall vara dimensionerad för dess värmebehov. Detta är en grundläggande förutsättning för att den tillförda energin på ett effektivt sätt skall tillgodogöras i byggnaden. Genom att byta till effektivare panna och/eller brännare kan man erhålla högre verkningsgrad i anläggningen och en bättre anpassning till byggnadens energibehov och därmed en betydande energibesparing.

De primära delarna i en oljeeldad värmeanläggning består av brännaren där oljan antänds och värme bildas, pannan där den från brännaren levererade värmeenergin upptas och skorstenen där rökgaserna evakueras till uteluften. Det är viktigt att panna, brännare och

skorsten är väl anpassade till varandra och till byggnadens värmebehov. Vidare är ett kontinuerligt underhåll av anläggningen viktigt. Belastningen varierar i hög grad under året, och för att få hög årsverkningsgrad är det viktigt att i möjligaste mån anpassa panneffekten efter det aktuella värmeeffektbehovet.

3.2 Vindsisolering

Vindsisolering i flerbostadshus studerades i Högskoleprojekt I och hade då en mycket god besparingseffekt. För att klarlägga om åtgärden ger samma goda besparingseffekt i hus som åtgärdas i dag och för att i så fall förklara detta utvaldes vindsisolering för studier även i Högskoleprojekt II. I förundersökningen studeras åtgärden i Stockholm.

I många hus med dåligt injusterade värmesystem är de högst belägna lägenheterna dimensionerade för framledningstemperaturen till radiatorerna. Lägre belägna lägenheter tillförs därvid för mycket värme. En vindsisolering kan minska värmebehovet i de högst belägna lägenheterna, vilket möjliggör en temperatursänkning i hela huset.

Åtgärdsgruppen avser tilläggsisolering av vindsbjälklag eller i hus med inredd vindsvåning motsvarande byggnadsdelar, d v s hanbjälklag, snedtak och stödbensvägg.

För att få statliga energisparlån för isoleringsåtgärder krävs i en del kommuner att man även injusterar värmesystemet i samband med isoleringen. Åtgärdsgruppen vindsisolering omfattar därför både vindsisolering enbart och vindsisolering i kombination med injustering av värmesystemet.

Den vanligaste tilläggsisoleringen utgörs av mineralull som läggs ovanpå eventuell befintlig vindsbjälklagsisolering. Isoleringen kan utgöras antingen av skivor, längder eller mattor. Ett annat allt vanligare sätt är att spruta ut lösull på vindsbjälklaget. Tilläggsisolering med lösull är speciellt lämpligt vid trånga och svåråtkomliga vindsbjälklag och för insprutning under vindsgolv. Tilläggsisolering kan även ske på vindsbjälklagets undersida.

Isoleringen förses med ett vindskydd för att undvika luftrörelser som nedsätter isolerfunktionen. Vid isolering med lösull används ej något vindskydd. I stället utökas isolertjockleken något för att kompensera frånvaron av vindskydd.

Ventilationsspalt anordnas vid anslutning mot yttertak.

3.3 Värmepump

Installation av värmepumpar för uppvärmning har mycket snabbt blivit den klart dominerande energisparåtgärden

i småhus. Enligt tillverkare ger värmepumpsinstallationer stora besparingar. För att statistiskt försöka belägga dessa besparingar och för att åtgärden är mycket vanlig var värmepumpsinstallationer en självklar grupp i Högskoleprojekt II. Åtgärden studeras på samtliga orter.

För att erhålla energisparstöd för värmepumpsinstallation krävs det att pumpen skall ha en viss värmefaktor. Ett delmål för Högskoleprojekt II är att jämföra denna "testbänksfaktor" med uppmätta, i ett stort antal värmepumpshus. I förundersökningen har endast småhus undersökts, men i huvudundersökningen ingår även värmepumpsinstallation i flerbostadshus.

I undersökningen ingår enbart värmepumpar som är avsedda att svara för hela eller större delen av husets uppvärmning. Frånluftsvärmepumpar ingår inte. Följande gruppindelning har gjorts:

- Grundvattenvärmepump
- Ytjordvärmepump
- Uteluftvärmepump.

Värmepumparna har i de flesta fall inbyggda elpatroner som svarar för tillsatsvärme. När husets värmebehov överstiger värmepumpens kapacitet kopplas elpatronerna in. Detta kan ske automatiskt eller manuellt. Värmepumparna ansluts i vissa fall till befintligt uppvärmningssystem, vanligtvis en oljepanna. Variationer med separat varmvattenberedare kan förekomma.

I den mån reglerutrustning installerats i samband med värmepumpen, räknas den inte som en separat energisparåtgärd.

3.4 Elkonvertering

Kostnadsökningen för eldningsolja och önskemålen att minska oljeberoendet har gjort att övergång från olja till el för uppvärmning av småhus har varit intressant både för myndigheterna och för de enskilda husägarna. När statligt energisparstöd infördes för konvertering till el 1981 blev åtgärden därför mycket vanlig och var tidvis den helt dominerande energisparåtgärden för småhus. Även efter 1982 har frekvensen varit hög i vissa kommuner och landsdelar, t ex i de nordligaste länen. I förundersökningen ingår objekt med elkassett och elpanna från Umeå/Luleå.

Energibesparing vid övergång från oljeeldning till el-uppvärmning av vattenburet system förväntas ske genom förbättring av verkningsgraden, vilket kan åstadkommas genom att en del förluster minskar. I en oljeeldad anläggning uppstår förluster vid förbränning av oljan och dessutom leds värmeenergi bort med rökgaserna. Eftersom man vet att många oljeeldade anläggningar i småhus har relativt dålig verkningsgrad bör konvertering till el i detta sammanhang ha en inte försumbar sparpotential.

Elkonverteringen kan ske genom installation av elpatroner i befintlig panna, av elkassett (ofta i anslutning till befintlig panna) eller av ny elpanna. I det senare fallet kan elpannan ersätta den gamla oljepannan eller installeras i kombination med denna.

3.5 Fönsterisolering

I Högskoleprojekt I konstaterades att fönsterisolering gav stora besparingar, som översteg de teoretiskt förväntade. Man bör vara medveten om att fönsterisolering ofta genomförs av andra skäl än energirelaterade. Det vanligaste skälet till att byta är de rötskador som har drabbat fönsterkonstruktionerna. Detta medför att man byter fönster även i relativt nyproducerade hus.

För att förklara de goda spareffekterna och skillnaden mellan faktiskt uppmätta och teoretiskt förväntade besparingar har fönsterisolering tagits med i Högskoleprojekt II. I förundersökningen ingår två småhus från Göteborg.

Till fönsterisolering räknas fyra energisparåtgärder:

- Byte till treglasfönster
- Byte till fyrglasfönster
- Komplettering till treglasfönster
- Komplettering till fyrglasfönster.

De två första åtgärderna innebär utbyte av både båge och karm till helt nya enheter. Åtgärden innebär också att man drevar kring karmen och tätar mellan båge och karm. På grund av de fönsterkonstruktioner som finns idag (bl a grövre bågar än tidigare) minskar den totala fönsterarean något vid fönsterbyte.

Följande konstruktioner tillhör de vanligast förekommande:

- Trippelisolerruta
- Ett glas + dubbelisolerruta, kopplat utförande
- Tre glas i separata bågar
- Varianter av fyrglaskonstruktioner.

Komplettering till tre- eller fyrglasfönster innebär inte nödvändigtvis att man tätar mellan karm och vägg. Vi noterar om tätning och drevning har skett för att kunna registrera eventuella skillnader i energiförbrukningen på grund av detta.

Följande konstruktioner tillhör de vanligast förekommande:

- Byte av ytterbåge till ny båge med dubbel isolerruta, bågen ofta av aluminium
- En tredje glasruta sätts fast på insidan av innerbågen

- En tredje glasruta sätts fast på utsidan av ytterbågen
- Byte av enkelglaset i innerbågen till dubbel isolerruta. Befintlig båge används.
- Varianter av fyrglaskonstruktioner.

3.6 Väggisolering

Antalsräkning på länsbostadsnämnderna av olika energisparåtgärder visade på att väggisolering var en mycket vanlig åtgärd. Från Högscoleprojekt I visste vi att åtgärden gav en besparing nära den teoretiskt förväntade. För att få en kontinuitet mellan Högscoleprojekt I och II togs väggisolering med. Den har i förundersökningen resulterat i två deltagande småhus från Lund. Väggisolering är en kostsam energisparåtgärd och det är viktigt att veta om besparingen når de teoretiskt beräknade spareffekterna.

Tilläggsisolering av yttervägg kan göras på olika sätt. Vägg kan isoleras inifrån, utifrån eller i eventuella hålrum i väggkonstruktionen. Det vanligaste utförandet är utvändigt tilläggsisolering med mineralull. Vid utvändigt isolering förses väggen med nytt fasadmateriäl av tegel, trä, plåt eller dylikt.

För att erhålla statligt stöd krävs vid utvändigt isolering motsvarande 10 cm mineralull eller 10 cm cellplast, kvalitet A. Vid invändigt isolering måste isoleringen motsvara 5 cm mineralull/cellplast eller 8 cm insprutad karbamidskum. Stöd ges ej till hus som redan har godtagbar isolering, vilket i praktiken innebär bättre k -värde än $0.50 \text{ W/m}^2, ^\circ\text{C}$ i norra Sverige och $0.60 \text{ W/m}^2, ^\circ\text{C}$ i södra Sverige.

Kommentar: Under förundersökningens genomförande har det visat sig att våra stränga avgränsningsregler medfört att endast ett fåtal objekt kunde väljas ut. Väggisolering har därför inte medtagits som en enskild åtgärd i huvudundersökningen.

4. BERÄKNINGSMODELL

4.1 Inledning

Detta kapitel redovisar det förändringsmått som används i föreliggande rapport för att ge indikationer på vilka energibesparingar som erhålls av de studerade åtgärderna. Det huvudsakliga underlaget för beräkningen är energiförbrukning samt inom- och utomhustemperaturer för två perioder för varje åtgärdat objekt, före respektive efter åtgärd.

Det är emellertid inte meningsfullt att enbart redovisa förändringar i den totalt uppmätta energiförbrukningen mellan före- och efterperioderna eftersom

- energiförbrukningen varierar med husens storlek,
- före- och efterperiodernas längd varierar,
- klimatet varierar mellan före- och efterperioderna, och
- periodernas klimat avviker mer eller mindre från det genomsnittliga klimatet för orten där huset är beläget.

Det är uppenbart att korrigeringsmått måste göras för skillnader mellan husens storlek, periodernas längd och klimat, för att man skall kunna göra meningsfulla jämförelser av förändringarnas storlek mellan de åtgärdade objekten.

Med uppmätt förändring menas den förändring som från de insamlade uppgifterna kan beräknas ha erhållits i ett åtgärdat hus per m^2 uppvärmd area eller per lägenhet efter korrigeringsmått för skillnader i periodlängd och periodernas utomhustemperatur.

Ett problem i föreliggande rapport består av att korrigera de uppmätta energiförbrukningarna för skillnader i klimatbelastningen. De förändringar som redovisas gäller i allmänhet för ett år vars temperatur är lika med den genomsnittliga temperaturen under perioden 1951-80 enligt SMHIs klimatstatistik. För objekt där värmepumpar installeras redovisas förändringar enligt avsnitt 4.4.

Någon korrigeringsmått för att olika uppvärmningssystem har olika verkningsgrader görs inte i denna rapport. De uppmätta förändringarna gäller för aktuellt uppvärmningssystem.

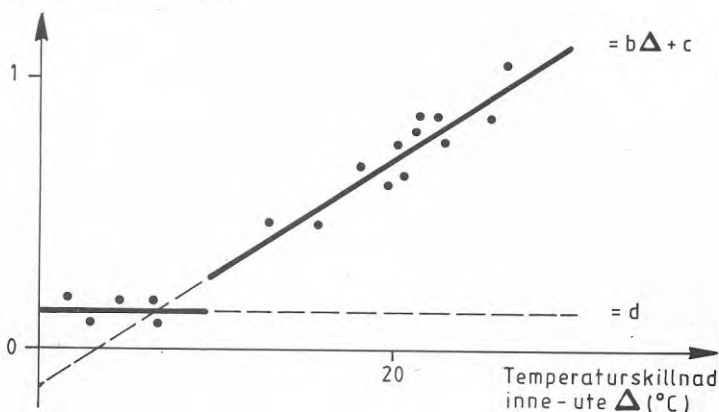
För att lättare kunna jämföra resultaten från olika objekt, redovisas alla förändringar i kWh. Förbrukningen i olje- och gasuppvärmda hus räknas därför om med omräkningsfaktorer, som bestäms av energiinnehållet i bränslet.

Rapporten är ett led i ett forskningsarbete som syftar till att mäta spareffekter av de studerade åtgärderna. Vid denna effektmätning gäller det att urskilja den del av den uppmätta förändringen, enligt denna rapport, som beror på åtgärden. Uppgiften i det fortsatta arbetet är således att korrigera den uppmätta förändringen för inverkan av andra faktorer, som påverkar energiförbrukningen, än energisparåtgärden.

4.2 Beräkning av normalårsförbrukning

Energiförbrukningen för uppvärmning och tappvarmvatten är i första approximationen linjär i temperaturskillnaden inom- och utomhus under vintern, och temperaturberoende under övriga delar av året, se figur 4.1.

Förbrukning (kWh)
per timme och lägenhet



Figur 4.1 Sambandet mellan energiförbrukningen per tidsenhet, lägenhet och skillnaden mellan inomhus- och utomhustemperatur

Från mätningar kan ekvationerna för de två räta linjerna i figuren beräknas. Från mätningar erhålls också ett mått på den genomsnittliga inomhustemperaturen. Med hjälp av dessa uppgifter kan energiförbrukningen under ett normalår beräknas på följande sätt:

$$W = b Q + c T + d P$$

där

W = Normalårsförbrukningen per lägenhet eller per m^2 uppvärmd area, i förekommande fall omräknat i kWh med användning av en omräkningsfaktor som motsvarar bränslets energiinnehåll (kWh/år, lägenhet eller m^2 uppvärmd area)

Q = Den genomsnittliga temperaturbelastningen eller antalet gradtimmar under ett normalår, beräknad med aktuell inomhustemperatur (gradtimmar)

T = Antalet timmar under normalåret då huset värms upp eller antalet vintertimmar (timmar)

P = Antalet timmar under normalåret då huset ej värms upp eller antalet sommartimmar (timmar)

b = Förlustfaktorn för huset, som anger hur mycket energiförbrukningen ökar i genomsnitt om skillnaden mellan inom- och utomhustemperaturen ökar en grad under den del av året då huset värms upp (kWh/lägenhet, timme, °C)

c = Vinterfaktorn för huset som kan vara positiv eller negativ (kWh/lägenhet, timme)

d = Sommarfaktorn för huset som anger den genomsnittliga förbrukningen för uppvärmning av tappvarmvatten under den del av året då huset ej värms upp (kWh/lägenhet, timme)

Beräkningen av de olika termerna i ovanstående uttryck för normalårsförbrukningen utförs på följande sätt:

* Antalet gradtimmar Q, vintertimmar T och sommartimmar P beräknas med hjälp av följande uppgifter:

- Dygnsvisa genomsnittliga utomhustemperaturer för perioden 1951-80 från en av SMHIs 186 klimatstationer
- Uppmätt genomsnittlig inomhustemperatur θ_i under aktuell mätperiod
- Antagen kritisk temperaturskillnad Δ^* som anger vid vilken temperaturskillnad inne-ute som huset antas börja eller sluta värmas upp. I föreliggande rapport antas Δ^* vara lika med 10°C.

Beräkningen illustreras i figur 4.2 på nästa sida.

* Förlustfaktorn b och vinterfaktorn c är regressions-skattningar som erhålls från användning av minsta-kvadratmetoden på följande sätt:

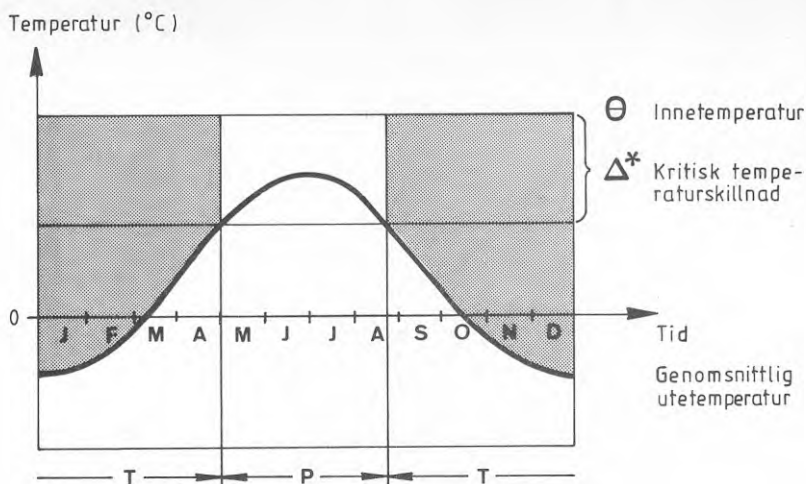
$$b = \frac{\sum W_i (\Delta_i - \bar{\Delta})}{\sum (\Delta_i - \bar{\Delta})^2}$$

$$c = \bar{W} - b\bar{\Delta}$$

där

W_i = Den genomsnittliga energiförbrukningen per timme under vintern, och där

Δ_i = Den genomsnittliga temperaturskillnaden inomhus-utomhus för observation (vecka) nr i, och där \bar{W} och $\bar{\Delta}$ är medelvärdet av energiförbrukningarna W_i och temperaturskillnaderna Δ_i respektive.



Figur 4.2 Illustration av hur antalet gradtimmar Q , vintertimmar T och sommartimmar P beräknas. Den skuggade arean motsvarar antalet gradtimmar Q , längden i x-led av det skuggade området motsvarar antalet vintertimmar T och längden av det övriga området motsvarar antalet sommartimmar P .

* Sommarfaktorn d erhålls som den genomsnittliga förbrukningen per timme under den period då huset ej värms upp.

* Omräkning av energiförbrukningar i olje- och gasuppvärmda hus. Oberoende av hur huset uppvärms redovisas alla normalårsförbrukningar i kWh med användning av omräkningsfaktorerna, som är bestämda av energiinnehållet i bränslet, se tabell 4.1. Dessutom redovisas förbrukningen i aktuell energisort.

Tabell 4.1 Omräkningsfaktorer från olika energisorter till kWh

Energislag	Sort	Omräkningsfaktor
Olja, Eo 1	liter	9.935
Fjärrvärme	Mcal	1.168
Gas	m ³	4.663

Observera att vi inte gör någon korrigering för verkningsgrader i denna omräkning. I t ex eluppvärmda hus är verkningsgraden högre än i oljeuppvärmda hus. Detta betyder att våra nivåer och förändringar, som redovisas i kapitel 5 och 6, kommer att vara lägre för eluppvärmda hus i förhållande till oljeuppvärmda hus om allting annat är lika. En anledning till att vi inte korregerar för verkningsgrader är att vissa åtgärder syftar till att förbättra verkningsgraden hos uppvärmningssystemet.

Vi måste givetvis kunna beräkna effekten av en verkningsgradsförändring.

* Schablonvärden för vinterfaktorn c. I vissa fall kan de uppmätta energi- och temperaturuppgifterna vara beskaffade på så sätt att förlust- och vinterfaktorerna b och c inte kan beräknas med god noggrannhet med minsta-kvadratmetoden. För vissa objekt kan t ex föreperioden bli för kort på grund av att åtgärden genomförs snabbare än beräknat. För andra objekt varierar utomhustemperaturen för lite för att beräkna regressionslinjens lutning tillräckligt noggrant.

I dessa fall beräknas b och c på följande sätt:

Regressionskattningen på c för efterperioden används, där så är möjligt, som värde på vinterfaktorn c för föreperioden och vice versa. I övriga fall används ett och samma schablonvärde på vinterfaktorn för både före- och efterperioderna enligt tabell 4.2.

Därefter beräknas förlustfaktorn b på följande sätt:

$$b = \frac{\sum (W_i - c) \Delta_i}{\sum \Delta_i^2}$$

I rapporten redovisade uppmätta förändringar är i samtliga fall beräknade genom att förlust- och vinterfaktorerna bestämts med hjälp av minsta-kvadratmetoden.

Tabell 4.2 Schablonvärden på vinterfaktorn c och sommarfaktorn d (kWh/timme, lägenhet)

Parameter (kWh/timme, lägenhet)	Elvärme		Olja/gas		Fjärrvärme	
	SH	FH	SH	FH	SH	FH
Vinterfaktor c	-0.69	-0.69	-0.89	-0.20	0.00	0.40
Sommarfaktor d	1.29	1.29	2.18	0.89	0.99	0.99

* Schablonvärden för sommarfaktorn d enligt tabell 4.2 har använts i samtliga fall. I huvudundersökningen kommer uppmätta värden för d-faktorn att användas.

* Korrigering för hushållsel. I vissa eluppvärmda hus ingår energiförbrukningen för hushållsel i förbrukningsuppgifterna. För jämförbarhet med andra uppvärmningsformer och då normalårsförbrukningen beräknas för uppvärmning och tappvarmvatten, d v s exklusive hushållsel, har energiförbrukningen i dessa eluppvärmda hus minskats med hushållselförbrukning. I samtliga fall har schablonvärden använts i förundersökningen. I huvudundersökningen kommer uppmätta värden på hushållselförbrukningen för det aktuella huset om möjligt att användas. Följande genomsnittsvärden, hämtade från SCBs energistatistik, användes som schablonvärden.

$$\text{Småhus} \quad \frac{4\ 600}{8\ 750} = 0.525 \text{ (kWh/lägenhet och timme)}$$

$$\text{Flerbostadshus} \quad \frac{2\ 800}{8\ 760} = 0.320 \text{ (kWh/lägenhet och timme)}$$

* Korrigerigering för tappvarmvatten. För vissa objekt ingår energiförbrukningen för tappvarmvatten inte i förbrukningsuppgifterna. För jämförbarhet med andra uppvärmningsformer och då normalårsförbrukningen beräknas för uppvärmning och tappvarmvatten, d v s inklusive tappvarmvatten, har energiförbrukningen i dessa objekt ökat med tappvarmvattenförbrukning. I samtliga fall har schablonvärden använts i förundersökningen. I huvudundersökningen kommer dels uppmätta värden på tappvarmvattenförbrukning och dels beräkningar utgående från kallvattenförbrukning för det aktuella objektet att användas. Följande genomsnittsvärden (netto) användes som schablonvärden.

$$\text{Småhus} \quad \frac{4\ 000}{8\ 760} = 0.457 \text{ (kWh/lägenhet och timme)}$$

$$\text{Flerbostadshus} \quad \frac{3\ 500}{8\ 760} = 0.400 \text{ (kWh/lägenhet och timme)}$$

4.3 Beräkning av förändring i normalårsförbrukning

Beräkning av normalårsförbrukning görs separat för före- och efterperioderna. Om vi med index f betecknar föreperioden och med index e betecknar efterperioden, kan de två förbrukningarna skrivas på följande sätt:

$$W_f = b_f Q_f + c_f T_f + d_f P_f$$

$$W_e = b_e Q_e + c_e T_e + d_e P_e$$

där Q_f , T_f , P_f och Q_e , T_e , P_e beräknas med den aktuella inomhustemperaturen för respektive mätperiod.

Den uppmätta förändringen i normalårsförbrukning erhålls som skillnaden mellan dessa efter- och föreförbrukningar, d v s

$$\text{Uppmätt förändring i normalårsförbrukning} = W_e - W_f$$

4.4 Beräkning av förändring för värmepumpar

För vissa objekt kan inte linjärt samband mellan energiförbrukning under vintern och temperaturskillnaden inne-ute förutsättas. Detta gäller bl a för objekt där värmepump installerats. För dessa objekt beräknas inte normalårsförbrukningar enligt avsnitt 4.2. I stället jämförs energiförbrukningen under efterperioden med den energiförbrukning som beräknas skulle ha erhållits under efterperioden om åtgärden inte hade genomförts.

Metoden förutsätter att energiförbrukningen före åtgärd följer det linjära sambandet under vintern som illustreras i figur 4.1. Beräkningen görs på följande sätt:

- Beräkna förlustfaktorn b_f och vinterfaktorn c_f för föreperioden enligt ovan.

- Med hjälp av efterperiodens längd T_E och genomsnittliga temperaturskillnad Δ_E samt förlust- och vinterfaktorerna från föreperioden, beräknas den förbrukning W'_{ep} som skulle ha erhållits under "efterperioden", om åtgärden ej hade genomförts, på följande sätt:

$$W'_{ep} = (b_f \Delta_E + c_f) \cdot T_E$$

- Denna beräknade energiförbrukning jämförs slutligen med den faktiskt uppmätta energiförbrukningen W_{ep} under efterperioden. Ett mått på förändringen är således följande procenttal:

$$\frac{(W_{ep} - W'_{ep})}{W'_{ep}} \cdot 100$$

För objekt där värmepump installerats används också beteckningen relativ värmefaktor:

$$\phi_R = \eta \frac{W'_{ep}}{W_{ep}}$$

där η är verkningsgraden för uppvärmningssystemet före värmepumpsinstallationen.

4.5 Diskussion av beräkningsmodellen

Den beräkningsmodell som används i denna rapport överensstämmer med den modell som utvecklades i Högskoleprojekt I med utgångspunkt från balansen mellan tillförd och förlorad energi i en byggnad.

Ett antal nyligen utförda energiundersökningar ger teoretiskt och empiriskt stöd för användning av föreliggande beräkningsmodell. I Hammarsten och Hjalmarsson (1983) undersöks för- och nackdelar vid användning av tim-, dygns- och veckodata. För att förutsäga årsförbrukningen är användning av veckodata att föredra. I Norlén (1984) undersöks hur väl det går att anpassa regressionslinjer till veckodata av föreliggande slag i ca 250 små- och flerbostadshus med olika uppvärmningssätt. Resultaten visar, att det går att använda linjär regressionsanalys på det sätt som görs i denna rapport.

Kvar står emellertid frågan om hur pass säkert vi kan beräkna förändringar på ovan beskrivet sätt. De preliminära resultat, som presenteras i denna rapport,

måste analyseras närmare innan sådana säkerhetsangivelser skall kunna anges. Resultaten från dessa analyser kommer också att bilda underlag för bestämning av effekten av de studerade åtgärderna, d v s ligga till grund för övergången från förändrings- till effektmätning.

5. RESULTAT

5.1 Inledning

I detta kapitel redovisas åtgärdsvis förändringar i energiförbrukningar och grundläggande installations- och byggnadstekniska data för vart och ett av de 45 objekten.

Med uppvärmd area menas summan av våningsareorna som är uppvärmda till minst 18°C. Våningsarea är den horisontella area som begränsas av omgivande ytterväggars utsidor.

Med stomme menas objektets bärverk.

Total k-värdet är summan av transmissionen genom hela klimatskärmen, d v s

$$k(\text{tot}) = k(\text{vägg})A(\text{vägg}) + k(\text{golv})A(\text{golv}) + k(\text{tak})A(\text{tak}) + k(\text{fönster})A(\text{fönster})$$

där $k(\text{vägg})$ respektive $A(\text{vägg})$ är k-värde respektive area för väggarna och motsvarande för övriga transmissionsdelar för klimatskärmen.

Dessutom redovisas

- åtgärdens omfattning,
- energiförbrukning för uppvärmning och tappvarmvattenberedning,
- hushållsel- och kallvattenförbrukning (i förekommande fall),
- inom- och utomhustemperaturer (medelvärde), och
- uppmätt förändring i energiförbrukning.

Vid beräkningen av de redovisade uppmätta förändringarna har i samtliga fall använts förlust- och vinterfaktorer bestämda genom regressionsanalys. Vidare har schabloner använts på sommarfaktorn, hushållsel- och varmvattenförbrukning enligt kapitel 4.

Energiförbrukningarna före och efter åtgärd samt förändringen i energiförbrukningen är beräknad med hjälp av de uppmätta inomhustemperaturerna. En del av förändringen beror således på att inomhustemperaturen sänks i vissa fall. I andra fall har inomhustemperaturen ökat efter åtgärd, vilket medför att förändringen blivit liten eller uteblivit helt.

I figurerna 5.1 - 5.45 har använts följande symboler:

	<u>Regressionslinje</u>	<u>Observationer</u>
Föreperiod:	—————	*
Efterperiod:	-----	+

I bilaga 1 redovisas de energiparametrar/variabler som erhållits vid analysen av föremätningarna och använts vid beräkning av föreförbrukningen.

I bilaga 2 redovisas de energiparametrar/variabler som erhållits vid analysen av eftermätningarna och använts vid beräkning av efterförbrukningen. Här redovisas de objekt där antingen åtgärds paket, vindsisolering, elkonvertering, fönsterisolering eller väggisolering utförts.

I bilaga 3 redovisas de energiparametrar/variabler som använts vid beräkning av före- och efterförbrukning för de objekt som installerat värmepump.

5.2 Åtgärds paket i flerbostadshus

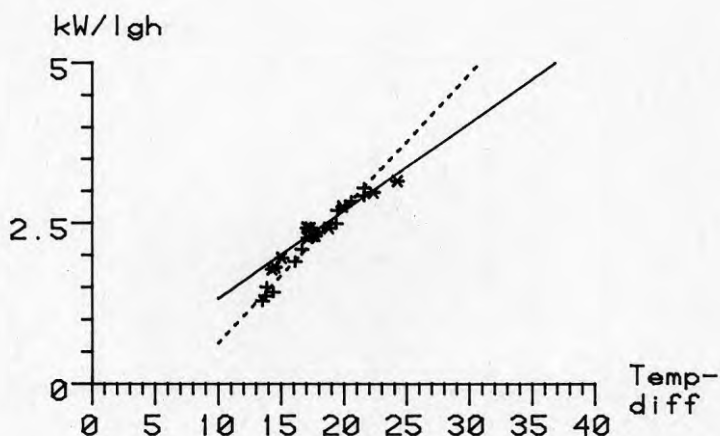
Objekt nr: 101
 Län: Malmöhus
 Byggnadsår: 1936
 Antal huskroppar: 1
 Antal lägenheter: 21
 Uppvärmad area: 2 182 m²
 Antal plan: 4
 Stomme: sten
 Grundläggningssätt: källare
 Uppvärmningssätt: fjärrvärme
 Ventilationssystem: självdrag

Åtgärder: vindsisolering, radiatortermostat-
 ventiler, injusterings av värmesys-
 tem

tilläggsisolering av vindsbjälklag
 isolertjocklek: 10 cm
 isolerad area: 520 m²

	<u>Före</u>	<u>Efter</u>	<u>Förändring</u>
Total k-värde (W/°C)	2 579	2 336	-243
Energiförbrukning (kWh/m ² , år)	173	174	1
Kallvattenförbrukning (liter/ dygn, lgh)	-	1 346	-
Inomhustemperatur (°C)	22.7	23.1	-
Utomhustemperatur (°C)	4.4	4.6	-

Kommentarer: Nattsänkning under föreperioden -10°C och
 under efterperioden -5°C. I fastigheten finns en res-
 taurang som kan förklara den höga vattenförbrukningen.



Figur 5.1 Signatur för åtgärds paket, objekt 101

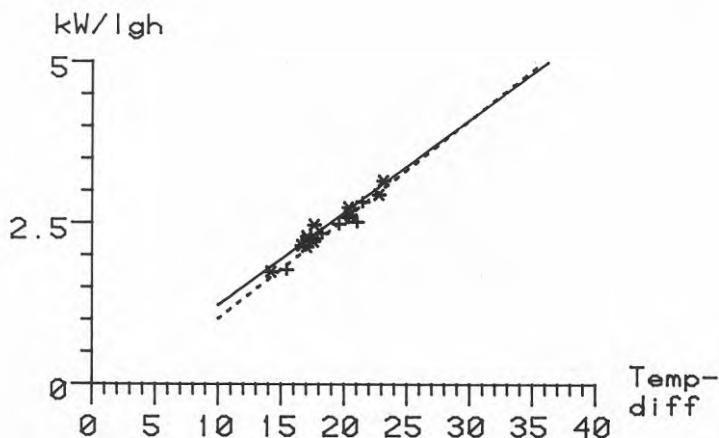
Objekt nr: 102
 Län: Malmöhus
 Byggnadsår: 1951
 Antal huskroppar: 2
 Antal lägenheter: 52
 Uppvärmad area: 3 844 m²
 Antal plan: 3½
 Stomme: sten
 Grundläggningssätt: källare
 Uppvärmningssätt: olja
 Ventilationssystem: självdrag

Åtgärder: dragregulator, vindregulator,
 vindsisolering, injustering av
 värmesystem

tilläggsisolering av vindsbjälklag
 isolertjocklek: 22 cm
 isolerad area: 582 m²

	Före	Efter	Förändring
Total k-värde (W/°C)	6 284	6 074	-210
Energiförbrukning (liter olja/m ² , år)	22.0	20.6	-1.4
Energiförbrukning (kWh/m ² , år)	218	204	-14
Kallvattenförbrukning (liter/ dygn, lgh)	252	-	-
Inomhustemperatur (°C)	21.2	20.9	-
Utomhustemperatur (°C)	3.8	1.4	-

Kommentarer: Reglercentralen ur funktion p g a felkopp-
 ling av vindkompensator.



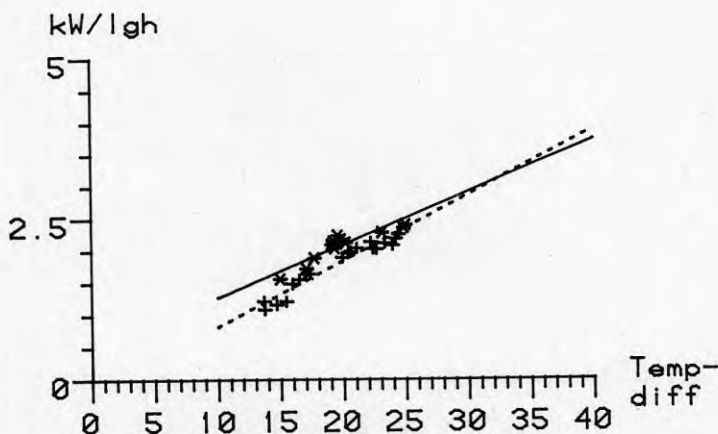
Figur 5.2 Signatur för åtgärdspaket, objekt 102

Objekt nr: 103
 Län: Malmöhus
 Byggnadsår: 1969
 Antal huskroppar: 3
 Antal lägenheter: 78
 Uppvärmd area: 6 206 m²
 Antal plan: 3
 Stomme: sten
 Grundläggningssätt: källare
 Uppvärmningssätt: olja
 Ventilationssystem: frånluft

Åtgärder: vindsisolering, termostatventiler,
 injustering av värmesystem

tilläggsisolering av vindsbjälklag
 isolertjocklek: 10 cm²
 isolerad area: 1 956 m²

	<u>Före</u>	<u>Efter</u>	<u>Förändring</u>
Total k-värde (W/°C)	4 870	4 745	-125
Energiförbrukning (liter olja/m ² , år)	19.4	16.5	-2.9
Energiförbrukning (kWh/m ² , år)	192	164	-28
Kallvattenförbrukning (liter/ dygn, lgh)	273	264	-9
Inomhustemperatur (°C)	23.8	23.0	-
Utomhustemperatur (°C)	4.1	3.3	-



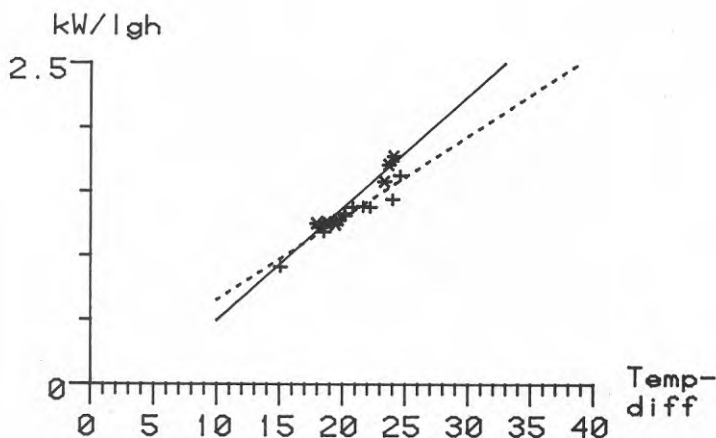
Figur 5.3 Signatur för åtgärdspaket, objekt 103

Objekt nr: 314
 Län: Göteborgs och Bohus
 Byggnadsår: 1934
 Antal huskroppar: 1
 Antal lägenheter: 14
 Uppvärmd area: 886 m²
 Antal plan: 3
 Stomme: sten
 Grundläggningssätt: källare
 Uppvärmningssätt: fjärrvärme
 Ventilationssystem: självdrag

Åtgärder: termostatventiler, byte till tre-
 glasfönster, injustering av värme-
 system, injustering av stamregle-
 ringsventiler

tilläggisolering av fönster
 åtgärdad area: 79.2 m²

	<u>Före</u>	<u>Efter</u>	<u>Förändring</u>
Total k-värde (W/°C)	1 156	1 032	-124
Energiförbrukning (kWh/m ² , år)	162	158	-4
Inomhustemperatur (°C)	22.0	22.1	-
Utomhustemperatur (°C)	1.5	3.3	-



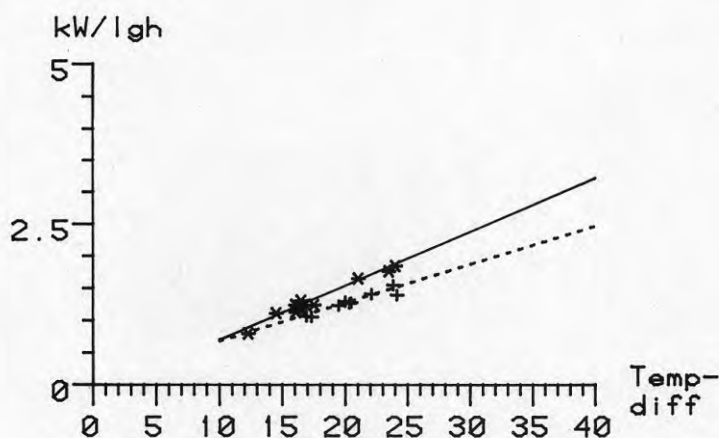
Figur 5.4 Signatur för åtgärdspaket, objekt 314

Objekt nr: 316
 Län: Göteborgs och Bohus
 Byggnadsår: 1935
 Antal huskroppar: 1
 Antal lägenheter: 21
 Uppvärmad area: 1 659 m²
 Antal plan: 3
 Stomme: sten
 Grundläggningssätt: källare
 Uppvärmningssätt: fjärrvärme
 Ventilationssystem: självdrag

Åtgärder: termostatventiler, byte till tre-
 glasfönster, injustering av värme-
 system, injustering av ventila-
 tionssystem, injustering av stam-
 regleringsventiler

tilläggsisolering av fönster
 åtgärdad area: 212 m²

	<u>Före</u>	<u>Efter</u>	<u>Förändring</u>
Total k-värde (W/°C)	1 720	1 499	-221
Energiförbrukning (kWh/m ² , år)	134	123	-11
Inomhustemperatur (°C)	20.3	21.2	-
Utomhustemperatur (°C)	2.5	0.2	-



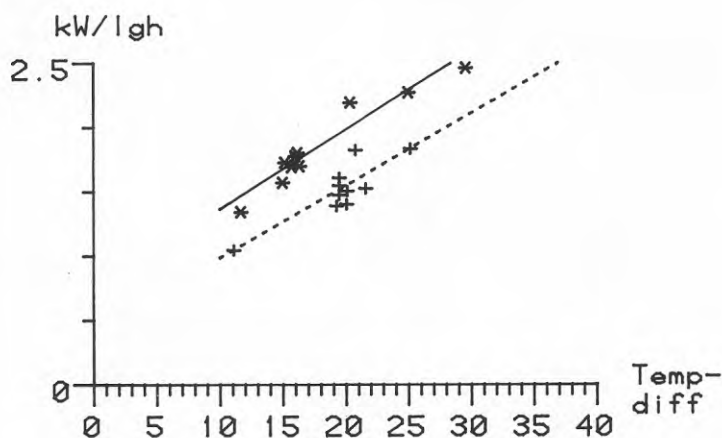
Figur 5.5 Signatur för åtgärdspaket, objekt 316

Objekt nr: 318
 Län: Göteborgs och Bohus
 Byggnadsår: 1934
 Antal huskroppar: 1
 Antal lägenheter: 19
 Uppvärmad area: 1 592 m²
 Antal plan: 3
 Stomme: sten
 Grundläggningssätt: källare
 Uppvärmningssätt: fjärrvärme
 Ventilationssystem: självdrag

Åtgärder: termostatventiler, byte till tre-
 glasfönster, injustering av värme-
 system, injustering av ventila-
 tionssystem, injustering av stam-
 regleringsventiler

tilläggsisolering av fönster
 åtgärdad area: 227 m²

	Före	Efter	Förändring
Total k-värde (W/°C)	1 639	1 409	-230
Energiförbrukning (kWh/m ² , år)	157	136	-21
Inomhustemperatur (°C)	19.8	21.4	-
Utomhustemperatur (°C)	1.8	4.8	-



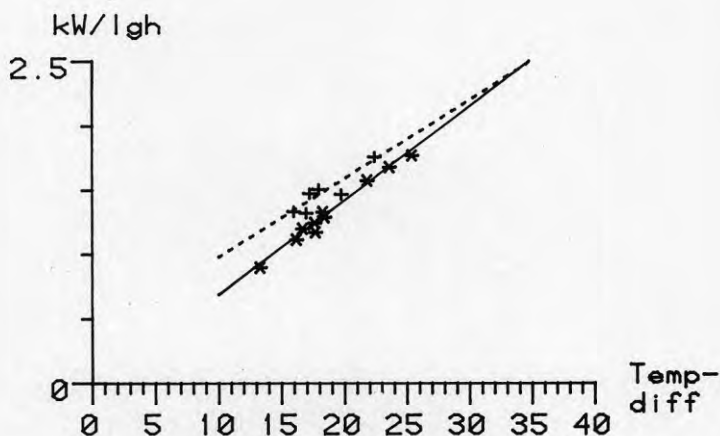
Figur 5.6 Signatur för åtgärdspaket, objekt 318

Objekt nr: 320
 Län: Göteborgs och Bohus
 Byggnadsår: 1934
 Antal huskroppar: 1
 Antal lägenheter: 14
 Uppvärmd area: 1 224 m²
 Antal plan: 3
 Stomme: sten
 Grundläggningssätt: källare
 Uppvärmningssätt: fjärrvärme
 Ventilationssystem: självdrag

Åtgärder: termostatventiler, byte till tre-
 glasfönster, injustering av värme-
 system, injustering av ventila-
 tionssystem, injustering av stam-
 regleringsventiler

tilläggsisolering av fönster
 åtgärdad area: 134 m²

	<u>Före</u>	<u>Efter</u>	<u>Förändring</u>
Total k-värde (W/°C)	1 211	1 077	-134
Energiförbrukning (kWh/m ² , år)	119	125	-6
Inomhustemperatur (°C)	21.3	19.4	-
Utomhustemperatur (°C)	2.4	0.6	-



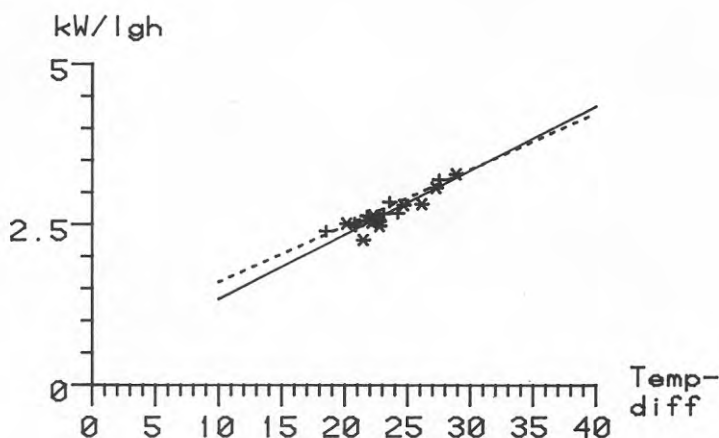
Figur 5.7 Signatur för åtgärdspaket, objekt 320

Objekt nr: 501
 Län: Stockholms
 Byggnadsår: 1954
 Antal huskroppar: 3
 Antal lägenheter: 73
 Uppvärmad area: 6 600 m²
 Antal plan: 3
 Stomme: sten
 Grundläggningssätt: källare
 Uppvärmningssätt: olja
 Ventilationssystem: frånluft

Åtgärder: vindsisolering, termostatventiler,
 pannbyte, tätning av fönster

tilläggsisolering av vindsbjälklag
 isolertjocklek: 30 cm²
 isolerad area: 1 524 m²

	<u>Före</u>	<u>Efter</u>	<u>Förändring</u>
Total k-värde (W/°C)	6 910	6 241	-669
Energiförbrukning (liter olja/m ² , år)	19.5	19.0	-0.5
Energiförbrukning (kWh/m ² , år)	193	188	-5
Kallvattenförbrukning (liter/ dygn, lgh)	360	425	65
Inomhustemperatur (°C)	23.2	21.4	-
Utomhustemperatur (°C)	-0,5	-1.1	-



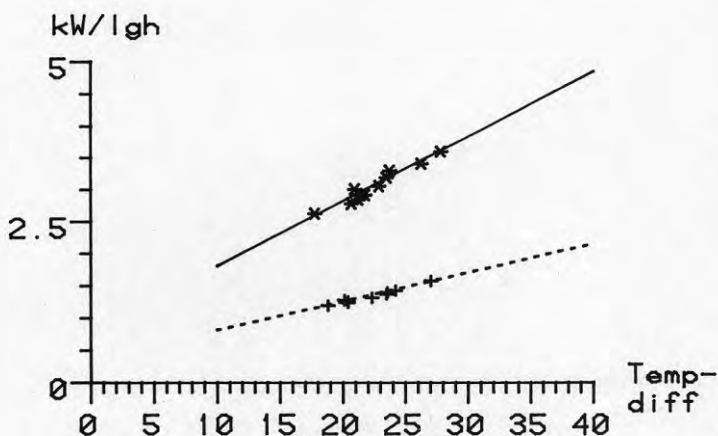
Figur 5.8 Signatur för åtgärdspaket, objekt 501

Objekt nr: 502
 Län: Stockholms
 Byggnadsår: 1956
 Antal huskroppar: 1
 Antal lägenheter: 38
 Uppvärmd area: 2 912 m²
 Antal plan: 3½
 Stomme: sten
 Grundläggningssätt: källare
 Uppvärmningssätt: olja
 Ventilationssystem: frånluft

Åtgärder: vindsisolering, termostatventiler,
 pannbyte, tätning av fönster

tilläggsisolering av vindsbjälklag
 isolertjocklek: 30 cm
 isolerad area: 770 m²

	Före	Efter	Förändring
Total k-värde (W/°C)	3 516	3 179	-337
Energiförbrukning (liter olja/m ² , år)	25.3	12.8	-12.5
Energiförbrukning (kWh/m ² , år)	251	127	-124
Kallvattenförbrukning (liter/ dygn, lgh)	379	343	36
Inomhustemperatur (°C)	21.6	20.7	-
Utomhustemperatur (°C)	-0.8	-1.6	-



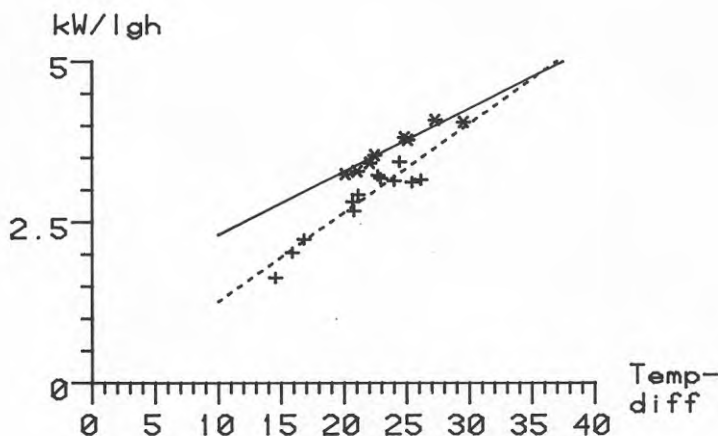
Figur 5.9 Signatur för åtgärdspaket, objekt 502

Objekt nr: 504
 Län: Stockholms
 Byggnadsår: 1962
 Antal huskroppar: 2
 Antal lägenheter: 112
 Uppvärmad area: 10 632 m²
 Antal plan: 9
 Stomme: sten
 Grundläggningssätt: källare och suterrängvåning
 Uppvärmningssätt: olja
 Ventilationssystem: självdrag

Åtgärder: tätning av fönster, nya brännare, vindsisolering, termostatventiler, injustering av värmesystem, frånluftsvärmepump för tappvarmvatten och uppvärmning, två av fyra pannor avstängda

tilläggsisolering av vindsbjälklag
 isolertjocklek: 20 cm
 isolerad area: 922 m²

	<u>Före</u>	<u>Efter</u>	<u>Förändring</u>
Total k-värde (W/°C)	7 496	7 391	-105
Energiförbrukning (liter olja/m ² , år)	26.2	20.6	-5.6
Energiförbrukning (kWh/m ² , år)	259	204	-55
Kallvattenförbrukning (liter/dygn, lgh)	353	328	-25
Inomhustemperatur (°C)	23.6	22.2	-
Utomhustemperatur (°C)	-0.4	1.0	-



Figur 5.10 Signatur för åtgärdspaket, objekt 504

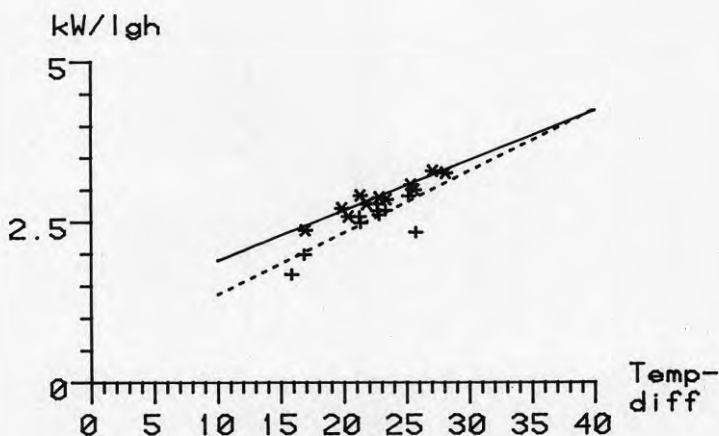
Objekt nr: 506
 Län: Stockholms
 Byggnadsår: 1953
 Antal huskroppar: 1
 Antal lägenheter: 35
 Uppvärmd area: 2 745 m²
 Antal plan: 3
 Stomme: sten
 Grundläggningssätt: källare
 Uppvärmningssätt: fjärrvärme
 Ventilationssystem: frånluft

Åtgärder: termostatventiler, vindsisolering,
 injustering av värmesystem, injus-
 tering av ventilationssystem, byte
 av stamregleringsventiler

tilläggsisolering av vindsbjälklag
 isolertjocklek: 20 cm
 isolerad area: 714 m²

	<u>Före</u>	<u>Efter</u>	<u>Förändring</u>
Total k-värde (W/°C)	3 751	3 560	-191
Energiförbrukning (liter olja/m ² , år)	26.3	22.5	-3.8
Energiförbrukning (kWh/m ² , år)	260	223	-37
Kallvattenförbrukning (liter/ dygn, lgh)	320	301	-19
Inomhustemperatur (°C)	23.3	22.3	-
Utomhustemperatur (°C)	0.9	0.9	-

Kommentarer: Ny lägenhet för temperaturmätning i efter-
perioden.



Figur 5.11 Signatur för åtgärds paket, objekt 506

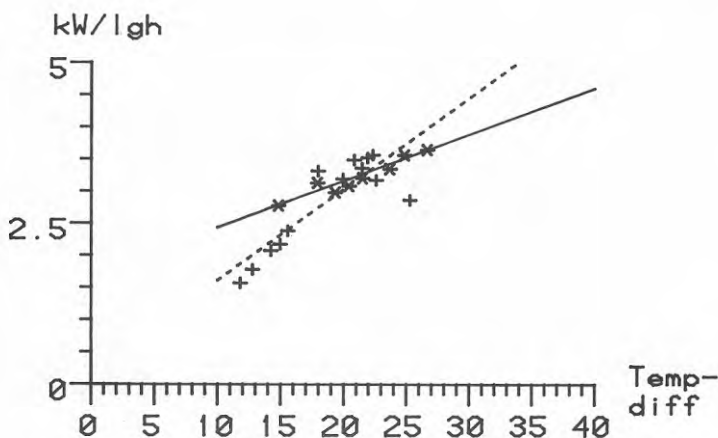
Objekt nr: 507
 Län: Stockholms
 Byggnadsår: 1953
 Antal huskroppar: 3
 Antal lägenheter: 36
 Uppvärmad area: 3 312 m²
 Antal plan: 3
 Stomme: sten
 Grundläggningssätt: källare
 Uppvärmningssätt: fjärrvärme
 Ventilationssystem: frånluft

Åtgärder: termostatventiler, vindsisolering, liten del av yttervägg isolerad, injustering av värmesystem, injustering av ventilationssystem, byte av stamregleringsventiler

tilläggisolering av vindsbjälklag
 isolertjocklek: 20 cm
 isolerad area: 852 m²

tilläggisolering av vägg
 isolertjocklek: 2 cm
 isolerad area: 15 m²

	Före	Efter	Förändring
Total k-värde (W/°C)	5 293	5 062	-231
Energiförbrukning (kWh/m ² , år)	240	227	-13
Kallvattenförbrukning (liter/dygn, lgh)	375	325	-50
Inomhustemperatur (°C)	21.6	21.2	-
Utomhustemperatur (°C)	0.9	2.4	-



Figur 5.12 Signatur för åtgärds paket, objekt 507

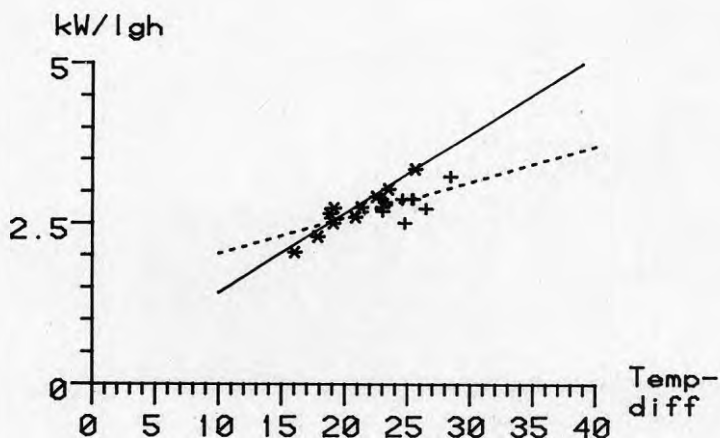
Objekt nr: 508
 Län: Stockholms
 Byggnadsår: 1966
 Antal huskroppar: 1
 Antal lägenheter: 28
 Uppvärmd area: 2 520 m²
 Antal plan: 4
 Stomme: sten
 Grundläggningssätt: källare och suterrängvåning
 Uppvärmningssätt: olja
 Ventilationssystem: frånluft

Åtgärder: termostatventiler, vindsisolering,
 tätning av fönster och dörrar, in-
 justering av värmesystem

tilläggsisolering av vindsbjälklag
 isolertjocklek: 20 cm
 isolerad area: 690 m²

	<u>Före</u>	<u>Efter</u>	<u>Förändring</u>
Total k-värde (W/°C)	2 802	2 720	-82
Energiförbrukning (liter olja/m ² , år)	21.3	21.0	-0.3
Energiförbrukning (kWh/m ² , år)	211	208	-3
Inomhustemperatur (°C)	22.6	22.9	-
Utomhustemperatur (°C)	2.6	-1.8	-

Kommentarer: Vinden var före åtgärd mycket dåligt isolerad.



Figur 5.13 Signatur för åtgärdspaket, objekt 508

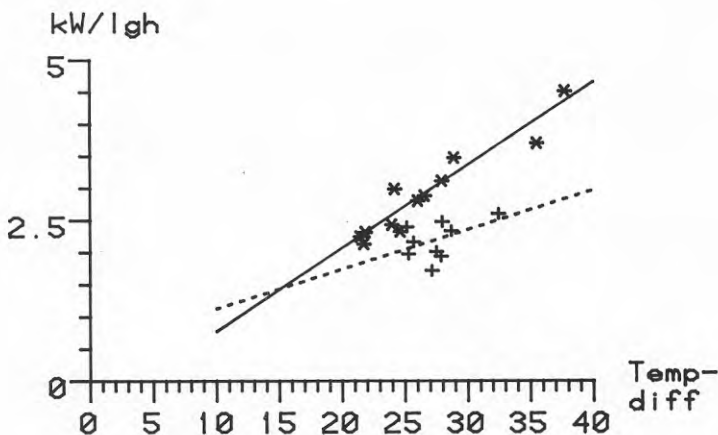
Objekt nr: 701
 Län: Västerbottens
 Byggnadsår: 1954
 Antal huskroppar: 1
 Antal lägenheter: 8
 Uppvärmd area: 490 m²
 Antal plan: 3
 Stomme: sten
 Grundläggningssätt: källare
 Uppvärmningssätt: olja
 Ventilationssystem: självdreg

Åtgärder: termostatventiler, väggisolering,
 treglasfönster, injustering av
 värmesystem, motorshunt

tilläggsisolering av vägg
 isolertjocklek: 12 cm
 isolerad area: 266 m²

	Före	Efter	Förändring
Total k-värde (W/°C)	636	553	-83
Energiförbrukning (liter olja/m ² , år)	31.1	23.8	-7.3
Energiförbrukning (kWh/m ² , år)	308	236	-72
Kallvattenförbrukning (liter/ dygn, lgh)	122	223	101
Inomhustemperatur (°C)	23.0	21.6	-
Utomhustemperatur (°C)	-3.7	-6.0	-

Kommentarer: Reglercentralen har justerats flera gånger under efterperioden. Även brännarbyte har utförts. Varmvattenschablon använd.



Figur 5.14 Signatur för åtgärdspaket, objekt 701

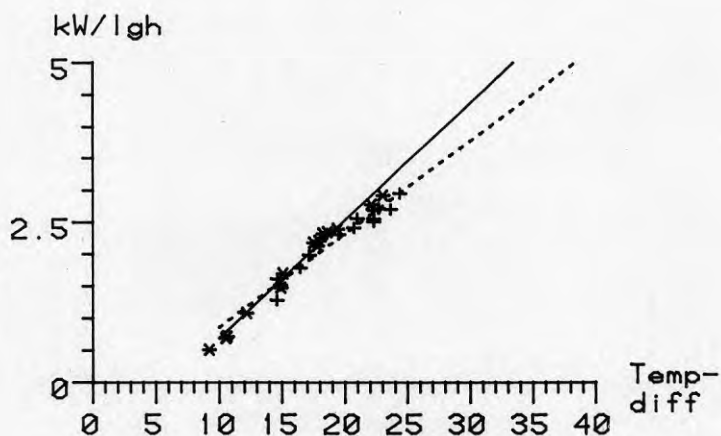
5.3 Vindsisolering i flerbostadshus

Objekt nr: 104
 Län: Malmöhus
 Byggnadsår: 1900
 Antal huskroppar: 1
 Antal lägenheter: 17
 Uppvärmad area: 1 189 m²
 Antal plan: 4
 Stomme: sten
 Grundläggningssätt: källare
 Uppvärmningssätt: fjärrvärme
 Ventilationssystem: självdrag

Åtgärder: tilläggsisolering av vindsbjälklag
 isolertjocklek: 12 cm
 isolerad area: 371 m²

	<u>Före</u>	<u>Efter</u>	<u>Förändring</u>
Total k-värde (W/°C)	2 040	1 927	-113
Energiförbrukning (kWh/m ² , år)	250	240	-10
Kallvattenförbrukning (liter/dygn, lgh)	-	272	-
Inomhustemperatur (°C)	23.5	24.1	-
Utomhustemperatur (°C)	7.4	4.2	-

Kommentarer: Tappvarmvattenschablon använd.

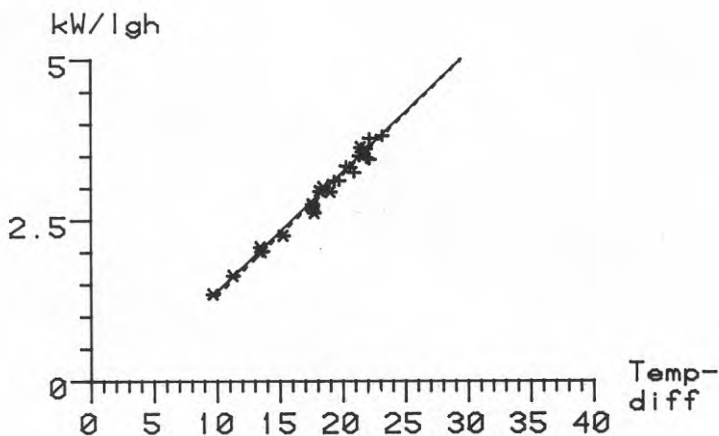


Figur 5.15 Signatur för vindsisolering, objekt 104

Objekt nr: 105
 Län: Malmöhus
 Byggnadsår: 1936
 Antal huskroppar: 1
 Antal lägenheter: 16
 Uppvärmd area: 1 530 m²
 Antal plan: 5
 Stomme: sten
 Grundläggningssätt: källare
 Uppvärmningssätt: fjärrvärme
 Ventilationssystem: självdug

Åtgärder: tilläggsisolering av vindsbjälklag
 isolertjocklek: 10 cm
 isolerad area: 306 m²

	<u>Före</u>	<u>Efter</u>	<u>Förändring</u>
Total k-värde (W/°C)	2 371	2 214	-157
Energiförbrukning (kWh/m ² , år)	224	210	-14
Kallvattenförbrukning (liter/ dygn, lgh)	199	195	-
Inomhustemperatur (°C)	23.0	22.2	-
Utomhustemperatur (°C)	6.8	2.6	-



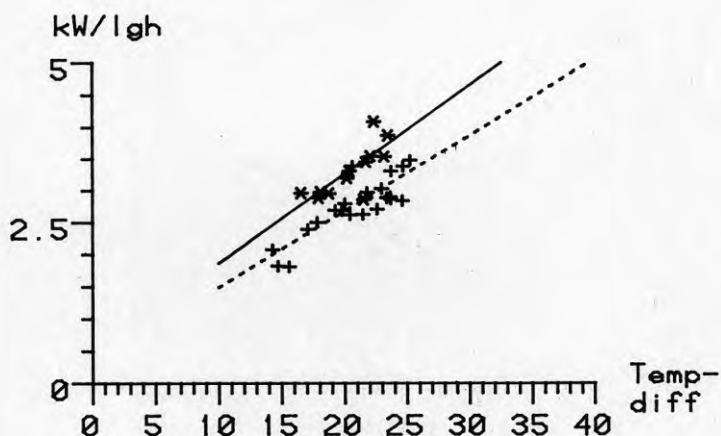
Figur 5.16 Signatur för vindsisolering, objekt 105

Objekt nr: 511
 Län: Stockholms
 Byggnadsår: 1939
 Antal huskroppar: 1
 Antal lägenheter: 12
 Uppvärmad area: 751 m²
 Antal plan: 3
 Stomme: sten
 Grundläggningssätt: källare
 Uppvärmningssätt: olja
 Ventilationssystem: frånluft

Åtgärder: tilläggsisolering av vindsbjälklag
 isolertjocklek: 25 cm
 isolerad area: 224 m²

	<u>Före</u>	<u>Efter</u>	<u>Förändring</u>
Total k-värde (W/°C)	1 078	1 039	-39
Energiförbrukning (liter olja/m ² , år)	32.5	29.5	-3.0
Energiförbrukning (kWh/m ² , år)	322	292	-30
Kallvattenförbrukning (liter/dygn, lgh)	315	350	35
Inomhustemperatur (°C)	20.1	21.6	-
Utomhustemperatur (°C)	-0.6	0.4	-

Kommentarer: Ny lägenhet för temperaturmätaren i efterperioden.

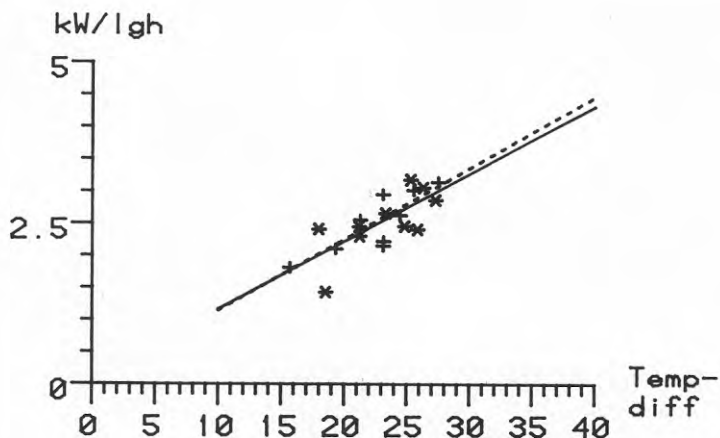


Figur 5.17 Signatur för vindsisolering, objekt 511

Objekt nr: 512
 Län: Stockholms
 Byggnadsår: 1959
 Antal huskroppar: 1
 Antal lägenheter: 36
 Uppvärmad area: 3 287 m²
 Antal plan: 4
 Stomme: sten
 Grundläggningssätt: källare
 Uppvärmningssätt: fjärrvärme
 Ventilationssystem: självdreg

Åtgärder: tilläggsisolering av vindsbjälklag
 isolertjocklek: 25 cm
 isolerad area: 703 m²

	<u>Före</u>	<u>Efter</u>	<u>Förändring</u>
Total k-värde (W/°C)	2 849	2 574	-275
Energiförbrukning (kWh/m ² , år)	181	181	0
Kallvattenförbrukning (liter/ dygn, lgh)	594	537	-57
Inomhustemperatur (°C)	22.1	21.8	-
Utomhustemperatur (°C)	-1.1	-1.4	-

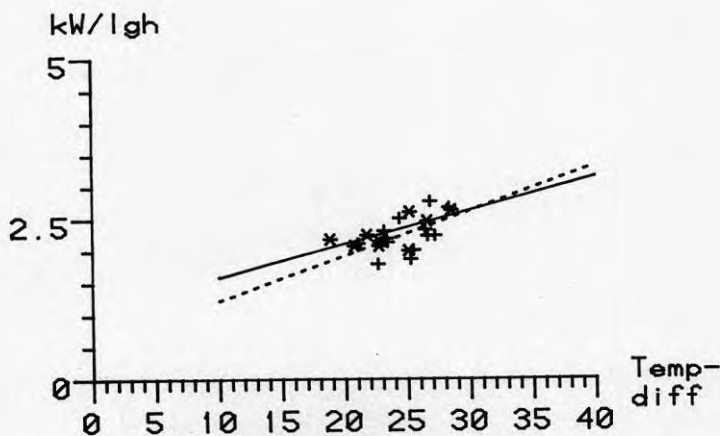


Figur 5.18 Signatur för vindsisolering, objekt 512

Objekt nr: 513
 Län: Stockholms
 Byggnadsår: 1959
 Antal huskroppar: 1
 Antal lägenheter: 36
 Uppvärmad area: 3 285 m²
 Antal plan: 4
 Stomme: sten
 Grundläggningssätt: källare
 Uppvärmningssätt: fjärrvärme
 Ventilationssystem: frånluft

Åtgärder: tilläggsisolering av vindsbjälklag
 isolertjocklek: 25 cm
 isolerad area: 616 m²

	<u>Före</u>	<u>Efter</u>	<u>Förändring</u>
Total k-värde (W/°C)	3 228	2 993	-235
Energiförbrukning (kWh/m ² , år)	174	170	-4
Kallvattenförbrukning (liter/dygn, lgh)	532	469	-63
Inomhustemperatur (°C)	22.2	23.6	-
Utomhustemperatur (°C)	-1.4	-1.5	-

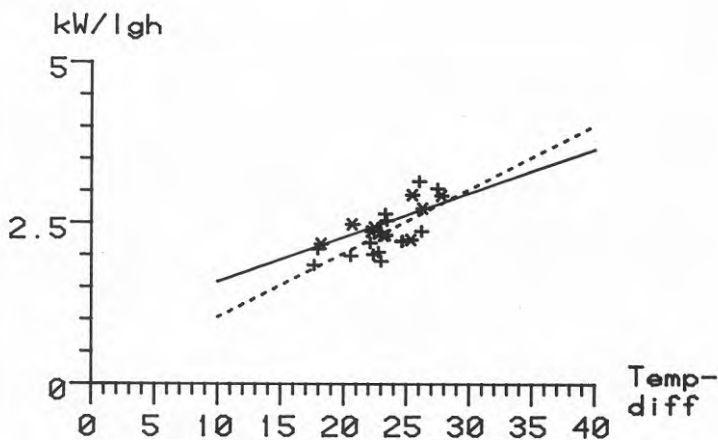


Figur 5.19 Signatur för vindsisolering, objekt 513

Objekt nr: 514
 Län: Stockholms
 Byggnadsår: 1959
 Antal huskroppar: 1
 Antal lägenheter: 57
 Uppvärmd area: 5 073 m²
 Antal plan: 3
 Stomme: sten
 Grundläggningssätt: källare
 Uppvärmningssätt: fjärrvärme
 Ventilationssystem: frånluft

Åtgärder: tilläggsisolering av vindsbjälklag
 isolertjocklek: 25 cm
 isolerad area: 1 091 m²

	<u>Före</u>	<u>Efter</u>	<u>Förändring</u>
Total k-värde (W/°C)	5 327	4 947	-380
Energiförbrukning (kWh/m ² , år)	192	178	-14
Kallvattenförbrukning (liter/ dygn, lgh)	983	878	-105
Inomhustemperatur (°C)	22.4	22.8	-
Utomhustemperatur (°C)	-1.1	-0.6	-

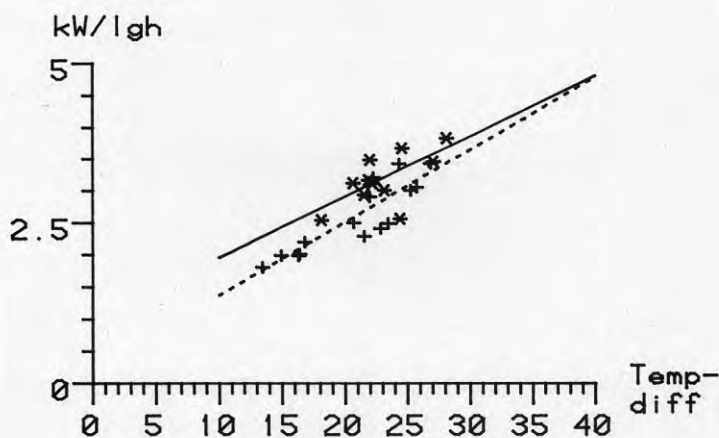


Figur 5.20 Signatur för vindsisolering, objekt 514

Objekt nr: 515
 Län: Stockholms
 Byggnadsår: 1959
 Antal huskroppar: 1
 Antal lägenheter: 35
 Uppvärmad area: 2 580 m²
 Antal plan: 3
 Stomme: sten
 Grundläggningssätt: källare
 Uppvärmningssätt: fjärrvärme
 Ventilationssystem: frånluft

Åtgärder: tilläggsisolering av vindsbjälklag
 isolertjocklek: 25 cm
 isolerad area: 976 m²

	<u>Före</u>	<u>Efter</u>	<u>Förändring</u>
Total k-värde (W/°C)	4 114	3 737	-377
Energiförbrukning (kWh/m ² , år)	288	250	-38
Kallvattenförbrukning (liter/dygn, lgh)	990	1 039	49
Inomhustemperatur (°C)	22.4	22.0	-
Utomhustemperatur (°C)	-0.4	0.8	-

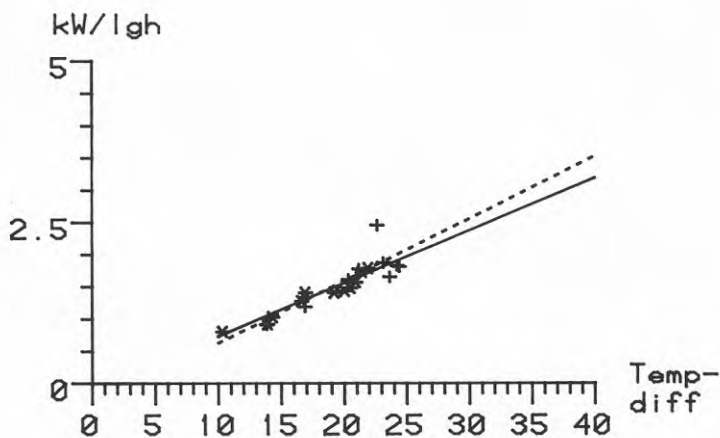


Figur 5.21 Signatur för vindsisolering, objekt 515

Objekt nr: 516
 Län: Stockholms
 Byggnadsår: 1969
 Antal huskroppar: 1
 Antal lägenheter: 148
 Uppvärmad area: 14 000 m²
 Antal plan: 7
 Stomme: sten
 Grundläggningssätt: källare
 Uppvärmningssätt: fjärrvärme
 Ventilationssystem: frånluft

Åtgärder: tilläggsisolering av vindsbjälklag
 isolertjocklek: 20 cm
 isolerad area: 1 850 m²

	<u>Före</u>	<u>Efter</u>	<u>Förändring</u>
Total k-värde (W/°C)	7 984	7 794	-190
Energiförbrukning (kWh/m ² , år)	128	128	0
Kallvattenförbrukning (liter/ dygn, lgh)	401	449	48
Inomhustemperatur (°C)	22.2	21.7	-
Utomhustemperatur (°C)	4.3	2.1	-



Figur 5.22 Signatur för vindsisolering, objekt 516

5.4 Värmepump i småhus

Objekt nr: 3
 Län: Malmöhus
 Byggnadsår: 1930
 Uppvärmd area: 181 m²
 Antal plan: 1½
 Stomme: sten
 Grundläggningssätt: källare
 Total k-värde: 372 W/°C
 Uppvärmningssätt
 före åtgärd: olja
 Ventilationssystem: självdrag

Åtgärder: värmepump, uteluft

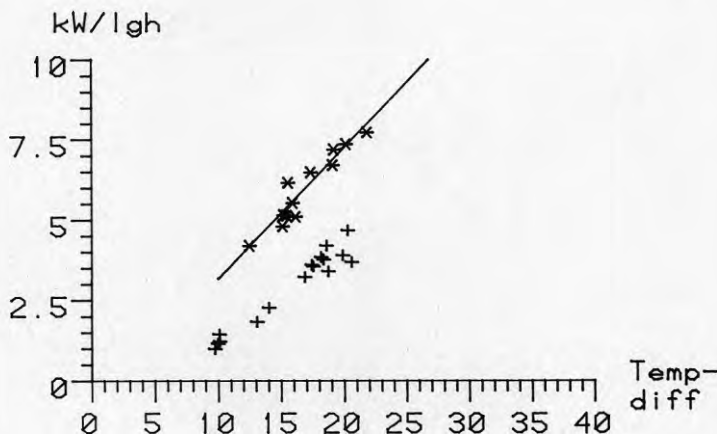
Energiförbrukning före åtgärd: 36.5 MWh/år
 Energiförbrukning före åtgärd: 3 689 liter olja/år

	<u>Före</u>	<u>Efter</u>	<u>Förändring</u>
Hushållselförbrukn (kWh/dygn)	13.5	-	-
Inomhustemperatur (°C)	20.0	19.7	-
Utomhustemperatur (°C)	3.0	3.9	-
Antal boende	4	3	-1

Förändring i energiförbrukning under eftermätperioden.

Efterperiodens längd: 14 veckor
 Energiförbrukning "före" åtgärd: 14.9 MWh/efterperiod
 Energiförbrukning "efter" åtgärd: 8.0 MWh/efterperiod
 Förändringen i procent av före-
 förbrukningen: - 46 %

Kommentarer: Hushållselschablon använd.



Figur 5.23 Signatur för värmepump, objekt 3

Objekt nr: 6
 Län: Malmöhus
 Byggnadsår: 1870
 Uppvärmad area: 250 m²
 Antal plan: 1
 Stomme: sten
 Grundläggningssätt: platta på mark
 Total k-värde: 383 W/°C
 Uppvärmningssätt
 före åtgärd: olja
 Ventilationssystem: självdreg

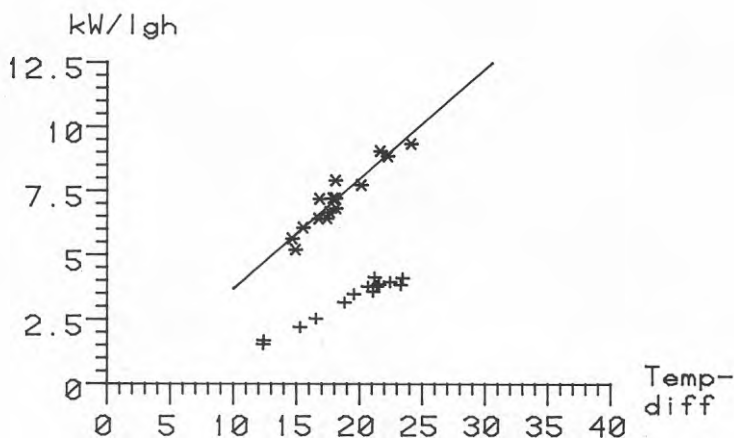
Åtgärder: värmepump, ytjord

Energiförbrukning före åtgärd: 46.2 MWh/år
 Energiförbrukning före åtgärd: 4 666 liter olja/år

	<u>Före</u>	<u>Efter</u>	<u>Förändring</u>
Inomhustemperatur (°C)	21.1	21.6	-
Utomhustemperatur (°C)	2.9	2.3	-
Antal boende	3	3	-

Förändring i energiförbrukning under eftermätperioden.

Efterperiodens längd: 14 veckor
 Energiförbrukning "före" åtgärd: 18.0 MWh/efterperiod
 Energiförbrukning "efter" åtgärd: 7.8 MWh/efterperiod
 Förändringen i procent av föreförbrukningen: -57 %



Figur 2.24 Signatur för värmepump, objekt 6

Objekt nr: 7
 Län: Malmöhus
 Byggnadsår: 1966
 Uppvärmad area: 139 m²
 Antal plan: 1½
 Stomme: trä
 Grundläggningssätt: källare
 Total k-värde: 291 W/°C
 Uppvärmningssätt
 före åtgärd: olja
 Ventilationsystem: självdrag

Åtgärder: värmepump, ytjörd

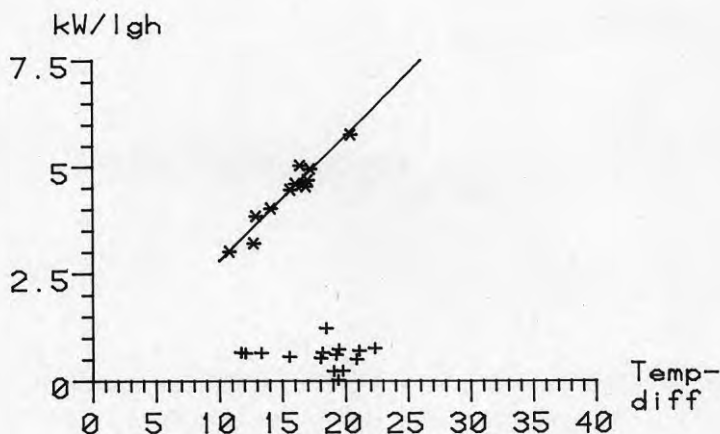
Energiförbrukning före åtgärd: 35.5 MWh/år
 Energiförbrukning före åtgärd: 3 586 liter olja/år

	Före	Efter	Förändring
Hushållselförbrukn (kWh/dygn)	14.1	-	-
Inomhustemperatur (°C)	21.2	20.8	-
Utomhustemperatur (°C)	5.6	2.9	-
Antal boende	4	4	-

Förändring i energiförbrukning under eftermätperioden.

Efterperiodens längd: 14 veckor
 Energiförbrukning "före" åtgärd: 12.2 MWh/efterperiod
 Energiförbrukning "efter" åtgärd: 1.4 MWh/efterperiod
 Förändringen i procent av före-
 förbrukningen: -89 %

Kommentarer: Gamla oljetanken ombyggd till värmemagasin. Hushållsenschablon använd.



Figur 5.25 Signatur för värmepump, objekt 7

Objekt nr: 206
 Län: Hallands
 Byggnadsår: 1958
 Uppvärmd area: 337 m²
 Antal plan: 1½
 Stomme: trä
 Grundläggningssätt: källare
 Total k-värde: 346 W/°C
 Uppvärmningssätt
 före åtgärd: olja
 Ventilationssystem: självdreg

Åtgärder: värmepump, grundvatten

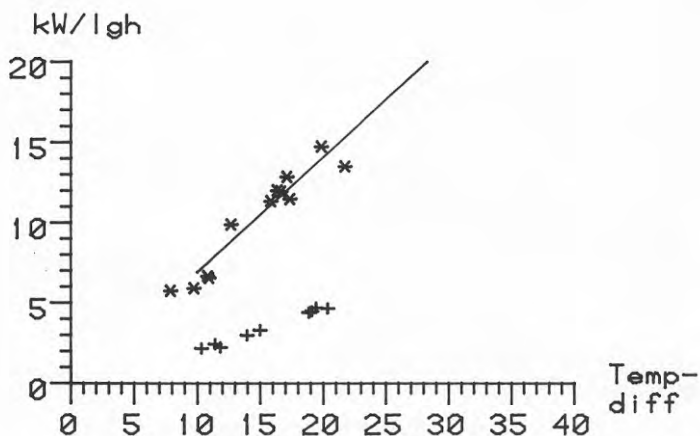
Energiförbrukning före åtgärd: 73.1 MWh/h
 Energiförbrukning före åtgärd: 7 381 liter olja/år

	<u>Före</u>	<u>Efter</u>	<u>Förändring</u>
Hushållselförbrukn (kWh/dygn)	60.0	-	-
Kallvattenförbrukning (liter/dygn)	932	-	-
Inomhustemperatur (°C)	20.5	21.0	-
Utomhustemperatur (°C)	6.0	5.2	-
Antal boende	4	4	-

Förändring i energiförbrukning under eftermätperioden.

Efterperiodens längd: 11 veckor
 Energiförbrukning "före" åtgärd: 20.6 MWh/efterperiod
 Energiförbrukning "efter" åtgärd: 6.8 MWh/efterperiod
 Förändringen i procent av före-förbrukningen: -67 %

Kommentarer: Inomhuspool.



Figur 5.26 Signatur för värmepump, objekt 206

Objekt nr: 401
 Län: Stockholms
 Byggnadsår: 1969
 Uppvärmad area: 252 m²
 Antal plan: 1
 Stomme: trä
 Grundläggningssätt: källare
 Total k-värde: 302 W/°C
 Uppvärmningssätt
 före åtgärd: olja
 Ventilationssystem: självdrag

Åtgärder: värmepump, grundvatten

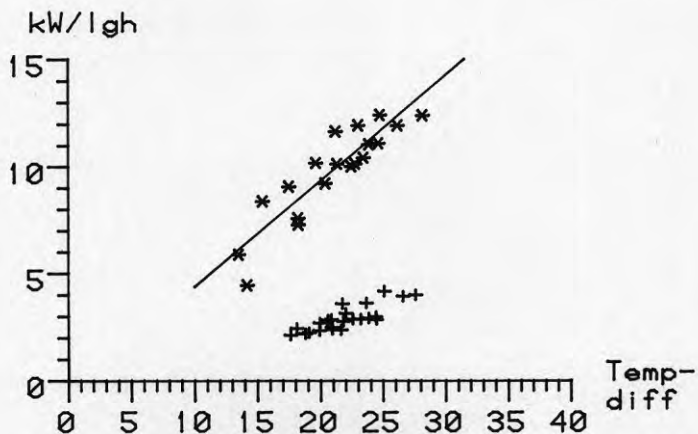
Energiförbrukning före åtgärd: 49.9 MWh/år
 Energiförbrukning efter åtgärd: 5 040 liter olja/år

	<u>Före</u>	<u>Efter</u>	<u>Förändring</u>
Kallvattenförbrukning (liter/dygn)	484	474	-10
Inomhustemperatur (°C)	18.4	19.6	-
Utomhustemperatur (°C)	-2.2	-2.4	-
Antal boende	4	4	-

Förändring i energiförbrukning under eftermätperioden.

Efterperiodens längd: 12 veckor
 Energiförbrukning "före" åtgärd: 20.8 MWh/efterperiod
 Energiförbrukning "efter" åtgärd: 6.0 MWh/efterperiod
 Förändringen i procent av föreförbrukningen: -71 %

Kommentarer: Hushållselschablon använd.



Figur 5.27 Signatur för värmepump, objekt 401

Objekt nr: 402
 Län: Stockholms
 Byggnadsår: 1963
 Uppvärmad area: 225 m²
 Antal plan: 1
 Stomme: sten
 Grundläggningssätt: källare
 Total k-värde: 531 W/°C
 Uppvärmningssätt
 före åtgärd: olja
 Ventilationssystem: självdrag

Åtgärder: värmepump, grundvatten

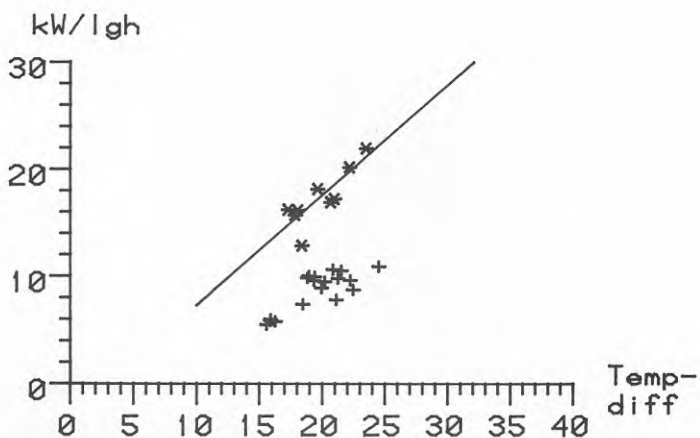
Energiförbrukning före åtgärd: 82.3 MWh/år
 Energiförbrukning före åtgärd: 8 314 liter olja/år

	<u>Före</u>	<u>Efter</u>	<u>Förändring</u>
Hushållselförbrukn (kWh/dygn)	36.7	-	-
Kallvattenförbrukning (liter/dygn)	552	551	-1
Inomhustemperatur (°C)	17.8	20.3	-
Utomhustemperatur (°C)	-2.1	0.5	-
Antal boende	5	5	-

Förändring i energiförbrukning under eftermätperioden.

Efterperiodens längd: 19 veckor
 Energiförbrukning "före" åtgärd: 55.9 MWh/efterperiod
 Energiförbrukning "efter" åtgärd: 28.4 MWh/efterperiod
 Förändringen i procent av före-
 förbrukningen: -49 %

Kommentarer: Elpatronen har gått hela tiden. Hushålls-
elschablon använd.



Figur 5.28 Signatur för värmepump, objekt 402

Objekt nr: 404
 Län: Stockholms
 Byggnadsår: 1911
 Uppvärmd area: 404 m²
 Antal plan: 2
 Stomme: sten
 Grundläggningssätt: källare
 Total k-värde: 563 W/°C
 Uppvärmningssätt
 före åtgärd: olja
 Ventilationssystem: självdreg

Åtgärder: värmepump, grundvatten

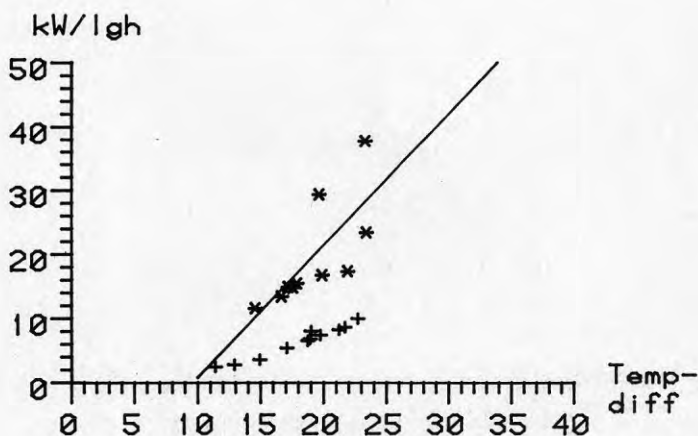
Energiförbrukning före åtgärd: 101.0 MWh/år
 Energiförbrukning före åtgärd: 10 199 liter olja/år

	<u>Före</u>	<u>Efter</u>	<u>Förändring</u>
Kallvattenförbrukning (liter/dygn)	-	630	-
Inomhustemperatur (°C)	19.1	20.0	-
Utomhustemperatur (°C)	-0.3	1.5	-
Antal boende	2	2	-

Förändring i energiförbrukning under eftermätperioden.

Efterperiodens längd: 15 veckor
 Energiförbrukning "före" åtgärd: 45.9 MWh/efterperiod
 Energiförbrukning "efter" åtgärd: 17.6 MWh/efterperiod
 Förändringen i procent av föreförbrukningen: -62 %

Kommentarer: Hushållsel- och varmvattenschablon använd.
 Eluppvärmt tappvarmvatten före åtgärd.



Figur 5.29 Signatur för värmepump, objekt 404

Objekt nr: 406
 Län: Stockholms
 Byggnadsår: 1910
 Uppvärmad area: 293 m²
 Antal plan: 2
 Stomme: trä
 Grundläggningssätt: källare
 Total k-värde: 688 W/°C
 Uppvärmningssätt
 före åtgärd: olja
 Ventilationssystem: självdreg

Åtgärder: värmepump, ytjord

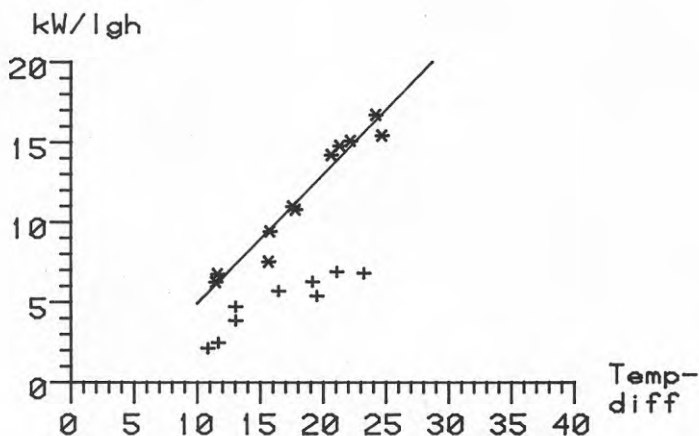
Energiförbrukning före åtgärd: 70.0 MWh/år
 Energiförbrukning före åtgärd: 7 072 liter olja/år

	<u>Före</u>	<u>Efter</u>	<u>Förändring</u>
Hushållselförbrukn (kWh/dygn)	29.4	-	-
Kallvattenförbrukning (liter/dygn)	922	-	-
Inomhustemperatur (°C)	19.3	19.8	-
Utomhustemperatur (°C)	1.0	3.0	-
Antal boende	4	4	-

Förändring i energiförbrukning under eftermätperioden.

Efterperiodens längd: 10 veckor
 Energiförbrukning "före" åtgärd: 17.1 MWh/efterperiod
 Energiförbrukning "efter" åtgärd: 8.7 MWh/efterperiod
 Förändringen i procent av föreförbrukningen: -49 %

Kommentarer: Solfångaranläggning har kopplats till systemet, men har inte fungerat. Hushålls-schablon använd.



Figur 5.30 Signatur för värmepump, objekt 406

Objekt nr: 604
 Län: Västerbottens
 Byggnadsår: 1970
 Uppvärmad area: 242 m²
 Antal plan: 1
 Stomme: trä
 Grundläggningssätt: källare
 Total k-värde: 193 W/°C
 Uppvärmningssätt
 före åtgärd: olja
 Ventilationsystem: självdreg

Åtgärder: värmepump, grundvatten

Energiförbrukning före åtgärd: 39.2 MWh/år

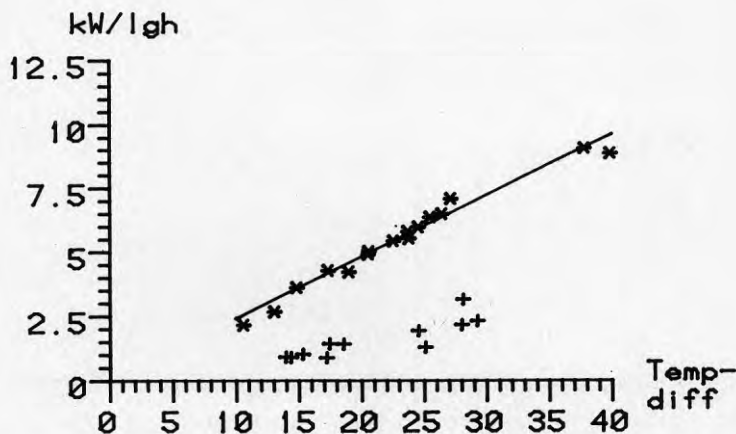
Energiförbrukning före åtgärd: 3 974 liter olja/år

	<u>Före</u>	<u>Efter</u>	<u>Förändring</u>
Hushållselförbrukn (kWh/dygn)	23.2	-	-
Kallvattenförbrukning (liter/dygn)	424	-	-
Inomhustemperatur (°C)	20.9	21.5	-
Utomhustemperatur (°C)	-1.8	0.5	-
Antal boende	5	5	-

Förändring i energiförbrukning under eftermätperioden.

Efterperiodens längd: 11 veckor
 Energiförbrukning "före" åtgärd: 9.3 MWh/efterperiod
 Energiförbrukning "efter" åtgärd: 2.9 MWh/efterperiod
 Förändringen i procent av föreförbrukningen: -68 %

Kommentarer: Hushållselschablon använd.



Figur 5.31 Signatur för värmepump, objekt 604

Objekt nr: 605
 Län: Västerbottens
 Byggnadsår: 1969
 Uppvärmd area: 260 m²
 Antal plan: 1
 Stomme: trä
 Grundläggningssätt: källare
 Total k-värde: 353 W/°C
 Uppvärmningssätt
 före åtgärd: olja
 Ventilationssystem: självdrag

Åtgärder: värmepump, ytjord

Energiförbrukning före åtgärd: 47.4 MWh/år

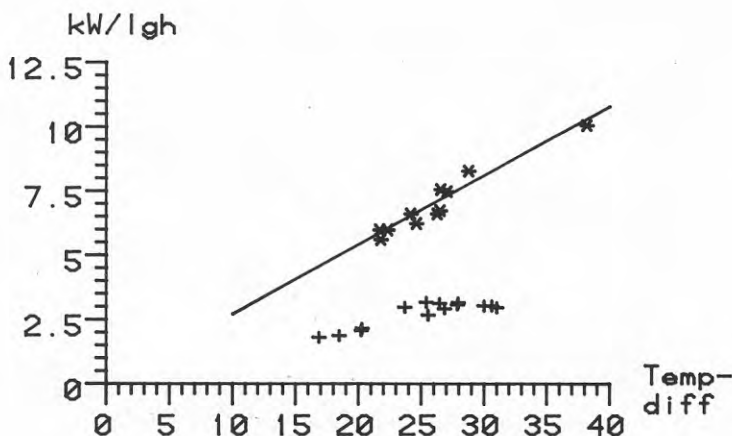
Energiförbrukning före åtgärd: 4 786 liter olja/år

	<u>Före</u>	<u>Efter</u>	<u>Förändring</u>
Hushållselförbrukn (kWh/dygn)	21.8	-	-
Kallvattenförbrukning (liter/dygn)	804	-	-
Inomhustemperatur (°C)	22.8	22.1	-
Utomhustemperatur (°C)	-3.3	-2.9	-
Antal boende	5	5	-

Förändring i energiförbrukning under eftermätperioden.

Efterperiodens längd: 13 veckor
 Energiförbrukning "före" åtgärd: 15.1 MWh/efterperiod
 Energiförbrukning "efter" åtgärd: 6.1 MWh/efterperiod
 Förändringen i procent av föreförbrukningen: -59 %

Kommentarer: Hushållselschablon använd.



Figur 5.32 Signatur för värmepump, objekt 605

5.5 Elkonvertering i småhus

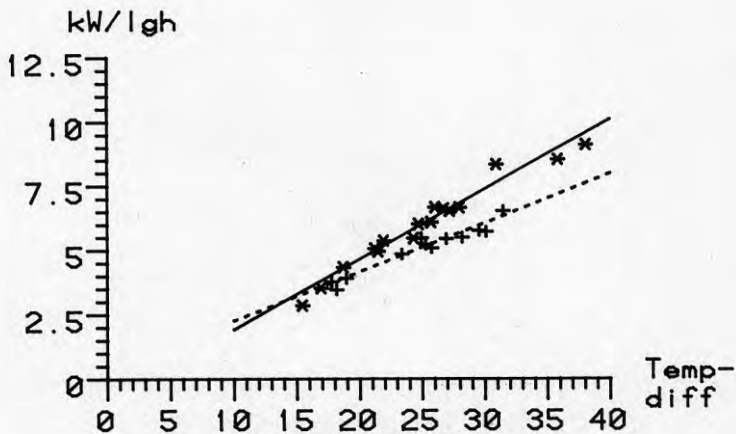
Objekt nr: 601
 Län: Västerbottens
 Byggnadsår: 1972
 Uppvärmd area: 232 m²
 Antal plan: 1
 Stomme: trä
 Grundläggningssätt: källare
 Total k-värde: 270 W/°C
 Uppvärmningssätt
 före åtgärd: olja
 Ventilationssystem: självdreg

 Åtgärder: elkassett

Energiförbrukning före åtgärd: 4 142 liter olja/år

	<u>Före</u>	<u>Efter</u>	<u>Förändring</u>
Energiförbrukning (MWh/år)	41.0	32.4	-8.6
Hushållselförbrukn (kWh/dygn)	26.3	-	-
Kallvattenförbrukning (liter/dygn)	726	-	-
Inomhustemperatur (°C)	22.3	20.9	-
Utomhustemperatur (°C)	-2.9	-4.2	-
Antal boende	4	4	-

Kommentarer: Hushållselschablon använd.



Figur 5.33 Signatur för elkonvertering, objekt 601

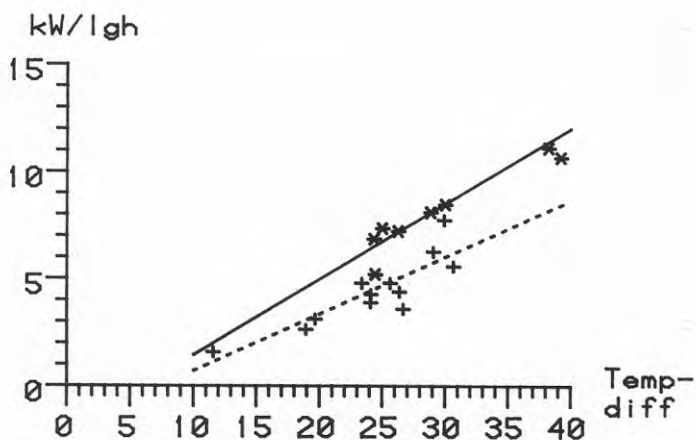
Objekt nr: 603
 Län: Västerbottens
 Byggnadsår: 1956
 Uppvärmad area: 190 m²
 Antal plan: 2
 Stomme: trä
 Grundläggningssätt: källare
 Total k-värde: 307 W/°C
 Uppvärmningssätt
 före åtgärd: olja
 Ventilationssystem: självdrag

Åtgärder: elpanna

Energiförbrukning före åtgärd: 4 624 liter olja/år

	<u>Före</u>	<u>Efter</u>	<u>Förändring</u>
Energiförbrukning (MWh/år)	45.8	27.4	-18.4
Inomhustemperatur (°C)	22.7	20.4	-
Utomhustemperatur (°C)	-6.8	-3.8	-
Antal boende	2	2	-

Kommentarer: Hushållselschablon använd.



Figur 5.34 Signatur för elkonvertering, objekt 603

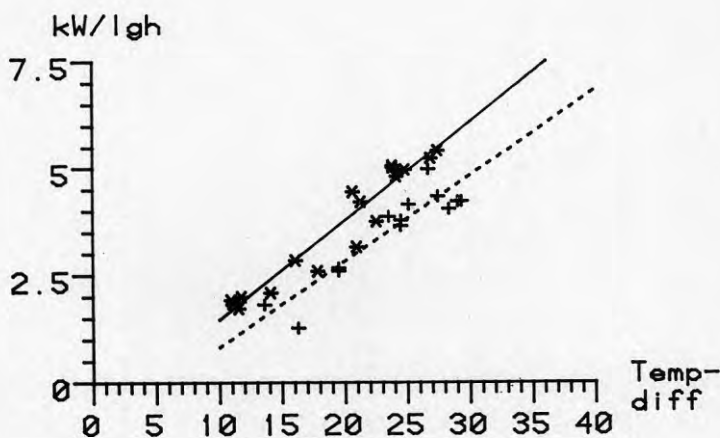
Objekt nr: 606
 Län: Västerbottens
 Byggnadsår: 1961
 Uppvärmad area: 125 m²
 Antal plan: 1
 Stomme: trä
 Grundläggningssätt: platta på mark
 Total k-värde: 135 W/°C
 Uppvärmningssätt
 före åtgärd: olja
 Ventilationssystem: självdreg

Åtgärder: elpanna

Energiförbrukning före åtgärd: 3 405 liter olja/år

	<u>Före</u>	<u>Efter</u>	<u>Förändring</u>
Energiförbrukning (MWh/år)	33.7	24.3	-9.4
Hushållselförbrukning (kWh/dygn)	17.2	-	-
Kallvattenförbrukning (liter/dygn)	305	-	-
Inomhustemperatur (°C)	21.8	21.2	-
Utomhustemperatur (°C)	2.4	-2.3	-
Antal boende	4	4	-

Kommentarer: Hushållselschablon använd.



Figur 5.35 Signatur för elkonvertering, objekt 606

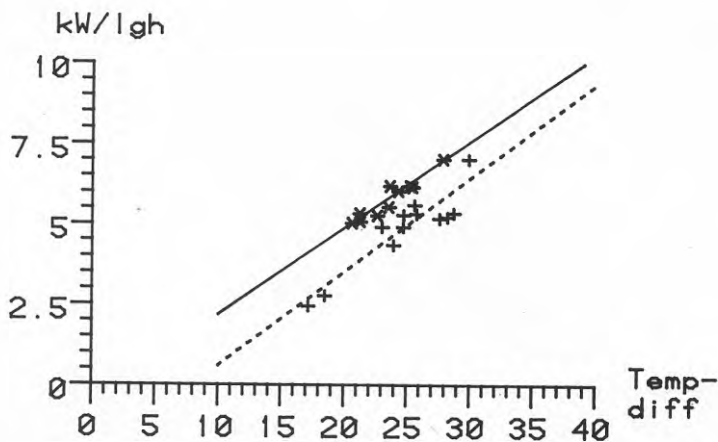
Objekt nr: 607
 Län: Västerbottens
 Byggnadsår: före 1900
 Uppvärmad area: 180 m²
 Antal plan: 2
 Stomme: trä
 Grundläggningssätt: källare
 Total k-värde: 247 W/°C
 Uppvärmningssätt
 före åtgärd: olja
 Ventilationssystem: självdreg

Åtgärder: elpanna

Energiförbrukning före åtgärd: 4 130 liter olja/år

	<u>Före</u>	<u>Efter</u>	<u>Förändring</u>
Energiförbrukning (MWh/år)	40.9	28.7	-12.7
Hushållselförbrukn (kWh/dygn)	10.8	-	-
Inomhustemperatur (°C)	21.3	20.4	-
Utomhustemperatur (°C)	-2.1	-3.8	-
Antal boende	2	2	-

Kommentarer: Hushållselschablon använd.



Figur 5.36 Signatur för elkonvertering, objekt 607

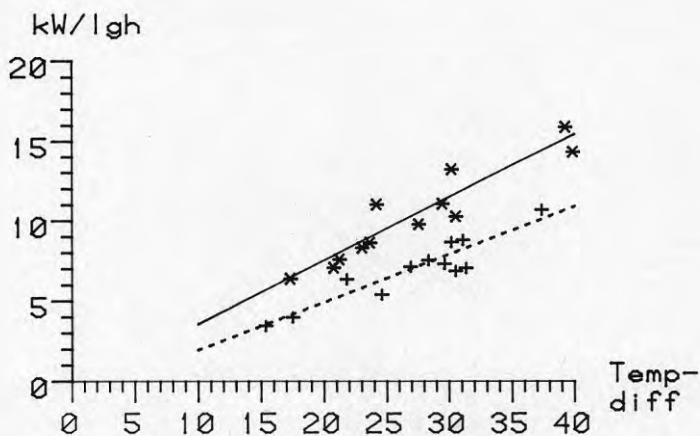
Objekt nr: 821
 Län: Norrbottens
 Byggnadsår: 1956
 Uppvärmad area: 288 m²
 Antal plan: 1
 Stomme: trä
 Grundläggningssätt: källare
 Total k-värde: 278 W/°C
 Uppvärmningssätt före åtgärd: olja
 Ventilationssystem: självdrag

Åtgärder: elpanna

Energiförbrukning före åtgärd: 6 329 liter olja/år

	<u>Före</u>	<u>Efter</u>	<u>Förändring</u>
Energiförbrukning (MWh/år)	62.7	42.0	-20.7
Kallvattenförbrukning (liter/dygn)	195	-	-
Inomhustemperatur (°C)	21.4	21.6	-
Utomhustemperatur (°C)	-4.7	-3.4	-
Antal boende	1	1	-

Kommentarer: Hushållselschablon använd.



Figur 5.37 Signatur för elkonvertering, objekt 821

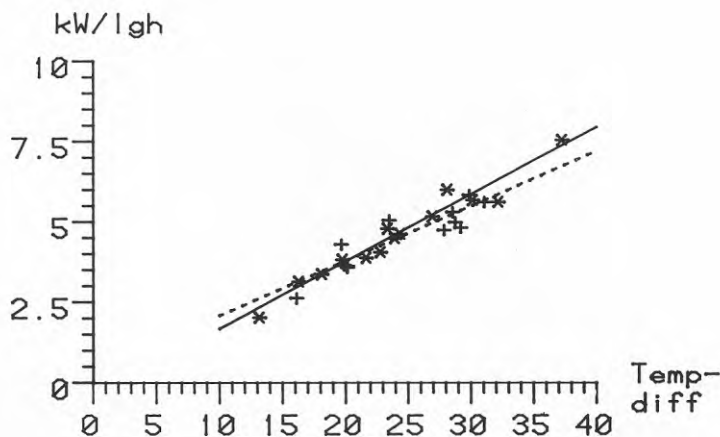
Objekt nr: 822
 Län: Norrbottens
 Byggnadsår: 1965
 Uppvärmad area: 243 m²
 Antal plan: 1
 Stomme: trä
 Grundläggningssätt: källare
 Total k-värde: 188 W/°C
 Uppvärmningssätt
 före åtgärd: olja
 Ventilationsystem: självdrag

Åtgärder: elpanna

Energiförbrukning före åtgärd: 3 773 liter olja/år

	<u>Före</u>	<u>Efter</u>	<u>Förändring</u>
Energiförbrukning (MWh/år)	37.4	35.9	-1.5
Hushållselförbrukn (kWh/dygn)	14.2	-	-
Kallvattenförbrukning (liter/ dygn)	347	-	-
Inomhustemperatur (°C)	20.6	21.1	-
Utomhustemperatur (°C)	-3.3	-3.4	-
Antal boende	4	5	-

Kommentarer: Hushållselschablon använd.



Figur 5.38 Signatur för elkonvertering, objekt 822

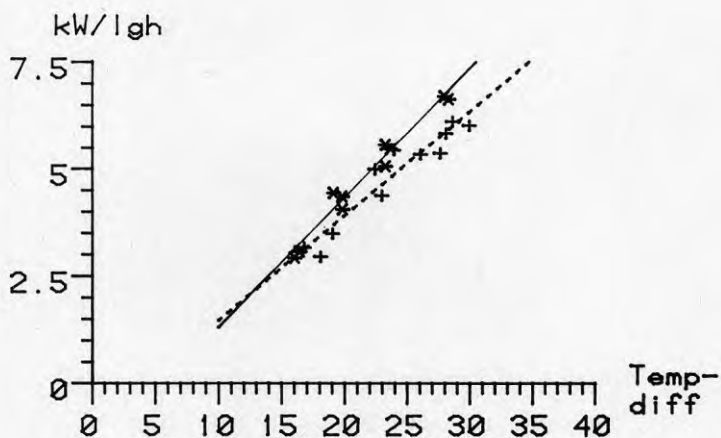
Objekt nr: 823
 Län: Norrbottens
 Byggnadsår: 1936
 Uppvärmd area: 240 m²
 Antal plan: 1½
 Stomme: trä
 Grundläggningssätt: källare
 Total k-värde: 142 W/°C
 Uppvärmningssätt
 före åtgärd: olja
 Ventilationssystem: självdreg

Åtgärder: elpanna

Energiförbrukning före åtgärd: 3 901 liter olja/år

	<u>Före</u>	<u>Efter</u>	<u>Förändring</u>
Energiförbrukning (MWh/år)	38.6	33.1	-5.5
Kallvattenförbrukning (liter/dygn)	397	-	-
Inomhustemperatur (°C)	20.0	20.2	-
Utomhustemperatur (°C)	-1.7	-3.7	-
Antal boende	2	2	-

Kommentarer: Hushållselschablon använd.



Figur 5.39 Signatur för elkonvertering, objekt 823

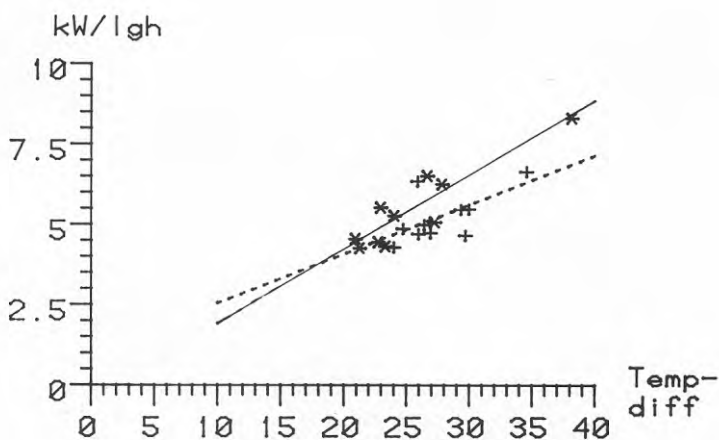
Objekt nr: 841
 Län: Norrbottens
 Byggnadsår: 1956
 Uppvärmad area: 239 m²
 Antal plan: 1
 Stomme: trä
 Grundläggningssätt: källare
 Total k-värde: 335 W/°C
 Uppvärmningssätt
 före åtgärd: olja
 Ventilationssystem: självdrag

Åtgärder: elkassett

Energiförbrukning före åtgärd: 3 539 liter olja/år

	<u>Före</u>	<u>Efter</u>	<u>Förändring</u>
Energiförbrukning (MWh/år)	35.0	32.8	-2.2
Hushållselförbrukn (kWh/dygn)	30.0	-	-
Kallvattenförbrukning (liter/dygn)	285	-	-
Inomhustemperatur (°C)	20.6	20.7	-
Utomhustemperatur (°C)	-5.1	-7.0	-
Antal boende	2	2	-

Kommentarer: Hushållselschablon använd.



Figur 5.40 Signatur för elkonvertering, objekt 841

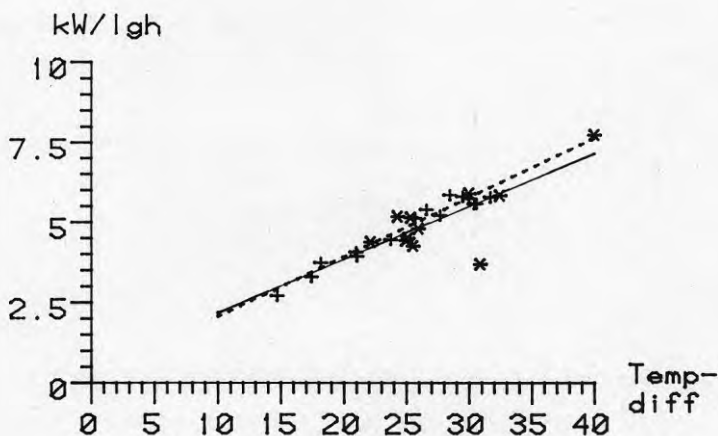
Objekt nr: 843
 Län: Norrbottens
 Byggnadsår: 1972
 Uppvärmd area: 163 m²
 Antal plan: 1
 Stomme: trä
 Grundläggningssätt: kryppgrund
 Total k-värde: 68 W/°C
 Uppvärmningssätt
 före åtgärd: olja
 Ventilationssystem: självdug

 Åtgärder: elkassett

Energiförbrukning före åtgärd: 3 629 liter olja/år

	<u>Före</u>	<u>Efter</u>	<u>Förändring</u>
Energiförbrukning (MWh/år)	35.9	35.9	0
Kallvattenförbrukning (liter/dygn)	313	-	-
Inomhustemperatur (°C)	23.1	23.0	-
Utomhustemperatur (°C)	-4.4	-2.0	-
Antal boende	2	2	-

Kommentarer: Hushållseshablon använd.



Figur 5.41 Signatur för elkonvertering, objekt 843

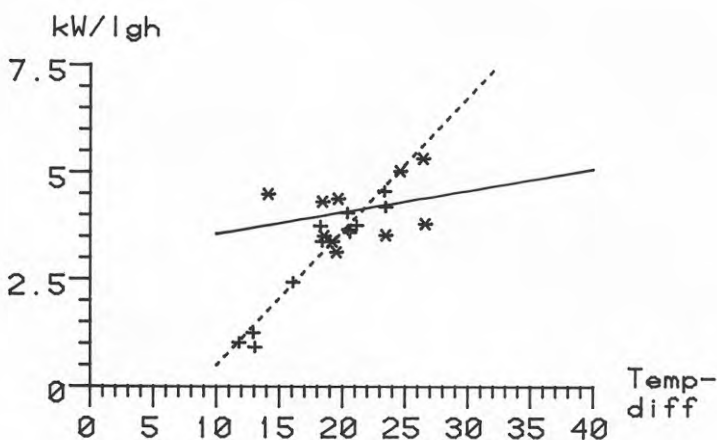
5.6 Fönsterisolering i småhus

Objekt nr: 201
 Län: Göteborgs och Bohus
 Byggnadsår: 1975
 Uppvärmad area: 264 m²
 Antal plan: 1½
 Stomme: trä
 Grundläggningssätt: källare
 Uppvärmningssätt: el
 Ventilationssystem: självdrag

Åtgärder: komplettering till treglasfönster
 åtgärdad area: 23 m²

	<u>Före</u>	<u>Efter</u>	<u>Förändring</u>
Total k-värde (W/°C)	207	184	-23
Energiförbrukning (MWh/år)	27.3	20.4	-5.9
Kallvattenförbrukning (liter/ dygn)	194	-	-
Inomhustemperatur (°C)	21.8	20.5	-
Utomhustemperatur (°C)	0.8	2.9	-
Antal boende	2	2	-

Kommentarer: Hushållselschablon använd.



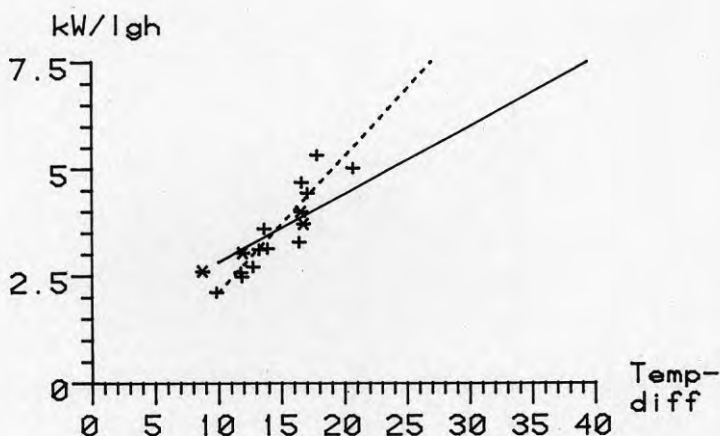
Figur 5.42 Signatur för fönsterisolering, objekt 201

Objekt nr: 204
 Län: Hallands
 Byggnadsår: 1929
 Uppvärmad area: 255 m²
 Antal plan: 3
 Stomme: trä
 Grundläggningssätt: källare
 Uppvärmningssätt: el
 Ventilationssystem: självdrag

Åtgärder: komplettering till treglasfönster
 åtgärdad area: 31 m²

	<u>Före</u>	<u>Efter</u>	<u>Förändring</u>
Total k-värde (W/°C)	431	400	-31
Energiförbrukning (MWh/år)	26.0	27.9	1.9
Hushållselförbrukn (kWh/dygn)	17.0	-	-
Inomhustemperatur (°C)	20.6	20.2	-
Utomhustemperatur (°C)	7.2	5.6	-
Antal boende	3	3	-

Kommentarer: Hushållselschablon använd.



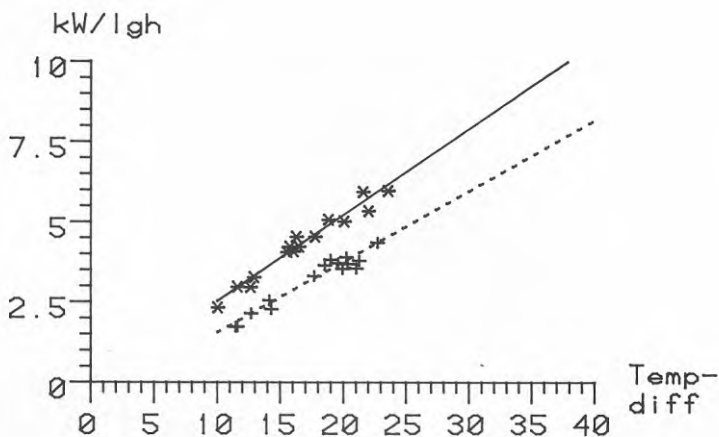
Figur 5.43 Signatur för fönsterisolering, objekt 204

5.7 Väggisolering i småhus

Objekt nr: 4
 Län: Malmöhus
 Byggnadsår: 1900
 Uppvärmd area: 121 m²
 Antal plan: 1½
 Stomme: sten
 Grundläggningssätt: källare
 Uppvärmningssätt: olja
 Ventilationssystem: självdrag

Åtgärder: tilläggsisolering av vägg
 isolertjocklek: 5 cm
 isolerad area: 114 m²

	<u>Före</u>	<u>Efter</u>	<u>Förändring</u>
Total k-värde (W/°C)	259	196	-63
Energiförbrukning (l olja/år)	3 150	2 494	-656
Energiförbrukning (MWh/år)	31.2	24.7	-6.5
Hushållselförbrukn (kWh/dygn)	13.8	12.2	-
Kallvattenförbrukning (liter/dygn)	223	239	-
Inomhustemperatur (°C)	20.0	20.5	-
Utomhustemperatur (°C)	3.4	2.9	-
Antal boende	2	2	-



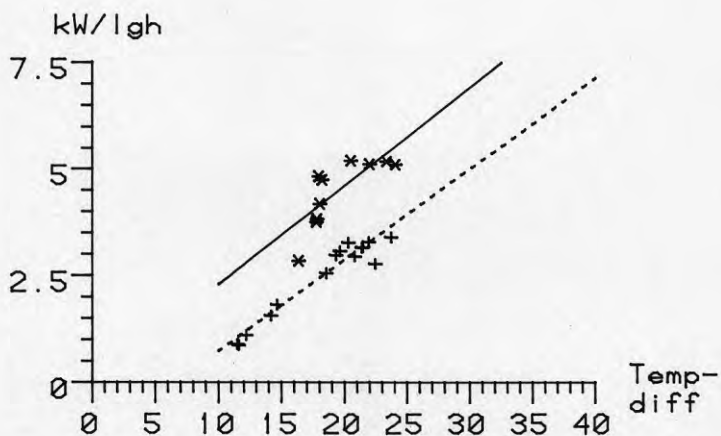
Figur 5.44 Signatur för väggisolering, objekt 4

Objekt nr: 5
 Län: Malmöhus
 Byggnadsår: 1907
 Uppvärmad area: 106 m²
 Antal plan: 1½
 Stomme: sten
 Grundläggningssätt: krypgrund
 Uppvärmningssätt: el
 Ventilationssystem: självdreg

Åtgärder: tilläggsisolering av vägg
 isolertjocklek: 9.5 cm
 isolerad area: 111 m²

	<u>Före</u>	<u>Efter</u>	<u>Förändring</u>
Total k-värde (w/°C)	317	201	-116
Energiförbrukning (MWh/år)	27.8	17.6	10.2
Inomhustemperatur (°C)	21.5	21.1	-
Utomhustemperatur (°C)	1.9	2.9	-
Antal boende	5	5	-

Kommentarer: Hushållseshablon använd. Ej samma familj i föreperiod och efterperiod.



Figur 5.45 Signatur för väggisolering, objekt 5

6. SAMMANSTÄLLNING

6.1 Inledning

I det nu pågående Högskoleprojekt II undersöks de variationer i besparingseffekt av olika energisparåtgärder som konstaterades i Högskoleprojekt I. Med hjälp av energi- och temperaturmätningar före och efter åtgärd studeras om hela den tekniskt möjliga besparingen uppnås eller om en del av effekten används för att höja inomhustemperaturen. Genom denna studie har man bättre möjligheter att förklara variationer i besparingsresultat. De resultat som rapporteras från Högskoleprojekt II i denna rapport är preliminära.

De 45 små- och flerbostadshusen i Högskoleprojekt II, för vilka både före- och eftermätningar föreligger, har åtgärdats på följande sätt:

- Åtgärdspaket i 14 flerbostadshus
- Vindsisolering i 8 flerbostadshus
- Värmepump i 10 småhus
- Elkonvertering i 9 småhus
- Fönsterisolering i 2 småhus
- Väggisolering i 2 småhus.

6.2 Åtgärdspaket

Åtgärdspaketet skall bestå av minst tre åtgärder, varav minst en skall vara byggnadsteknisk och minst en installationsteknisk. I förundersökningen består åtgärdspaketet huvudsakligen av vindsisolering, tätning av fönster, installation av termostatventiler samt injustering av värmesystem.

I 12 av 14 fall minskade energiförbrukningen i denna grupp, se tabell 6.1. Den genomsnittliga minskningen var från en föreförbrukning på 206 till en efterförbrukning på 178 kWh/m², år, d v s en minskning med 14 %. En klar tendens är att man sparat mest i de objekt där energiförbrukningen var hög före åtgärd.

Tabell 6.1 Uppmätt klimatkorrigerad förändring av energiförbrukningen i 14 flerbostadshus där åtgärds paket utförts.

Husen är ordnade efter energiförbrukning före åtgärd. Åtgärdsnumrering:

- | | |
|----------------------|--------------------------------------|
| 1. Vindsisolering | 6. Motorshunt/reglerutrustning |
| 2. Väggisolering | 7. Injustering värme |
| 3. 3-glasfönster | 8. Injustering ventilation |
| 4. Tätning fönster | 9. FVP för vv och värme |
| 5. Termostatventiler | 10. Byte av panna och/eller brännare |

Åtgärd nr	Objekt nr	Antal lgh	Uppv area /lgh	Antal plan	Energiförbrukning kWh/m ² , år		
					Före	Efter	Förändr
12345678910							
23 567	701	8	61	3	308	236	- 72
1 5 78	506	35	78	3	260	223	- 37
1 45 7 910	504	112	95	9	259	204	- 55
1 45 10	502	38	77	3½	251	127	-124
12 5 78	507	36	92	3	240	227	- 13
1 7 10	102	52	74	3½	218	204	- 14
1 45 7	508	28	90	4	211	208	- 3
1 45 10	501	73	90	3	193	188	- 5
1 5 7	103	78	80	3	192	164	- 28
1 5 7	101	21	104	4	173	174	+ 1
3 5 78	314	14	63	3	162	158	- 4
3 5 78	318	19	84	3	157	136	- 21
3 5 78	316	21	79	3	134	123	- 11
3 5 78	320	14	87	3	119	125	+ 6

6.3 Vindsisolering

För de vindsisolerade flerbostadshusen minskade energiförbrukningen i 6 objekt och var oförändrad i 2. Vindsisoleringen i dessa flerbostadshus består av enbart tilläggsisolering av vindsbjälklag. Den genomsnittliga minskningen var från en föreförbrukning på 220 till en efterförbrukning på 206 kWh/m², år, d v s en minskning med 6 %, se tabell 6.2. Även här varierade besparingarna mycket mellan olika objekt. Några teoretiska beräkningar av spareffekten har ännu inte hunnit göras, varför man inte kan bekräfta de goda genomsnittliga energibesparingarna för vindsisoleringarna som erhöles i Högskoleprojekt I.

Tabell 6.2 Uppmätt klimatkorrigerad förändring av energiförbrukningen i 8 flerbostadshus där vindsisolering utförts.

Husen är ordnade efter energiförbrukning före åtgärd.

Objekt nr	Antal lgh	Uppv area /lgh	Antal plan	Energiförbrukning, kWh/m ² , år		
				Före	Efter	Förändring
511	12	63	3	322	292	- 30
515	35	74	3	288	250	- 38
104	17	70	4	250	241	- 9
105	16	96	5	224	210	- 14
514	57	89	3	192	178	- 14
512	36	91	4	181	181	0
513	36	91	4	174	170	- 4
516	148	95	7	128	128	0

6.4 Värmepumpar

För småhus är de studerade värmepumpsanläggningarna av särskild betydelse med tanke på att sådana installeras i stor omfattning för närvarande och anförs ge goda besparingar. De resultat som föreligger är från 5 grundvattenvärmepumpar, 4 ytjordvärmepumpar och 1 som tar värme från uteluften. Den beräknade förändringen i energiförbrukning var i genomsnitt 62 % och varierade mellan 46 och 89 %, se tabell 6.3.

För dessa objekt har också den relativa värmefaktorn beräknats. Denna faktor är ett mått på kvoten av energiförbrukningen i ett elvärt hus utan värmepump och energiförbrukningen i samma hus med värmepump. För 9 av de 10 husen ligger den relativa värmefaktorn mellan 1.2 och 2.3 med ett medelvärde på 1.7. Detta är samma nivå som man kan hitta i andra studier, se Hammarsten (1983). De relativa värmefaktorerna är emellertid i genomsnitt lägre än vad som normalt anges för värmepumparna. Anledningen till att en så hög förbrukningsförändring som 89 % och relativ värmefaktor som 5.7 uppmätts för ett av objekten är under utredning.

Tabell 6.3 Uppmätt klimatkorrigerad förändring av energiförbrukningen i 10 småhus där värme-pumpar installerats

Husen är ordnade efter energiförbrukning före åtgärd. För den relativa värmefaktorn gäller att energiförbrukningen före åtgärd räknats om till att gälla för huset som om det vore eluppvärmt. Verkningsgraden för oljepannan har därvid satts till 0.65.

Typ av värmepump	Ob- jekt nr	Uppv area	Energi- förbrukn före åtg (MWh/år)	Efterperiod		Rel vär- me- fakt	För- änd- ring i %
				Längd (veck)	Ute- temp		
Grundvatten	404	404	101.0	15	1.5	1.7	- 62
Grundvatten	402	225	82.3	19	0.5	1.3	- 49
Grundvatten	206	337	73.1	11	5.2	2.0	- 67
Ytjord	406	293	70.0	10	3.0	1.3	- 49
Grundvatten	401	252	49.9	12	-2.4	2.3	- 71
Ytjord	605	257	47.4	13	-3.0	1.6	- 59
Ytjord	6	250	46.2	14	2.9	1.5	- 57
Grundvatten	604	242	39.4	11	0.5	2.1	- 68
Uteluft	3	181	36.5	14	3.9	1.2	- 46
Ytjord	7	139	35.5	14	2.9	5.7	- 89

6.5 Elkonvertering

Av de studerade småhusen som bytt uppvärmningssätt och gått över från olje- till elvärmning hade 4 installerat elkassett och 5 installerat elpanna. I samtliga fall minskade energiförbrukningen om vi låter 1 liter olja motsvara 9.935 kWh, se tabell 6.4. I genomsnitt minskade energiförbrukningen från 41.2 till 32.5 MWh per år, d v s en sänkning på 21 %. Detta berodde till stor del på verkningsgradsförbättringar. Variationerna var även i detta fall stora.

Pannförlusterna i oljeeldade småhus uppgår ofta till 35 %. En av anledningarna till att besparingen vid elkonvertering var mindre än så i dessa 9 småhus är att vissa pannförluster kvarstår även efter konvertering. Frågan om elkonvertering medför en energibesparing ur samhällsekonomisk synpunkt är givetvis svår att besvara eftersom man härvid också måste ta hänsyn till bl a produktionssätt och förluster i elproduktionen.

Tabell 6.4 Uppmätt klimatkorrigerad förändring av energiförbrukningen i 9 småhus, som försetts med elkassett eller elpanna.

Husen är ordnade efter energiförbrukningen före åtgärd. Förbrukningen av olja under föreperioden har räknats om till kWh, varvid 1 liter olja motsvarar 9.935 kWh.

Åtgärd	Objekt nr	Uppvärmd area	Energiförbrukning, MWh/år		
			Före	Efter	Förändring
Elpanna	821	288	62.7	41.9	- 20.8
Elkassett	603	190	45.8	27.4	- 18.4
Elkassett	601	232	41.0	32.4	- 8.6
Elpanna	607	180	40.9	28.7	- 12.2
Elpanna	823	240	38.6	33.1	- 5.5
Elpanna	822	243	37.4	35.9	- 1.5
Elkassett	843	163	35.9	35.9	0
Elkassett	841	239	35.0	32.8	- 2.2
Elpanna	606	125	33.7	24.3	- 9.4

6.6 Fönster- och väggisolering

De studerade byggnadstekniska åtgärderna i småhus är få till antalet. Besparingarna för väggisolering var stora i båda fallen. De två fönsterisoleringarna gav en god besparing i det ena fallet och en ökad förbrukning i det andra, se tabell 6.5.

Tabell 6.5 Uppmätt klimatkorrigerad förändring av energiförbrukningen i 4 småhus, där isoleringsåtgärder utförts.

Husen är ordnade efter energiförbrukning före åtgärd.

Åtgärd	Objekt nr	Uppvärmd area	Energiförbrukning, MWh/år		
			Före	Efter	Förändring
Väggisolering	4	121	31.2	24.7	- 6.5
Väggisolering	5	106	27.8	17.6	- 10.2
Kompl till 3-glasfönster	201	264	27.3	20.4	- 6.9
Kompl till 3-glasfönster	204	255	26.0	27.9	+ 1.9

6.7 Inomhustemperatur

En viktig fråga är också om inomhustemperaturerna förändras när energibesparande åtgärder genomförs. I de flesta studerade åtgärdsapaketen ingick installation av termostatventiler och inreglering av värmesystemet, vilket ger förutsättningar för sänkning av inomhustemperaturen. Av de 45 studerade objekten ökade inomhustemperaturen i hälften av fallen och minskade i hälften, d v s någon systematisk förändring av inomhustemperaturen kunde inte konstateras, se tabell 6.6. Vidare är den genomsnittliga inomhustemperaturen hög både före och efter åtgärd, särskilt i flerbostadshusen.

Den genomsnittliga inomhustemperaturen i flerbostadshusen var ca 22.1°C och 20.8°C i småhusen. Samma skillnad i inomhustemperatur mellan små- och flerbostadshus konstaterades även i en undersökning vintern och våren 1982. I de 144 små- och flerbostadshus som då undersöktes var inomhustemperaturen i genomsnitt 21.8°C i flerbostadshusen och 20.4°C i småhusen, se Holgersson och Norlén (1982).

I fyra av flerbostadshusen har byte av mätlägenhet gjorts mellan före- och efterperiod.

Tabell 6.6 Genomsnittliga inomhustemperaturer före och efter åtgärd i flerbostadshus och småhus

Hustyp	Antal hus	Inomhustemperatur, °C	
		Före åtgärd	Efter åtgärd
Flerbostadshus	22	22.2	22.0
Småhus	23	20.8	20.8

6.8 Slutsatser

Vi drar följande slutsatser från Högscoleprojekt II's förundersökning.

En klar genomsnittlig minskning av energiförbrukningen har uppnåtts i de åtgärdade objekten, men det föreligger en betydande variation mellan de enskilda objekten.

De åtgärdsapaketen som utfördes i flerbostadshusen gav i genomsnitt en minskning av energiförbrukningen med 14 %. De största minskningarna uppmättes i objekt med höga föreförbrukningar.

För flerbostadshusen där vindsisolering utförts minskade energiförbrukningen i 6 objekt och var oförändrad i övriga. Minskningen varierade mycket mellan objekten. Den genomsnittliga minskningen var 6 %.

Installation av värmepump i småhus gav en beräknad förbrukningsminskning på i genomsnitt 62 %, med variationer mellan 46 och 89 %. Vidare erhöles en relativ värmefaktor som i genomsnitt var lägre än den värmefaktor som normalt anges för värmepumparna.

Elkonvertering från olje- till eluppvärmning i småhus gav en sänkning av energiförbrukningen som motsvarar en verkningsgradsförbättring på mellan 0 och 40 %, i genomsnitt 21 %.

Inomhustemperaturen i de undersökta objekten låg på en förhållandevis hög nivå både före och efter åtgärd.

Det bör understrykas att endast 45 objekt har medtagits i denna rapportering, vilket starkt begränsar möjligheterna att dra generella slutsatser.

7. FORTSATT ARBETE

7.1 Analyser av olika faktorerers inverkan

De preliminära resultat som presenterats i denna rapport måste analyseras närmare för att man skall kunna ange hur säkra de redovisade förändringarna är. Resultatet från dessa analyser kommer att ge underlag för bestämningen av effekten av de studerade åtgärderna, d v s för övergången från förändrings- till effektmått.

Nedan följer en genomgång av de faktorer som kommer att studeras närmare i det fortsatta arbetet. Syftet med detta arbete är att förklara de variationer i uppmätt förändring i energiförbrukning, som konstaterats för de olika åtgärderna.

Utetemperatur. För samtliga objekt där en viss klimatstation angivits som "bästa" alternativ, har vi antagit att uppgifterna från denna station beskriver den genomsnittliga utomhustemperaturen för dessa objekt under ett normalår. I denna lägesrapport försummas lokala variationer i utomhustemperaturen.

Tanken är att vi skall korrigera normalårstemperaturer för lokala temperaturvariationer med hjälp av en analys av sambandet mellan våra uppmätta temperaturer och SMHIs temperaturer för före- och efterperioderna.

Normalårstemperatur. Utöver inverkan av lokala klimatvariationer, vet vi idag inget om konsekvenserna av användning av det av oss använda normalåret. Vårt normalår baserar sig på SMHIs uppgifter från åren 1951-80. I många tidigare energiundersökningar är normalåret baserat på uppgifter från åren 1931-60. I Högskoleprojekt I användes uppgifter från åren 1972-79. Vi planerar att undersöka skillnader mellan olika "normalår" och konsekvenser av dessa skillnader.

Sol och vind. I viss utsträckning tar vi hänsyn till inverkan av solinstrålning och vind på energiförbrukningen, eftersom det föreligger en betydande samvariation mellan utomhustemperatur, vind och solinstrålning. Vi behöver emellertid utföra analyser av den direkta inverkan av solinstrålning och vind. Här kommer vi att ta hänsyn till objektets orientering. För dessa analyser har vi införskaffat sol- och vinddata från SMHI.

Kritisk temperaturskillnad inne-ute. I föreliggande rapport har ett och samma värde $\Delta^* = 10^\circ\text{C}$ valts som kritisk temperaturskillnad vid vilken huset måste tillföras värme från uppvärmningssystemet. Vi har försummat variationer i den kritiska temperaturskillnaden som beror av variationer i värmebehov och uppvärmningsvanor mellan objekten. Likaså har vi antagit att den kritiska temperaturskillnaden är lika stor efter åtgärd som den var före åtgärd. Hela frågan om hur vi skall beräkna den kritiska temperaturskillnaden och de därmed

sammanhängande följdfrågorna om hur beräkning av antalet grad- och vintertimmar skall göras, måste utredas närmare.

Inomhustemperatur. Med den beräkningsmodell som används i föreliggande rapport inkluderas i förändringsmått effekten av eventuell ändring av inomhustemperaturen i samband med genomförandet av en åtgärd. En närmare analys av inomhustemperaturen och dess förändringar kommer att göras med hjälp av de utförda mätningarna i projektet. Förändring av inomhustemperaturen kan komma att visa sig spela en betydelsefull roll vid kommande uppdelning av uppmätt förändring enligt följande schema:

$$\left[\begin{array}{c} \text{Uppmätt} \\ \text{för-} \\ \text{ändring} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{Uppmätt} \\ \text{effekt av} \\ \text{sparåtgärden} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c} \text{Den del av för-} \\ \text{ändringen som ej} \\ \text{beror på åtgärden} \end{array} \right]$$

Mätningarnas tillförlitlighet. Tre skillnader i föreliggande projekt i förhållande till Höskoleprojekt I är att vi nu kan använda:

- Mätningar i stället för användning av schablonvärden för inomhustemperatur
- Mätningar i stället för användning av SMHI-data för utomhustemperaturen under mätperioderna
- Mätningar i stället för användning av befintliga energiförbrukningsuppgifter.

Man kan vänta sig att dessa förbättringar av dataunderlaget ger säkrare resultat än förra gången. Ett arbete pågår för närvarande som syftar till att undersöka mätfelens faktiska storlek och deras inverkan på resultaten från undersökningen, se Vallenor och Wikström (1984).

7.2 Uppföljningsstudier

För att försöka förklara variationerna i spareffekt kommer också uppföljningsstudier att göras i ett urval av de studerade objekten. Uppföljningsstudier planeras att göras bl a i

- hus där särskilt stora respektive små energibesparingar uppmätts,
- hus där mätningar under en andra efterperiod utförs i syfte att analysera om besparingen ändras över tiden, och
- hus där energibesparing varit svår att mäta upp beroende på ett icke linjärt förhållande mellan energiförbrukningen och temperaturskillnaden inom- och utomhus.

Dessa studier syftar bl a till att erhålla ett underlag för att rekommendera hur det normala eller vanliga utförandet (praxis) bör förändras och i vilka slags hustyper olika åtgärder är lämpliga att utföra, för att största möjliga spareffekt skall tillvaratas. Studierna med återbesiktningar kommer till största delen att genomföras under vintern 1985/86 i ca 80 objekt.

Vid återbesiktningarna utförs kompletterande mätningar och intervjuer med de boende. Vidare kompletteras de tidigare insamlade byggnads- och installationstekniska uppgifterna om objektet med ytterligare besiktningssuppgifter.

Uppföljningsstudierna kan indelas efter sju olika rubriker:

- Transmission
- Ventilation och luftinläckning
- Värmesystem
- Värmedistribution och -reglering
- Boendevanor
- Energiförbrukning och klimatdata
- Åtgärd.

Transmission. Vid uppföljningen genomförs okulära kontroller av klimatskärmen. En IR-kamera kan användas för att lokalisera partier med dålig isolering. Vidare genomförs värmeflödes- och ytemperaturmätningar för vissa delar av klimatskärmen.

Ventilation och luftinläckning. Vid uppföljningen bestäms husets täthet med tryckprovning. Luftomsättningen mäts med spårgas- och luftflödesmätningar. En okulärbesiktning av klimatskärmen genomförs. Vidare kontrolleras vid uppföljningen om fuktproblem eller andra hygieniska problem uppkommit i huset efter åtgärdens genomförande.

Värmesystem. Vid uppföljningsbesiktningen utförs, om anläggningen är oljeeldad, rökgasanalyser för att bestämma rökgasförlusterna och därigenom pannans verkningsgrad. Uppfattning om strålningsförluster kan erhållas genom mätning av pannrumstemperatur och ytemperatur på pannor, luckor, varmvattenberedare, rörledning, ventilhus etc samt kontroll av isoleringsgraden för dessa delar.

Stilleståndsförluster kan till viss del analyseras med hjälp av de drifttidsmätningar som utförs på pannan.

Värmedistribution och -reglering. Vid återbesiktningen i flerbostadshusen skall lufttemperaturer i en stor del av lägenheterna mätas. Detta för att kartlägga temperaturfördelningen i objektet. Vi får därigenom också en kontroll av om den inomhustemperatur som vi använt för objektet vid beräkningen av spareffekten är riktigt vald eller om en del av variationen i besparingen kan förklaras med valet av inomhustemperatur.

I småhusen mäts temperaturfördelningen i de olika rummen av samma anledning. Vidare mäts, i både små- och flerbostadshus, fram- och returledningstemperatur vid pannan eller undercentralen, vid stammar och vid radiatorer. Mätning av framledningstemperaturen kan bli en uppfattning om reglercentralen fungerar som den skall.

En okulärbesiktning av distributions- och reglerutrustningen görs för att avgöra konditionen på de olika delarna. Det kan t ex innebära att man kontrollerar radiatorventilerna för att se om de går att reglera eller om de är så gamla och slitna att detta inte är möjligt.

Boendevanor. Uppföljningen på området sker huvudsakligen genom intervjuer med de boende och förbrukningsmätningar. Intervjuerna bör ta upp saker som önskad inomhustemperatur, vädringsvanor, bad- och duschvanor, attityder till energibesparing m m. Uppgifter om vilka typer av elektriska apparater som finns i huset tas in. Hushållselförbrukning och vattenförbrukning mäts, liksom inomhustemperaturen och varmvattentemperaturen.

Energiförbrukning och klimatdata. Mätning av energiförbrukning för uppvärmning och varmvattenberedning upprepas för att se om någon förändring sedan den tidigare eftermätningen har inträffat eller om huset fortfarande uppvisar en extremt stor alternativt liten energibesparing. Svårigheter att analysera denna utveckling kan förekomma på grund av att man har utfört ytterligare energisparåtgärder eller att man markant har ändrat sina boendevanor på grund av ökade energipriser, information m m.

Klimatuppgifter som utomhustemperatur, solstrålning och vindhastigheter mäts vid besiktningstillfället. Dessa mätresultat kommer härvid att jämföras med motsvarande uppgifter från SMHI.

Åtgärd. De utförda åtgärderna kontrolleras, dels genom okulärbesiktning för att kontrollera utförandet, dels genom intervjuer med de boende om hur åtgärderna fungerat och eventuella problem man haft med åtgärden. Vidare ställs frågor om vilka förändringar av åtgärden eller dess funktion som vidtagits för att förbättra effekten av åtgärden samt vilka erfarenheter man har av dessa förändringar.

För samtliga ovanstående områden görs vid uppföljningsbesiktningen en kontroll av tidigare insamlade data. Uppgifter tas också in om några förändringar inträffat sedan tidigare besiktning. Utöver nämnda faktorer har eller kommer uppgifter att samlas in, som ger underlag för teoretiska beräkningar av spareffekten, bestämning av objektens förmåga att lagra värme samt objektens effektbehov.

LITTERATUR

Anderlind G, Elmroth A, Lindörn B, Lundgren T och Norlén U (1981), Energy saving effects in dwellings where measures have been implemented by governmental energy saving grants. Swedish council for Building Research, Document D 7, Stockholm

DsBo 1980:8 (1981), Energispareffekter i bostadshus där åtgärder genomförts med statligt energisparstöd. Bostadsdepartementet, Stockholm

Hammarsten S (1983), Utvärdering av värmepumpar. Kungliga tekniska högskolan, institutionen för uppvärmnings- och ventilationsteknik, Tekniska meddelanden, 1983:1, nr 260-267, Stockholm

Hammarsten S och Hjalmarsson C (1983), Energisignaturen är en modell som avspeglar boendevanorna. VVS och energi, nr 1

Hjalmarsson C (1983), Huvudinstruktion för undersökning av effekter av energisparåtgärder, Högskoleprojekt II. Statens institut för byggnadsforskning, Stencilpärm 1983-08-23, Gävle

Holgersson M och Norlén U (1982), Inomhustemperaturer i bostäder, En undersökning i nio svenska kommuner 1982. Statens institut för byggnadsforskning, Meddelande M 27, Gävle

Holgersson M och Norlén U (1984), Domestic indoor temperatures in Sweden. Building and environment, Vol 19, No 2, pp 121-131

Norlén U (1984), Energiförbrukning i byggnader, delrapport 5: Resultat från en urvalsundersökning. Statens institut för byggnadsforskning, Meddelande (under utarbetande), Gävle

Norlén U och Holgersson M (1981), Estimating effects of energy conservation measures: A Swedish study. Proceedings of the conference on new energy conservation technologies and their commercialization. Springer, Vol I, Berlin

Norlén U och Holgersson M (1982), Programförslag, Undersökning av effekter av energisparåtgärder, Högskoleprojekt II. Statens institut för byggnadsforskning, Stencil 1982-03-28, Gävle

Rolén C (1983), Förslag till uppföljningsstudier i Högskoleprojekt II. Kungliga tekniska högskolan, arbetsenheten för energihushållning i byggnader, Stencil 1983-01-17, Stockholm

Rundberg P och Säfström L-V (1983), Postenkäten, Redovisning av enkät gjord bland flerbostadshusägare avseende planer på energisparåtgärder under 1984. Chalmers tekniska högskola, avd för husbyggnad, Stencil 1983-10-31, Göteborg

Vallenor U och Wikström L (1984), Energiförbrukning i byggnader, delrapport 4: Mätning av oljeförbrukning och temperaturer. Statens institut för byggnadsforskning, Meddelande (under utarbetande), Gävle

BILAGA 1 ENERGIPARAMETRAR/VARIABLER FÖRE ÅTGÄRD

Energiparametrar/variabler som erhållits vid analysen av föremätningar i 45 objekt och som använts vid beräkning av föreförbrukningen. Korrelationskoefficienten r anger korrelationen mellan energiförbrukning/timme och inom- och utomhustemperatur.

Objekt nr	Antal perioder	Korr koeff r	Förlustfaktor b (kWh/lgh, tim, °C)	Vinterfaktor c (kWh/lgh, timme)	Sommarfaktor d (kWh/lgh, timme)	Gradtimmar Q (°C, timme)	Vinter timmar T (timme)
3	12	0.95	0.4080	-0.9172	1.29	90389	5280
4	15	0.98	0.2679	-0.1404	2.18	90654	5256
5	10	0.78	0.2311	-0.0227	1.29	104571	5808
6	15	0.95	0.4282	-0.5959	2.18	99841	5640
7	11	0.97	0.2930	-0.1340	2.18	100740	5664
101	13	0.97	0.1370	-0.0460	0.99	114034	6120
102	11	0.98	0.1439	-0.2159	0.89	101246	5688
103	13	0.90	0.0823	0.4486	0.89	125590	6528
104	14	0.99	0.1841	-1.1524	0.99	122583	6432
105	13	0.99	0.1864	-0.4777	0.99	117763	6264
201	10	0.28	0.0508	3.0542	1.29	109867	5928
204	4	0.98	0.1594	1.2216	1.29	94488	5400
206	12	0.96	0.7155	-0.2401	2.18	93556	5352
314	9	0.97	0.0875	-0.3814	0.99	111738	5976
316	10	0.98	0.0839	-0.1467	0.99	97028	5472
318	10	0.96	0.0615	0.7517	0.99	93113	5328
320	10	0.99	0.0732	-0.0469	0.99	105879	5784
401	19	0.90	0.4936	-0.5497	2.18	90542	5088
402	9	0.83	1.0290	-3.0169	2.18	86409	4944
404	10	0.74	2.0599	-19.8309	2.18	96684	5328
406	11	0.97	0.8071	-3.1646	2.18	98855	5400
501	12	0.93	0.1004	0.3292	0.89	131839	6432
502	11	0.97	0.1015	0.7908	0.89	118485	6048
504	8	0.97	0.0983	1.3156	0.89	141879	6672
506	11	0.96	0.0783	1.1105	0.99	139406	6696
507	8	0.96	0.0725	1.7063	0.99	123474	6216
508	10	0.95	0.1236	0.1827	0.89	126484	6264
511	12	0.77	0.1393	0.4660	0.89	105681	5640
512	10	0.71	0.1052	0.1063	0.99	128486	6384
513	9	0.66	0.0520	1.0670	0.99	128854	6384
514	10	0.70	0.0689	0.8971	0.99	131409	6480
515	11	0.65	0.0950	1.0043	0.99	130760	6432
516	11	0.96	0.0818	-0.0826	0.99	122947	6168
601	16	0.98	0.2729	-0.8145	2.18	155610	6864
603	8	0.97	0.3528	-2.0887	2.18	160453	7008
604	16	0.99	0.2396	0.0321	2.18	142615	6480
605	11	0.96	0.2694	0.0169	2.18	162453	7152
606	17	0.96	0.2312	-0.8536	2.18	151377	6720
607	10	0.95	0.2698	-0.5204	2.18	146830	6600
701	12	0.95	0.1295	-0.5251	0.89	162611	7056
821	12	0.94	0.3910	-0.2634	2.18	154175	6840
822	14	0.98	0.2093	-0.4139	2.18	179391	7440
823	10	0.99	0.3018	-1.7068	2.18	147544	6432
841	10	0.92	0.2316	-0.4097	1.29	151612	6696
843	11	0.78	0.1693	0.4146	2.18	177008	7440

BILAGA 2 ENERGIPARAMETRAR/VARIABLER EFTER ÅTGÄRD

Energiparametrar/variabler som erhållits vid analysen av eftermätningar i 35 objekt och som använts vid beräkning av efterförbrukningen. Här ingår inte de objekt som installerat värmepump. Korrelationskoefficienten r anger korrelationen mellan energiförbrukning/timme och inom- och utomhustemperatur.

Objekt nr	Antal perioder	Korr koeff r	Förlustfaktor b (kWh/lgh, tim, °C)	Vinterfaktor c (kWh/lgh, timme)	Sommarfaktor d (kWh/lgh, timme)	Gradtimmar Q (°C, timme)	Vinter timmar T (timme)
Åtgärdspaketet							
101	11	0.99	0.2100	-1.4729	0.99	118193	6264
102	7	0.96	0.1544	-0.5339	0.89	98725	5592
103	17	0.97	0.1027	-0.2080	0.89	117714	6264
314	10	0.96	0.0641	0.0130	0.99	113203	6048
316	9	0.95	0.0596	0.0818	0.99	104572	5736
318	10	0.87	0.0562	0.4235	0.99	106765	5808
320	6	0.91	0.0612	0.3652	0.99	89778	5208
501	8	0.94	0.0880	0.7202	0.89	116293	5976
502	9	0.98	0.0448	0.3655	0.89	110745	5808
504	12	0.94	0.1387	-0.1256	0.89	129694	6360
506	10	0.82	0.0965	0.4016	0.99	130281	6432
507	13	0.85	0.1418	0.1962	0.99	120843	6168
508	10	0.54	0.0561	1.4684	0.89	129197	6360
701	9	0.47	0.0615	0.5125	0.89	149153	6672
Vindsisolering							
104	14	0.98	0.1460	-0.6042	0.99	127834	6600
105	12	0.98	0.1893	-0.5663	0.99	109583	5976
511	22	0.86	0.1189	0.2997	0.89	117867	6024
512	9	0.83	0.1109	0.0341	0.99	125314	6288
513	13	0.53	0.0700	0.5271	0.99	142682	6792
514	14	0.71	0.0997	0.0389	0.99	134448	6552
515	15	0.88	0.1139	0.2332	0.99	127748	6360
516	9	0.80	0.0966	-0.3365	0.99	119288	6072
Elkonvertering							
601	12	0.97	0.1901	0.3684	1.29	142472	6480
603	12	0.87	0.2657	-1.9563	1.29	138497	6360
606	13	0.92	0.2009	-1.1960	1.29	145885	6576
607	12	0.92	0.2925	-2.3360	1.29	138271	6360
821	12	0.93	0.2986	-1.0322	1.29	156217	6888
822	12	0.91	0.1708	0.3761	1.29	184526	7608
823	11	0.96	0.2442	-0.9786	1.29	149466	6480
841	10	0.63	0.1534	1.0155	1.29	152070	6696
843	15	0.98	0.1860	0.2075	1.29	175532	7392
Fönsterisolering							
201	12	0.97	0.3125	-2.6421	1.29	98712	5520
204	12	0.92	0.3172	-1.0581	1.29	91547	5304
Väggisolering							
4	15	0.97	0.2204	-0.6506	2.18	95670	5472
5	15	0.97	0.2133	-1.3967	1.29	100818	5664

BILAGA 3 ENERGIPARAMETRAR/VARIABLER FÖR VÄRMEPUMPS-
OBJEKT

Energiparametrar/variabler som använts vid beräkning av före- och efterförbrukningar för de 10 objekt som installerat värmepump.

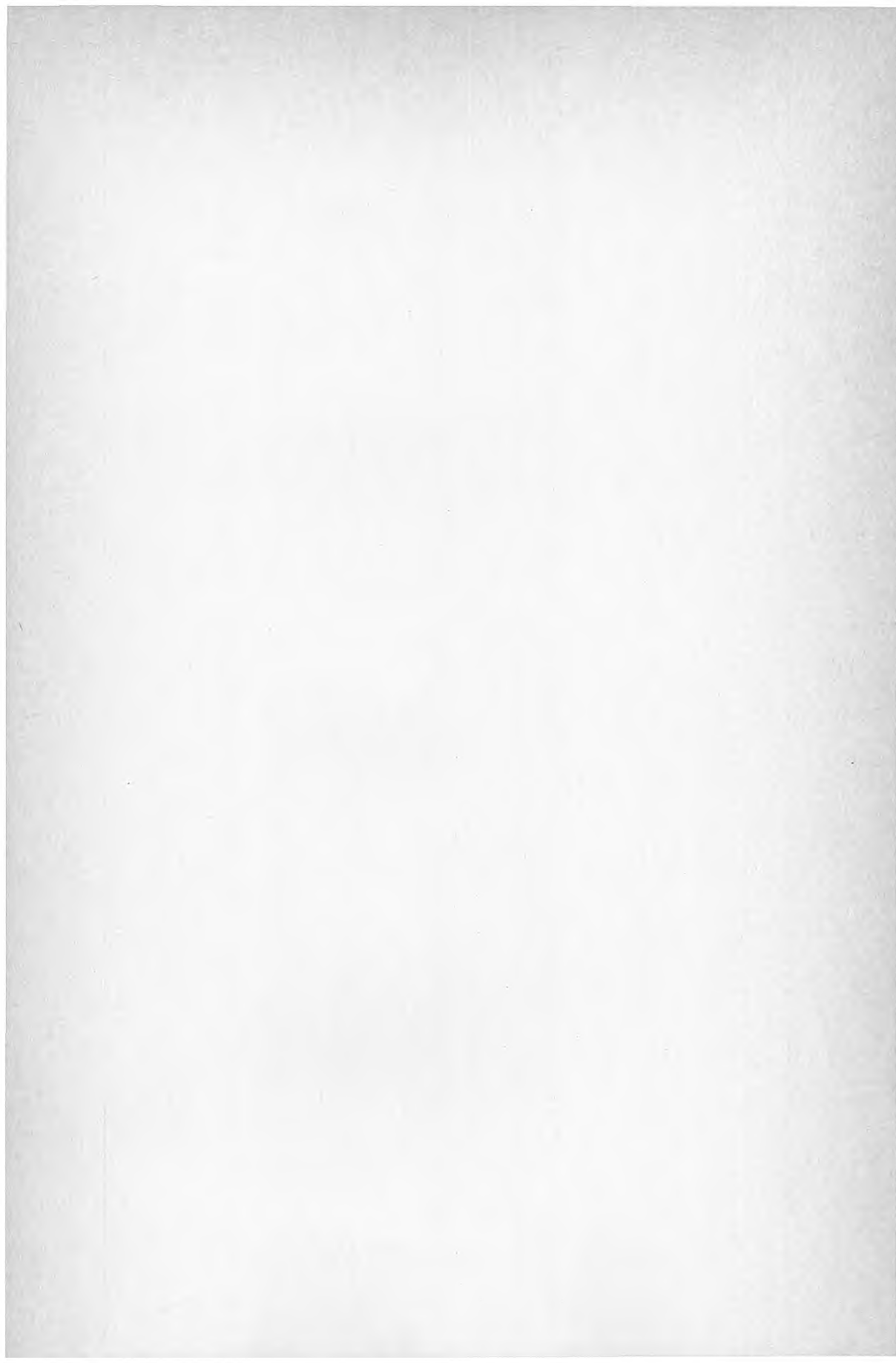
Objekt nr	Antal perioder	Förlustfaktor b_f (kWh/lgh, tim, °C)	Vinterfaktor c_f (kWh/lgh, timme)	Temperaturskillnad ΔE (°C)	Mätperiodens längd T_E (timme)
3	16	0.4 080	- 0.9 172	15.8	2 689
6	14	0.4 282	- 0.5 959	19.3	2 350
7	15	0.2 930	- 0.1 340	17.9	2 391
206	9	0.7 155	- 0.2 401	15.7	1 871
401	23	0.4 936	- 0.5 497	22.1	2 018
402	18	1.0 290	- 3.0 169	19.8	3 228
404	11	2.0 599	-19.8 309	18.5	2 503
406	9	0.8 071	- 3.1 646	16.8	1 644
604	11	0.2 396	0.0 321	21.0	1 838
605	14	0.2 694	0.0 169	25.1	2 225

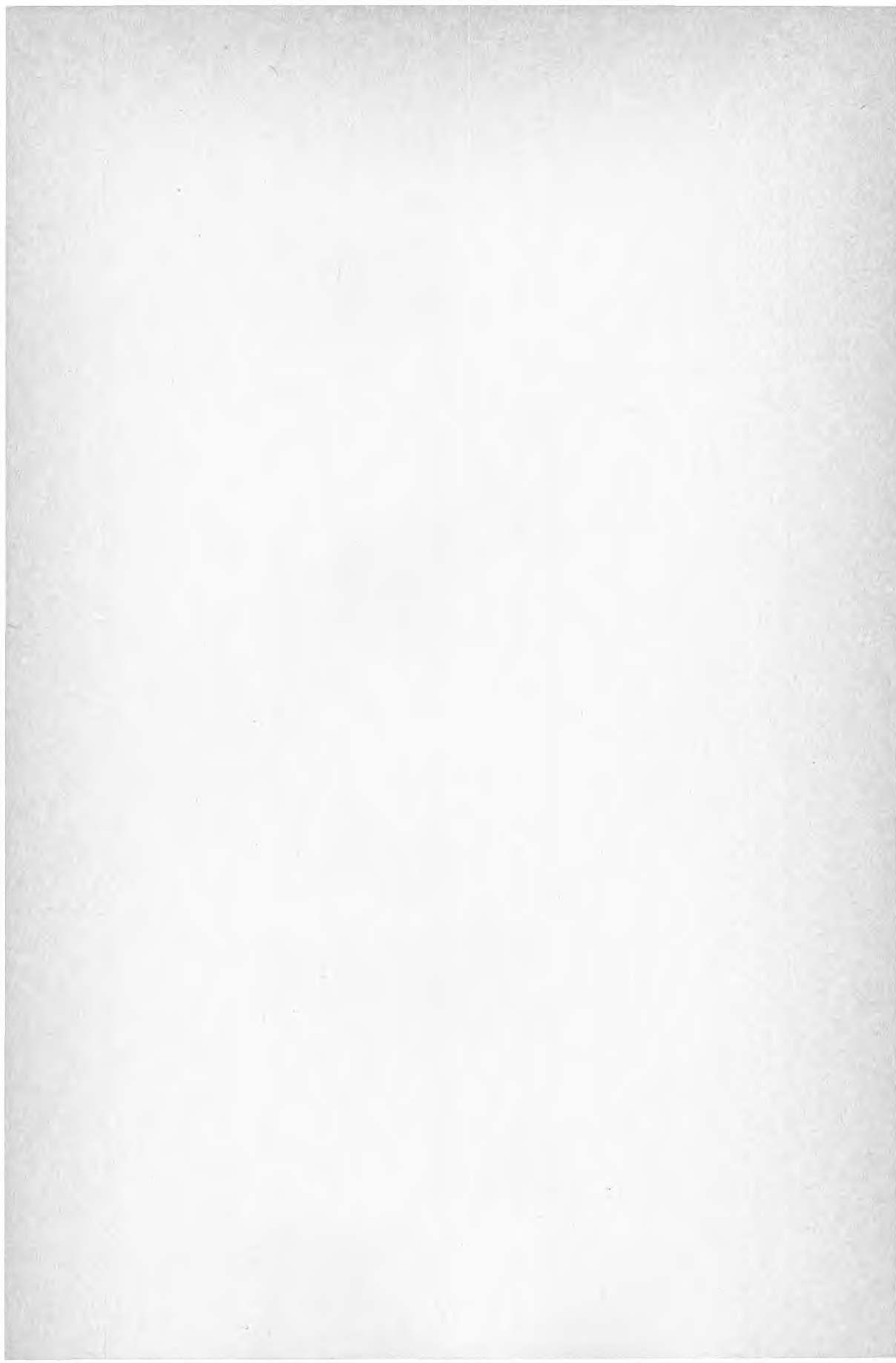
BILAGA 4 ANVÄNDA REGLER FÖR AVGRÄNSNING AV OBJEKT I
UNDERSÖKNINGEN

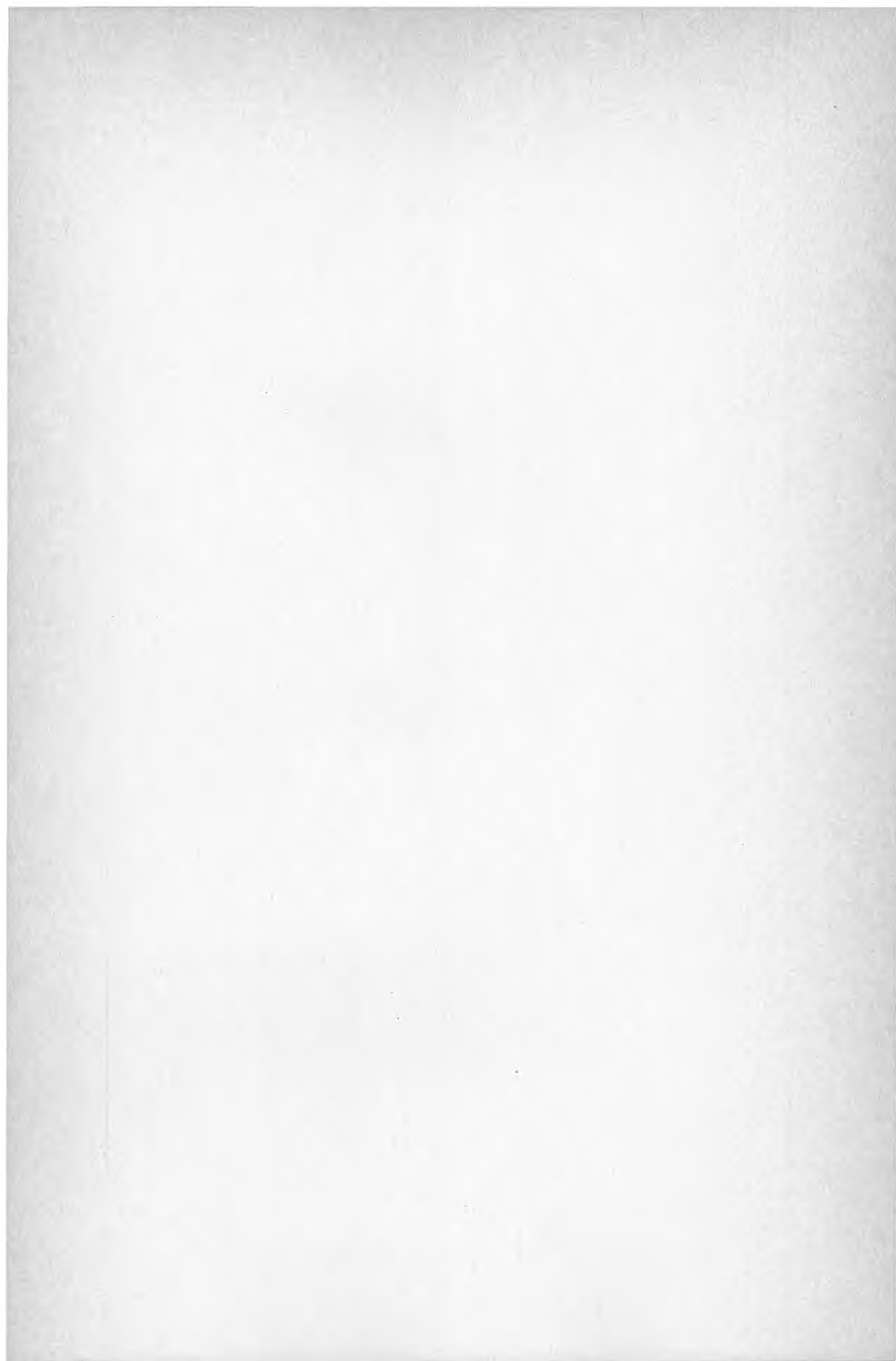
Nedan listas avgränsningsregler som används för att avgöra om ett utvalt objekt skall ingå i undersökningen eller inte.

Nr Avgränsningsregel

- 1 Den volym som uppvärms till rumstemperatur får ej ha ändrats genom om- eller tillbyggnad.
 - 2 Om småhus: Huset får ej ha bytt ägare/hushåll mellan mätperioderna eller mellan före- och efterperioden.
 - 3 Om småhus: Huset skall vara friliggande enbostadshus, tvåbostadshus eller kedjehus, ej parhus eller radhus.
 - 4 Om flerbostadshus: Huset skall ha minst fem lägenheter.
 - 5 Minst 75 % av våningsytan skall användas som bostäder.
 - 6 Huset skall vara försett med mätbar värmekälla.
 - 7 Om objektet delar värmekälla med andra hus skall det finnas separat mätning av värmeförbrukningen för det utvalda objektet.
 - 8 Om huset är fjärrvärmeuppvärmt skall det finnas energimätare, ej flödesmätare.
 - 9 Ingen kompletterande uppvärmning får ha förekommit.
 - 10 Inga andra sparåtgärder än den/de studerade får ha utförts mellan mätperioderna. Även andra orsaker till förändring i husets energianvändning har beaktats.
-







Denna rapport hänför sig till forskningsanslag

- 790374-1 till Tekniska högskolan i Stockholm, arbetsenheten för energihushållning i byggnader
- 821262-1 till Statens institut för byggnadsforskning, avd för energihushållning
- 821285-9 till Norrlands Byggtjänst AB
- 821292-4 till Lunds tekniska högskola, institutionen för byggnadskonstruktionslära
- 821327-6 till Chalmers tekniska högskola, avd för husbyggnad

från Statens råd för byggnadsforskning.

R171: 1984

ISBN 91-540-4274-7

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6704171

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm**

Cirkapris: 40 kr exkl moms