



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.



Tidsstyrda elradiatorer i småhus

Fältundersökning i Viksjö, Järfälla

K Allan Andersson

INSTITUTET FÖR
BYGGDOKUMENTATION

Accnr 81-1281

Plac *See*

R

Byggforskningsrådet

See

R67:1981

TIDSSTYRDA ELRADIATORER I SMAHUS
Fältundersökning i Viksjö, Järfälla

K Allan Andersson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 760999-7
från Statens råd för byggnadsforskning till Skånska
Cementgjuteriet, Malmö.

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

R67:1981

ISBN 91-540-3514-7

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1981 153684

INNEHÅLL

FÖRORD	5
SAMMANFATTNING	7
1 ALLMÄNNA FÖRUTSÄTTNINGAR	9
1.1 Målsättning	9
1.2 Uppläggning av försöket	9
2 HUSEN	10
2.1 Elradiatorhusen (Grupp I)	10
2.2 F d värmepumphusen (Grupp II)	10
2.3 F d elbatterihusen (Grupp III)	10
3 REGLERSYSTEMET	13
3.1 Tiduret	13
3.2 Termostaterna	13
3.3 Funktion	13
3.4 Inställning vid montering	13
4 MÄTNINGAR, ENKÄTER	14
4.1 Total energiförbrukning	14
4.2 Korrelation mellan utetemperatur och total energiförbrukning	17
4.3 Energiförbrukning timme för timme	17
4.4 Enkäter	25
4.4.1 Grupp I	25
4.4.2 Grupp III	25
4.4.3 Grupp IIB	25
5 KOMMENTARER TILL MÄTNINGAR OCH ENKÄTER	27
5.1 Rumstemperatur och förluster	27
5.2 Samspel mellan värmesystem, hus och de boende	27
5.3 Framförhållning	29
5.4 Beräkning av avsvlnings- och uppvärmningstider	30
5.5 Beräknad energibesparing	32
5.6 Rumsluften	33
6 SLUTSATSER	35
LITTERATUR	36



FÖRORD

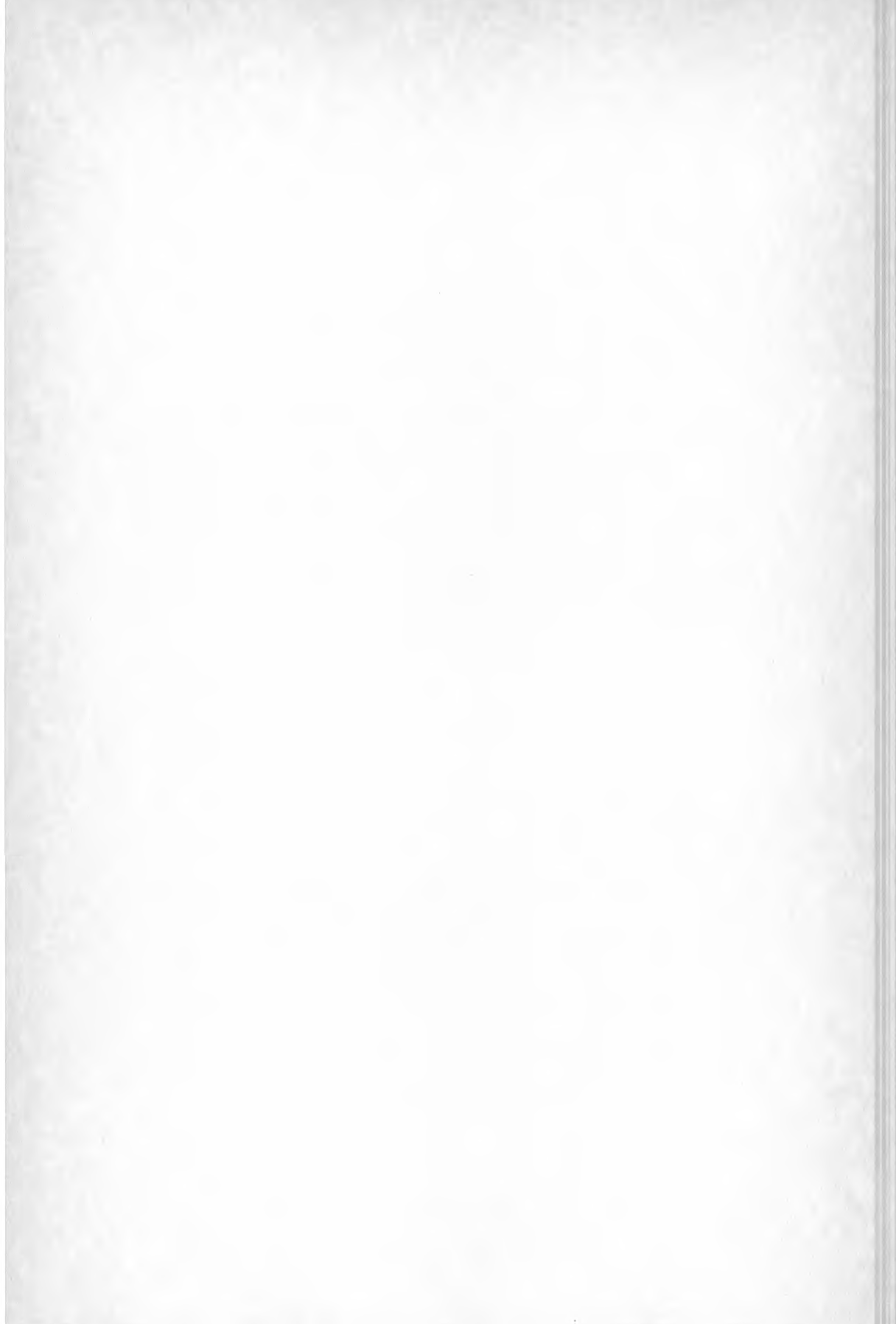
I ett småhusområde inom Viksjöområdet i Järfälla kommun utfördes under 1976--1978 ett fältförsök med luft-luftvärmepumpar, se Rapport R75:1979 från Byggforskningen. Sedan resultatet av detta försök visat sig utfalla mindre väl för de husgrupper som hade luftinblåsningssystem, beslöt SCG, efter överenskommelse med husägarna, att ersätta detta värmesystem med elvärmepaneler. Panelerna hade termostater och var tidsstyrda med ett veckour så att natt- och dagsänkning av temperaturen kunde erhållas.

Härvid gavs en möjlighet att göra jämförelser mellan hus med elvärmepaneler med och utan tidsstyrning. Dessutom gavs det möjlighet att jämföra energiförbrukningen hos de ombyggda husen före och efter ändringen av värmesystemet.

Inkopplingen av elvärmepanelerna startade 1977-12-21 och avslutades 1978-08-23. Efter kontakter med Byggforskningsrådet beviljades anslag till denna undersökning 1978-12-20.

Genom vänligt tillmötesgående från Vattenfall fortsatte de avläsningar som pågått sedan värmepumpförsöket startades. Genom det intresse, som de boende har visat för denna undersökning, har värdefulla upplysningar kunnat erhållas vid de intervjuer och enkäter som företagits. Personalen på SCG arbetsplats har bidragit med uppgifter om de praktiska åtgärderna på platsen.

I utarbetandet av rapporten har ingenjör Erik Andersson medverkat. För renskrivningen har Kerstin Rosenqvist svarat.



SAMMANFATTNING

I ett småhusområde inom Viksjöområdet i Järfälla kommun utfördes under 1976--1978 ett fältförsök med luft-luftvärmepumpar, se Rapport R75:1979 från Byggforskningen. Sedan resultatet av detta försök visat sig utfälla mindre väl för de husgrupper som hade luftinblåsningssystem, beslöt SCG, efter överenskommelse med husägarna, att ersätta detta värmesystem med elvärmepaneler. Panelerna hade termostater och var tidsstyrda med ett veckour så att natt- och dagsänkning av temperaturen kunde erhållas.

Härvid gavs en möjlighet att göra jämförelse mellan hus med elvärmepaneler med och utan tidsstyrning. Dessutom gavs det möjlighet att jämföra energiförbrukningen hos de ombyggda husen före och efter ändringen av värmesystemet.

Av de tre husgrupper, som tidigare studerats i värmepumpförsöket (R75:1979) bibehölls värmesystemet i grupp I oförändrat, medan husen i grupp II och III försågs med tidsstyrda elradiatorer. Ingen särskild utbildning meddelades husägarna vad beträffar varierande framförhållningstid vid uppvärmning m m. Framförhållningen vid temperaturhöjning sattes vid monteringen till ca en timme. Av de elva husen i grupp III uteslöts ett av husen ur försöket p g a ett något avvikande värmesystem.

Huvudvikten i försöket lades på en jämförelse mellan grupp I och grupp III. Installerad effekt i grupp I var 9.200 W i bostaden och 1.000 W i förrådet. Motsvarande siffror för grupp II och III var 10.850 + 1.060 W.

Styrningen av elradiatorerna i grupp II och III sker med hjälp av Elektro-Standards System 391. Detta består av tre delar, en centralenhet, ett tidur samt elektroniska termostater. Centralenheten och tiduret är placerade vid gruppcentralen i hallen och termostaterna sitter placerade på elradiatorerna.

Tiduret medger inställning av önskade natt- och dagsänkningar under en vecka med max 3°C under den temperatur som ställs in på radiatortermostaterna. Samtidig rums- och tidsstyrning erhålles alltså.

Vid montering av styrsystemet ställdes normalt ryttarna för temperatursänkning på kl 08 eller 09 resp 22 och ryttarna för temperaturhöjning på kl 05 eller 06 resp 16 för måndag-fredag.

Mätningar av total elförbrukning har fortsatt på samma sätt som vid värmepumpförsöket (R75:1979) med avläsningar vid varje månadsskifte. Registrering av förbrukningen timme för timme har också fortsatt i vissa hus, fyra i grupp I, två i grupp IIa, två i grupp IIb och tre i grupp III. Mätperioden omfattar tiden 1978-07-05--1979-06-29, 359 dygn. Mätningarna har kompletterats med enkäter.

Medelvärde för utetemperaturen under försöksperioden var enligt SMHI 5,40°C, alltså något lägre än årsmedelvärdet för Bromma flygplats som för 30-årsperioden 1931--1960 är 6,30°C. Under försöksperioden förbrukade husen i grupp I i medeltal 23.840 kWh och i grupp III 24.650 kWh. Efter avdrag av beräknad förbrukning i de friliggande förråden blev siffrorna 22.810 resp 22.800, alltså mycket nära lika.

De avlästa värdena på total energiförbrukning korrigerades period för period med beräknade värden på värmeförluster från förråd. De så erhållna värdena för bostadsdelen ställdes mot SMHI:s värden på utetemperatur vid Stockholm-Bromma för motsvarande perioder. En linjär korrelation för Grupp I och III enligt minsta kvadratmetoden gav som resultat att den specifika effekten kunde bestämmas till 155 W/°C för Grupp I och 160 W/°C för Grupp III.

Genom studier av effektförbrukningen timme för timme kunde jämförelse erhållas mellan tidsstyrda och icke tidsstyrda hus liksom mellan husens förbrukning före och efter konverteringen av värmesystemen. Dessutom erhöles uppgifter på effektstegring och tillgänglig effekt vid olika utetemperaturer.

Genom enkäter vid besök på platsen erhöles uppgifter om hushållens energivanor. Svaren tyder på att man hållit en något lägre inomhustemperatur i de tidsstyrda husen.

Orsaken till att tidsstyrningen i detta fall icke lett till någon skillnad i energiförbrukning ligger sannolikt till stor del i samspillet mellan värmesystemet, huset och de boende. På grund av husets värmetröghet har värmesystemet icke hunnit värma upp det till normaltemperatur under framförhållningstiden. Detta har troligen lett till att de boende ställt in en onödigt hög temperatur på rumstermostaterna.

En beräkning av erforderlig uppvärmningstid pekar på att framförhållningen i detta fall bör ökas till 3 - 3,5 timmar, varvid det borde vara möjligt att sänka temperaturinställningen på radiatortermostaterna med 1 - 2°C. En energibesparing av storleksordningen 4 % av total energiförbrukning bör då kunna uppnås vid kombinerad dag- och nattsänkning.

1 ALLMÄNNA FÖRUTSÄTTNINGAR

1.1 Målsättning

Avsikten med undersökningen var att ta reda på om en betydande energibesparing finns att vinna inom en seriebyggd husgrupp med ett av de tidsstyrningssystem för elradiatorer som fanns på marknaden 1978. Dessutom skulle en del andra praktiska erfarenheter av sådana system kunna vinnas.

1.2 Uppläggning av försöket

Av de tre husgrupper, som tidigare studerats i värmepumpförsöket (R75:1979), bibehölls värmesystemet i grupp I oförändrat, medan husen i grupp II och III försågs med tidsstyrda elradiatorer, se 2. Ingen särskild utbildning meddelades husägarna vad beträffar varierande framförhållningstid vid uppvärmning m m. Framförhållningen vid temperaturhöjning sattes vid monteringen till ca en timme. Av de elva husen i grupp III utslöts ett av husen ur försöket på grund av ett något avvikande värmesystem.

Husens utförande framgår av BFR-rapport R75:1979 kap 2.3. Ändringar har företagits på husens värmesystem, se figur 2.1.

2.1 Elradiatorhusen (Grupp I)

Dessa hus har ett oförändrat värmesystem, se R75:1979 kap 2.4.1. Under tiden som undersökningarna pågått har dock elvärme installerats i de friliggande förråden i fem av de tio husen. Den installerade elradiatorn har en effekt av 1000 W. Termostaterna på dessa har i medeltal varit inställd på en temperatur av 6,3°C under vintern 1978--1979. Elvärmepanelernas effekter framgår av tabell 2.1.

2.2 F d värmepumphusen (Grupp II)

I sex av dessa hus, grupp IIA, har värmepumpen bibehållits och värmesystemet kompletterats med tidsstyrd elvärme.

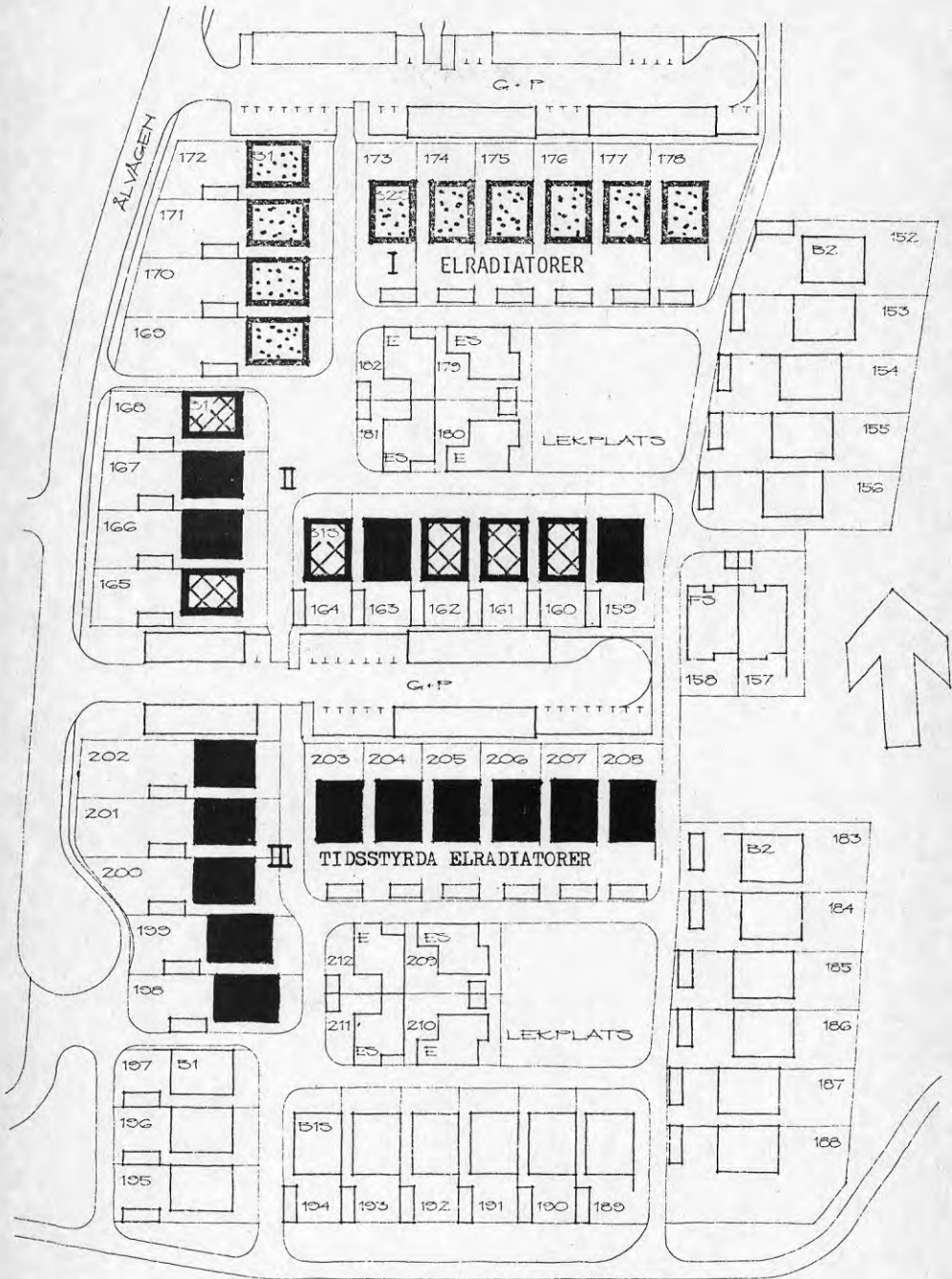
I övriga fyra hus, grupp IIB, har värmepumpen tagits bort och luftinblåsningssystemet ersatts med tidsstyrd elvärme i likhet med grupp III nedan.

Radiatorerna kopplades in 1978-08-23.

2.3 F d elbatterihusen (Grupp III)

I samtliga hus i denna grupp har elbatteriet och luftinblåsningssystemet tagits bort och ersatts med tidsstyrda elradiatorer. Inblåsningsgaller har tagits bort, kanalerna har proppats med minst 10 cm mineralull, varefter de gjutits igen, respektive täckts med trä och försetts med ytmaterial i likhet med golvet i övrigt. Installerad effekt framgår av tabell 2.1.

Tio av gruppens totalt elva hus har studerats. I dessa har 9 familjer haft elvärme påslagen i förrådet under vintern. Termostaten i förrådet har i medeltal varit inställd på 6,4°C. Inkopplingen av elradiatorerna startade 1977-12-21 och avslutades 1978-04-25.



VÄRMEPUMP+TIDSSTYRDA ELRADIATORER

Fig 2.1 Situationsplan

Tabell 2.1

Förteckning över elradiatorernas märkeffekt

Våning	Rum	Grupp I	Grupp II, III
BV	Kapprum	800	800
	Bad	300	400
	Tvätt	600	600
	Kök, matplats	1000	1000
	Sovrum 1	800	1000
	Sovrum 2	600	650
	Vardagsrum	1600	2000
1 tr	Allrum	1600	2000
	Toalett	300	400
	Sovrum 3	800	1000
	Sovrum 4	800	1000
	Summa bostad	9200	10850
Förråd		1000	1060

Styrningen av elradiatorerna sker med hjälp av Elektro-Standards System 391. Detta består av tre delar, en centralenhet, ett tidur samt elektroniska termostater. Centralenheten och tiduret är placerade vid gruppcentralen i hallen och termostaterna sitter placerade på elradiatorerna.

3.1 Tiduret

Tiduret medger inställning av önskade nattsänkningar och dagsänkningar under en vecka. Det inställda programmet repeteras därefter vecka för vecka. Sänkning sker vid blå ryttare och höjning vid röd. Sänkningen är 3°C under den temperatur som ställts in på radiatortermostaten. Samtidig rums- och tidsstyrning erhålles alltså. Uret är försett med en väljarknapp med tre olika lägen. I det ena läget erhålles automatisk tidsstyrning. I normaltemperurläget erhålles termostaternas inställda värde oavsett klockans inställning. Vid det tredje läget, som är avsett att användas vid längre tids bortovaro, erhålles termostaternas inställda temperatur minus 3°C under hela dygnet.

3.2 Termostaterna

De termostater, som här använts i kombination med tiduret, är av sk elektronisk typ med en reglerpunktsförskjutning enl SEN 330 610 av 1°C. Termostaterna är inbyggda i en kassett och placerade i nedre hörnet av radiatorerna.

3.3 Funktion

När kontakten på tiduret möter en blå ryttare bryter centralenheten strömmen till elpanelerna under ett kort ögonblick och sänder ut en impuls till varje elpanels termostat att ställa om sig till ett 3 grader lägre värde. När kontakten möter en röd ryttare ges på motsvarande sätt en impuls att höja temperaturen till normalvärdet igen.

3.4 Inställning vid montering

Vid montering av styrsystemet ställdes normalt de blåa ryttarna för temperatursänkning på kl 08 resp 09 respektive 22 och de röda ryttarna för återgång till normal temperatur på kl 05 eller 06 respektive 16 för måndag t o m fredag.

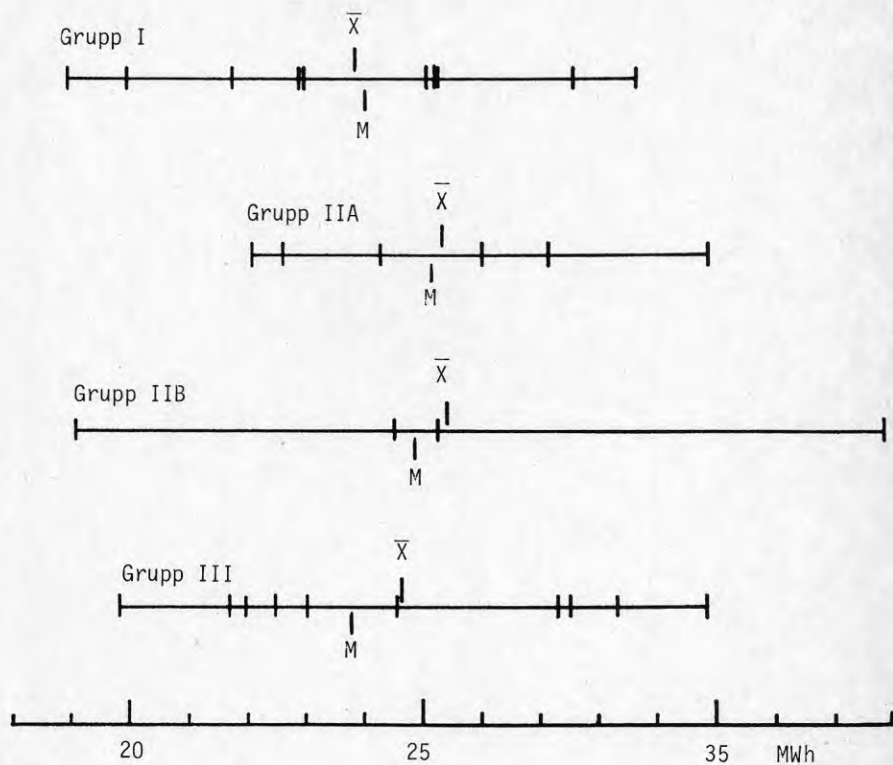
Veckosluten ställdes in individuellt och dessutom gjordes individuella justeringar under arbetsdagarna med hänsyn till hemmavaro under dagen m m.

Mätningar av total elförbrukning har fortsatt på samma sätt som vid värmepumpförsöket (R75:1979) med avläsningar vid varje månadsskifte. Registrering av förbrukningen timme för timme har också fortsatt i vissa hus, fyra i grupp I, två i grupp IIa, två i grupp IIb och tre i grupp III. Mätperioden omfattar tiden 1978-07-05--1979-06-29, 359 dygn. Mätningarna har kompletterats med enkäter.

4.1 Total energiförbrukning

Medelvärde för utetemperaturen under försöksperioden var enligt SMHI 5.40°C , alltså något lägre än årsmedelvärdet för Bromma flygplats som för 30-årsperioden 1931--1960 är 6.3°C . Under denna period förbrukade husen i grupp I i medeltal 23.840 kWh och i grupp III 24.650 kWh. Efter avdrag av beräknad förbrukning i de friliggande förråden blev siffrorna 22.810 resp 22.800, alltså mycket nära lika. Två hushåll i grupp III har angett att de inte har använt sig av tidsstyrningen. Räknas dessa hushåll bort erhålles även för grupp III en medelförbrukning av 22.810 kWh. Undersökningen har i huvudsak koncentrerats till att jämföra grupp I och III men i figur 4.1.1 och 2 har även medtagits grupp IIa och IIb. I dessa figurer redovisas total förbrukning inklusive den för det friliggande förrådet för hela gruppen.

I båda figurerna kan man konstatera att spridningen i förbrukning inom grupp I och III är ungefär lika. Om man studerar procentkurvan för förbrukning i grupp III i figur 4.1.2, kan man se inverkan av de friliggande förråden under vintern 1978--1979. En osäkerhet i jämförelserna ligger i att förbrukningen av varmvatten- och hushållsenergi icke har mätts separat.



\bar{X} = Medelvärde

M = Medianvärde

Varje tvärstreck markerar ett hus

Fig 4.1.1 Linjediagram över total energiförbrukning inkl förråd per hus under mätperioden

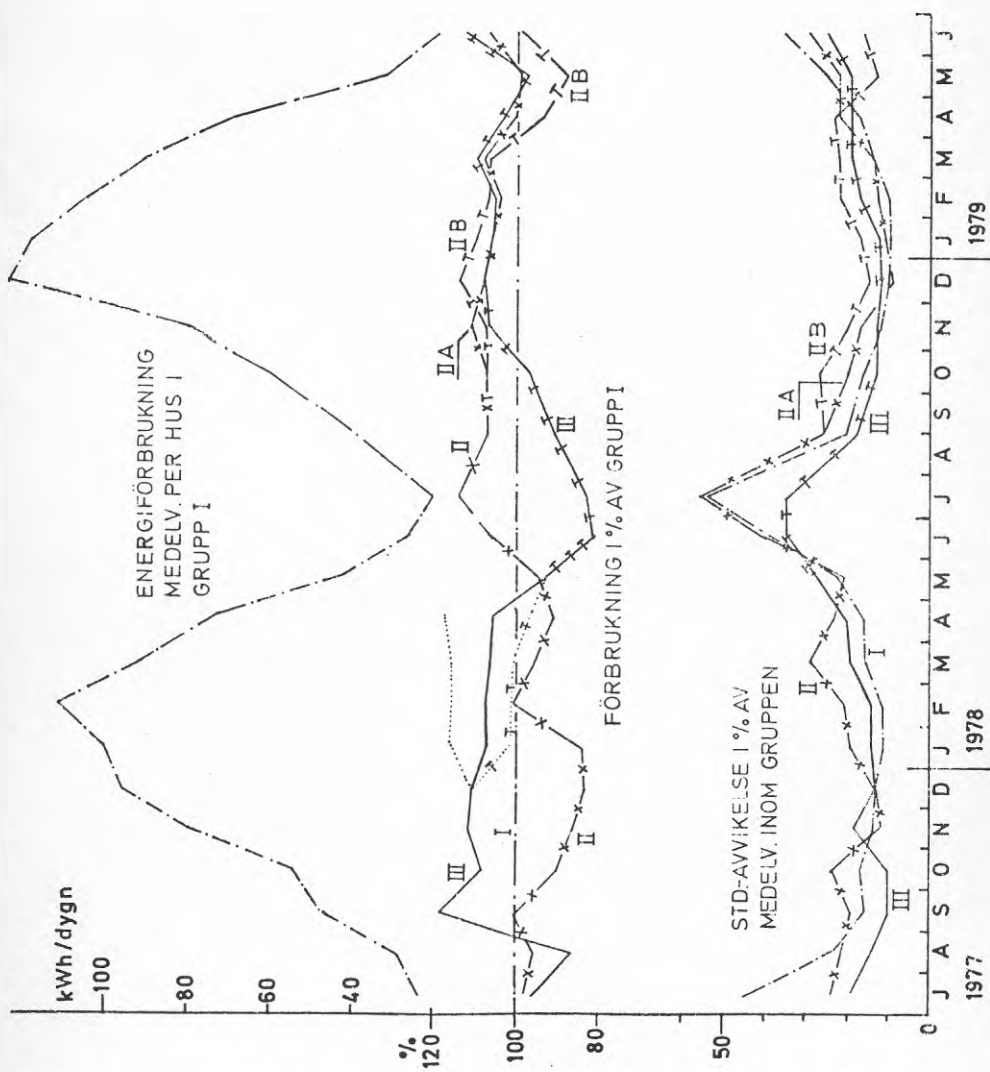


Fig 4.1.2
Medelvärde för energi-
förbrukning inkl förråd
i Grupp I, relativ ener-
giförbrukning i Grupp
IIa, IIb och III samt
standardavvikelser.

4.2 Korrelation mellan utetemperatur och total energiförbrukning

De avlästa värdena på total energiförbrukning korrigerades period för period med beräknade värden på värmeförluster från förråd. De så erhållna värdena för bostadsdelen ställdes mot SMHI:s värden på utetemperatur vid Stockholm-Bromma för motsvarande perioder. En linjär korrelation för grupp I och III enligt minsta kvadratmetoden gav det resultat som framgår av tabell 4.2.1.

Som framgår av tabellen erhöles en mycket god korrelation. En bidragande faktor till detta kan vara det relativt vindskyddade läge som husen har på grund av omgivande vegetation och bebyggelse. Det framgår också att de temperaturberoende förlusterna är något högre i grupp III än i grupp I.

Specifika effekten eller effektbehovet har i R75:1979 kap 5 beräknats till $125 + 14 = 139 \text{ W/}^\circ\text{C}$ för transmission. Skillnaden mot det mätta värdet för grupp III, $29 \text{ W/}^\circ\text{C}$, svarar mot en ventilation av $0,26 \text{ oms/h}$, vilket är mindre än hälften av den ventilation som antagits i R75:1979. Därmed är det inte sagt att ventilationen har varit så låg. Avvikelsen beror sannolikt till en del på att den k-värdesberäkning, som utförts enligt SBN, ger något för höga transmissionsvärden.

Beräkning av specifik effekt har utförts under förutsättning av konstant rumstemperatur. Om rumstemperaturen verkligen har varit konstant under hela mätperioden har icke kontrollerats. Det kan möjligen vara så att den högre installerade effekten i grupp III har bättre kunnat upprätthålla en konstant rumstemperatur i varje del av huset även vid lägsta utetemperatur.

Tabell 4.2.1 Linjär korrelation mellan utetemperatur $t^\circ\text{C}$ och energiförbrukning $W \text{ kWh/dygn}$

Grupp	Erhållen formel för W	Korrelationskoefficient	Specifik effekt $W/^\circ\text{C}$	t för $W = 0$ $^\circ\text{C}$
I	$W = 83,41 - 3,71 t$	0,999	155	22,5
III	$W = 84,34 - 3,85 t$	0,996	160	21,9

4.3 Energiförbrukning timme för timme

Genom Vattenfalls försorg har energiförbrukningen registrerats i fyra hys i grupp I, två hus i grupp IIA, två hus i grupp IIB och tre hus i grupp III. Efter bearbetning av vissa perioder har diagrammen i fig 4.3.1 - 6 uppritats.

Fig 4.3.1 visar en jämförelse mellan 5 olika hus vid en relativt hög utetemperatur. Av kurvformen framgår det att tre av hushållen har använt sin tidsstyrningsautomatik. Huset i grupp III har markerat lägre effektbehov på natten och mitt på dagen än huset ur grupp I, men totalt sett är tendensen den att de tidsstyrda hu-

sen förbrukar mera energi än huset ur grupp I.

Vid lägre utetemperatur blir variationen i effekt hos de tidsstyrda husen större. I fig 4.3.2, som visar mätresultat från en januarivecka, ser man effektstegringar av storleksordningen 5,5 kW på morgonen. Effektstegringen på eftermiddagen är något mindre. Detta beror delvis på att dagsänkningen ej tillämpas i full utsträckning vid veckohelgen, varför medelvärdet sjunker. I övrigt framgår samma tendenser som i fig 4.3.1.

Vid en något högre utetemperatur minskar effektbehovet och även effektstegringen. Vid en utetemperatur av $-4,1^{\circ}\text{C}$ fås veckomedelvärdet enligt 4.3.3. Effektstegringen på morgonen är här av storleksordningen 4 kW. Husen ur grupp I har här den klart lägsta energiförbrukningen.

Jämförelser av energiförbrukningen hos ett hus före och efter ändringen av värmesystemet framgår av fig 4.3.4 - 5. En svårighet vid sådana jämförelser är att finna tidsperioder med någorlunda lika uteklimat. Mars månad har valts som jämförelseperiod i fig 4.3.4. Diagrammet visar en ökning av medeleffekten i huset ur grupp III med 380 W. För jämförelse har inritats förbrukningen för ett hus ur grupp I. För detta hus har medeleffekten sjunkit med 700 W. En beräkning med hänsyn till enbart utetemperatur skulle ge en effektsänkning av 140 W. En liknande studie av samma hus ur grupp III vid en relativt hög utetemperatur kan ge en något annorlunda bild. Som exempel har i fig 4.3.5 redovisats värden från två novemberveckor. Här visar resultatet på en klart minskad energiförbrukning (720 W). En beräkning m h t utetemperatur skulle ge en minskning av 110 W.

För att studera energiförbrukningen i detta hus under extremt låg utetemperatur har tre kalla dygn specialstuderats i fig 4.3.6. Dessa dygn uppvisar en något annorlunda bild än t ex fig 4.3.2. Två av dagarna är helgdagar. Man kan förmoda en stor förbrukning av hushållsel och varmvatten vid nyårshelgen. Att februaridagen visar så små effektstegringar kan möjligtvis bero på att elradiatorerna arbetar så nära sin topp effekt.

Fig 4.3.1 Medelvärde av total energiförbrukning timme för timme under tiden 1978-11-13--19 (7 dygn)
 Utetemperatur medelvärde 7,40C
 1 = ett hus ur grupp I o s v

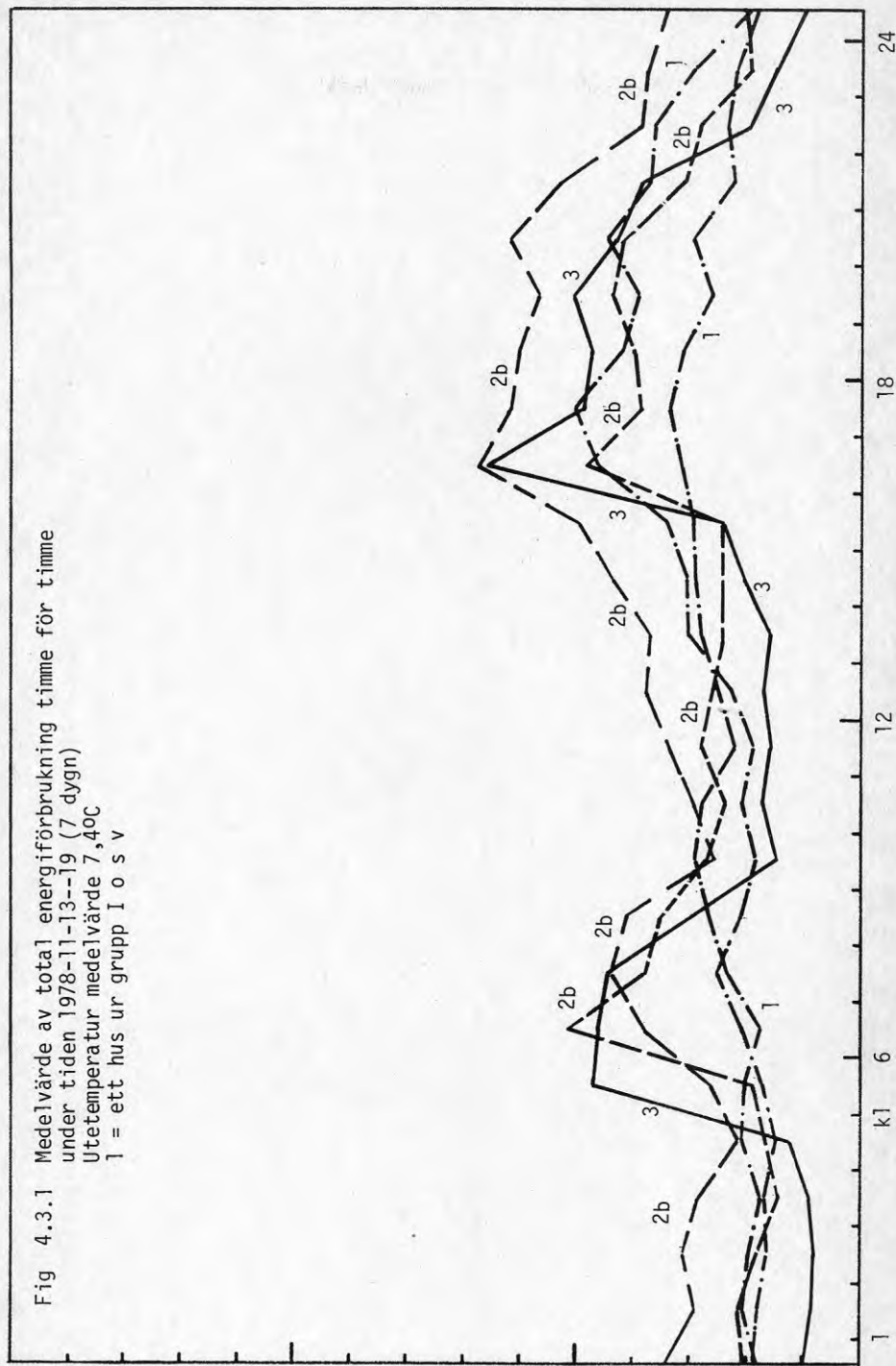
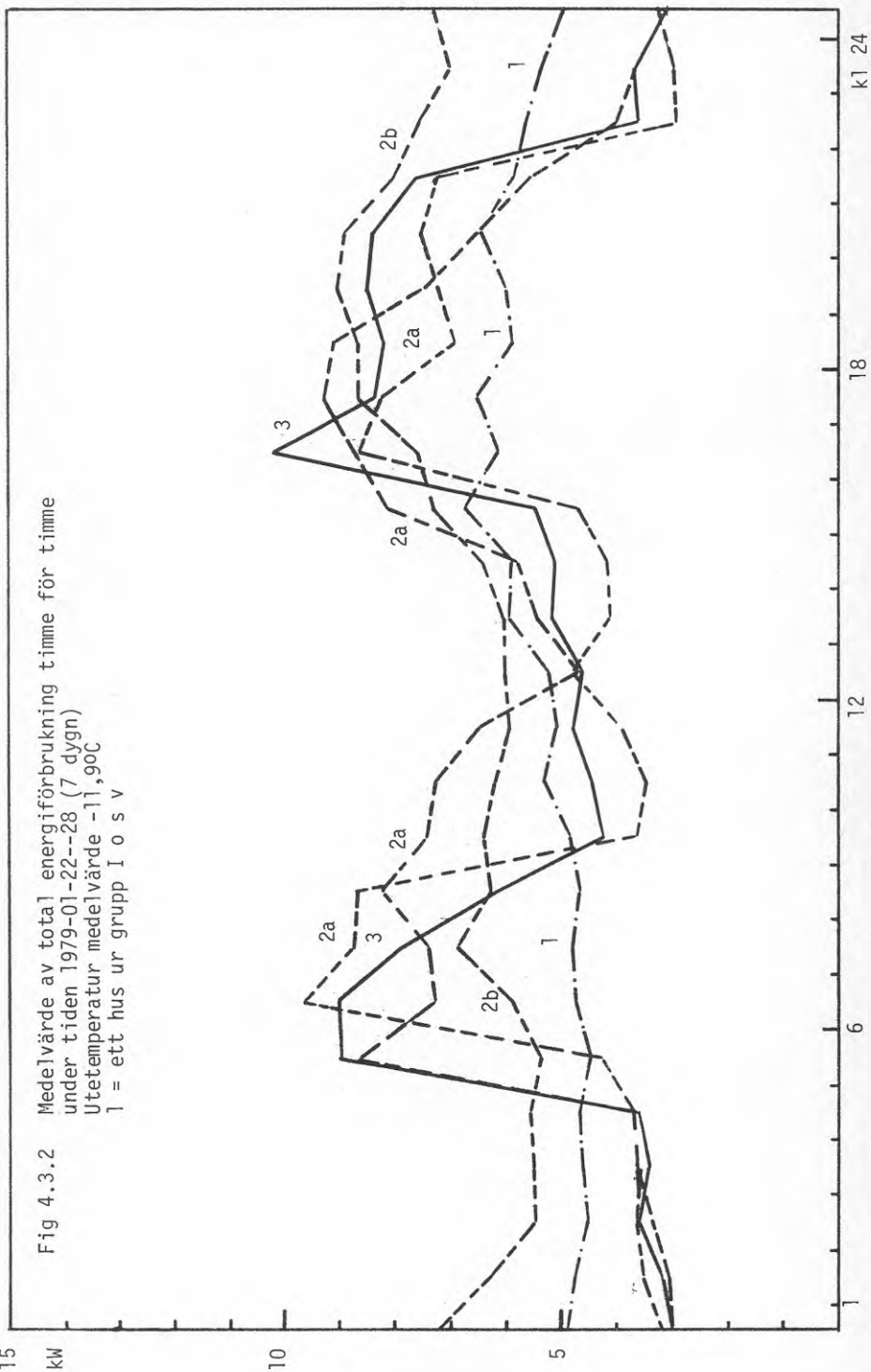


Fig 4.3.2 Medelvärde av total energiförbrukning timme för timme
 under tiden 1979-01-22--28 (7 dygn)
 Ufetemperatur medelvärde -11,90C
 1 = ett hus ur grupp I o s v



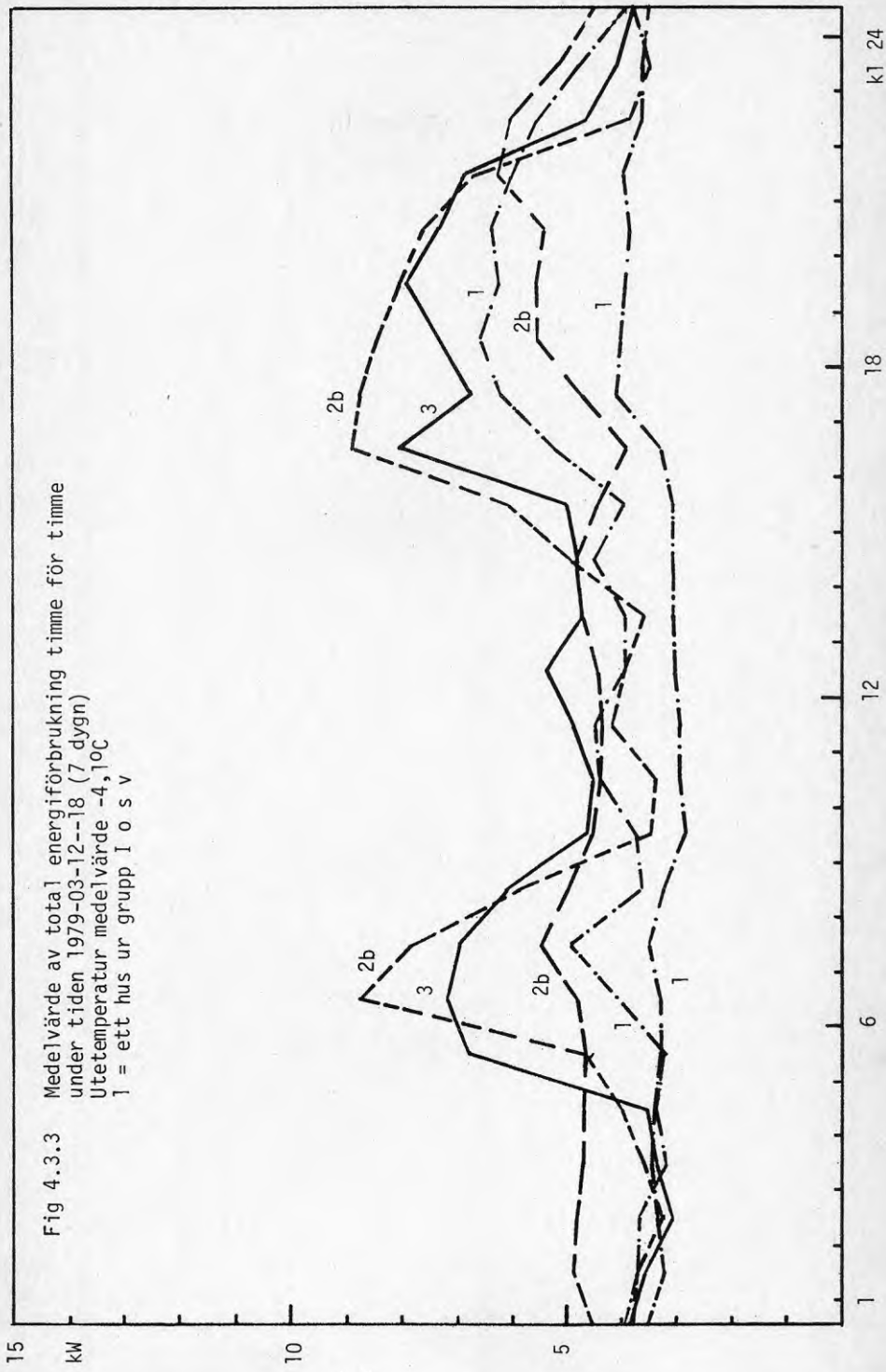
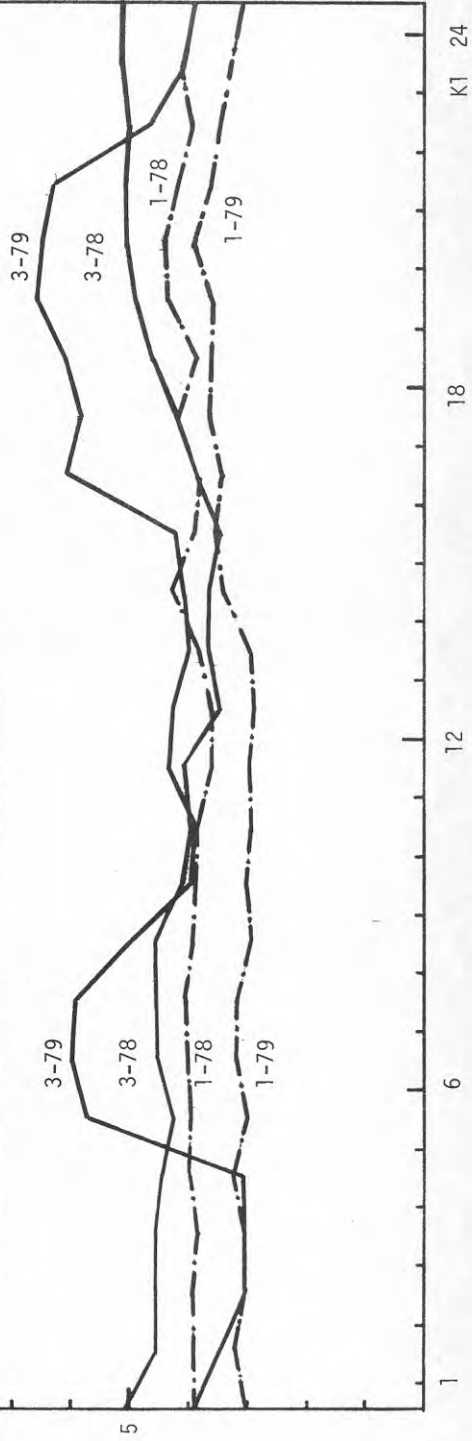


Fig 4.3.3 Medelvärde av total energiförbrukning timme för timme under tiden 1979-03-12--18 (7 dygn)
 Utetemperatur medelvärde -4,10C
 1 = ett hus ur grupp I o s v

Fig 4.3.4 Medelvärde av total energiförbrukning timme för timme under mars 1978 resp 1979 · 1 = ett hus ur grupp I o s v. Båda husen har vardagsrum åt väster.

Klimatdata Stockholm-Bromma	Mars 1978	Mars 1979
Utetemp, medelv °C	- 1,0	- 0,1
Solskenstid h	90,4	90,1
Medelvind m/s	3,9	5,3
Medeleffekt hus 1 kW	3,97	3,27
hus 2 kW	4,38	4,75



15

kW

10

5

Fig 4.3.5 Medelvärde av total energiförbrukning timme för timme under tiden 1977-11-07--13 resp 1978-11-13--19 för ett hus i grupp III

Klimatdata Stockholm-Bromma	1977-11-07--13	1978-11-13--19
Medelvärde Utetemp °C	6,7	7,4
Solskenstid h	16,4	13,3
Medelvind m/s	5,5	7,2
Medeleffekt	3,55	2,83

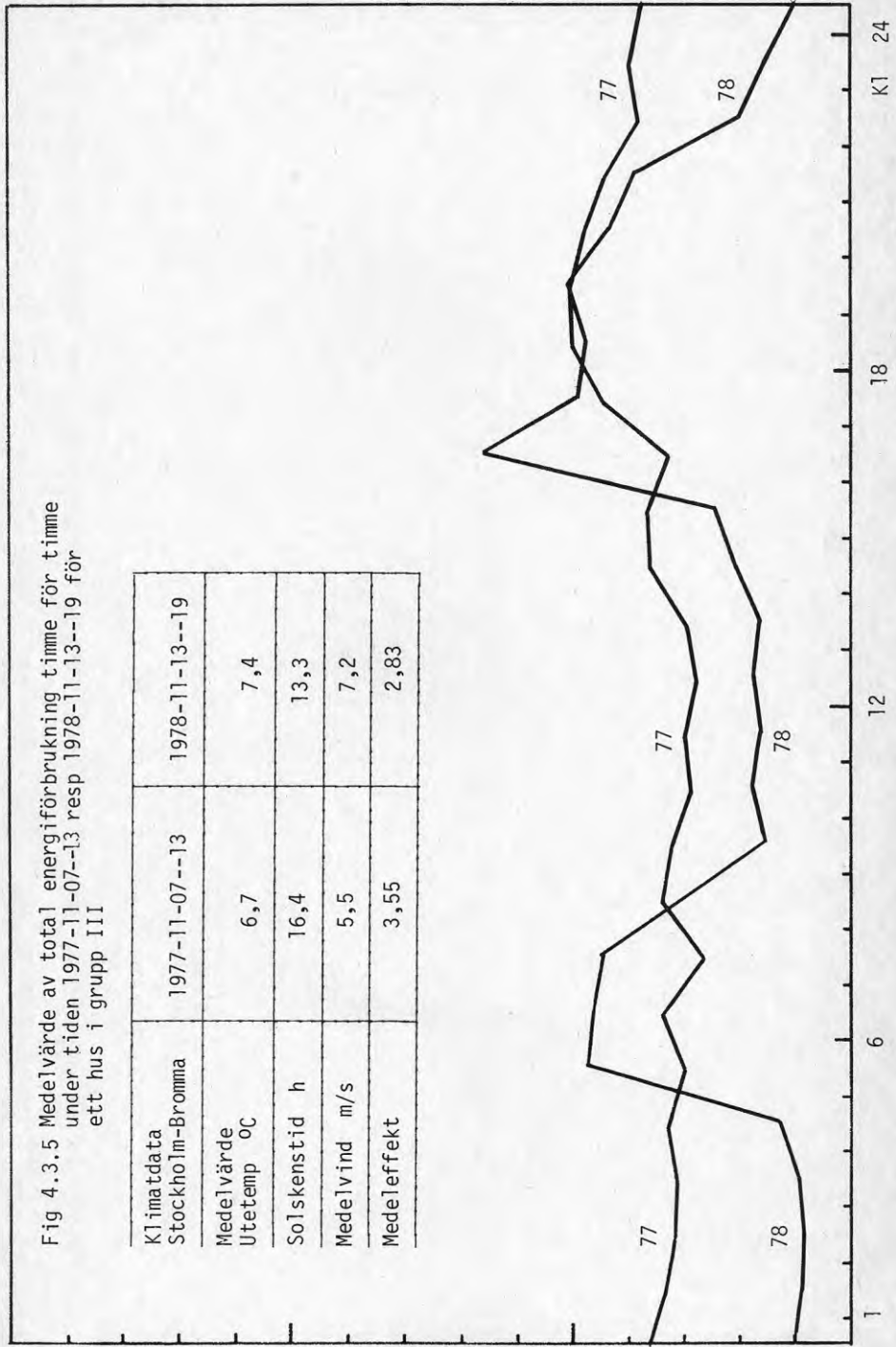


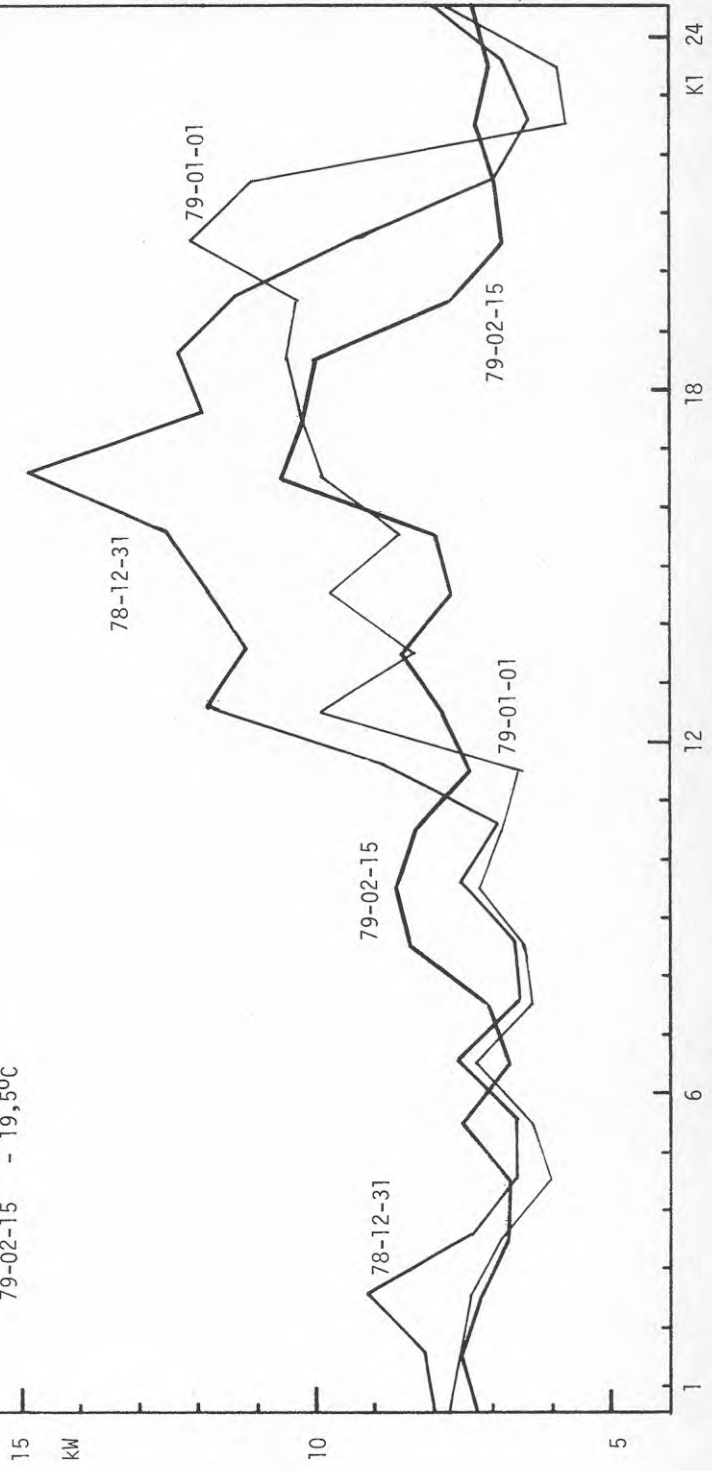
Fig 4.3.6 Total energiförbrukning timme för timme
i ett hus i grupp III under tre kalla dygn

Utetemperatur, dygnsmedelvärde

78-12-31 - 15,7°C

79-01-01 - 20,7°C

79-02-15 - 19,5°C



4.4 Enkäter

Vid besök på platsen fick de boende svara på frågor om sina energivanor m m. Grupp I och III besöktes 1979-05-09 och Grupp IIB 1979-09-20.

4.4.1 Grupp I

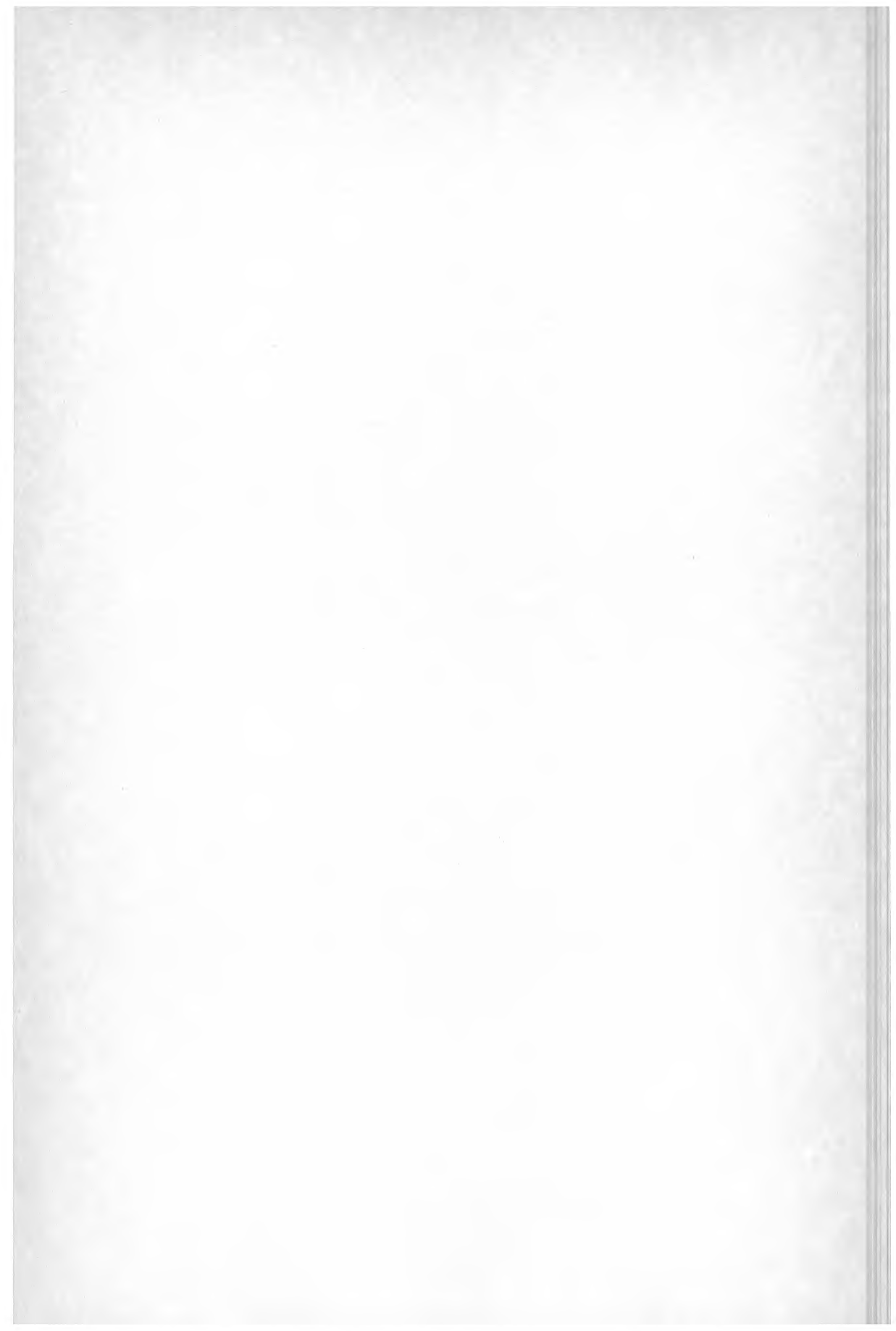
På frågan om vilken rumstemperatur, som man hade hållit, angavs i medeltal 20,4°C. Medelvärde av uppmätt temperatur i hallen vid besöket var 21°C. Familjens storlek var i medeltal 2,1 vuxna och 2,2 barn. Fyra av hushållen hade medvetet försökt begränsa ventilationsförlusterna genom att tidvis stänga av fläkten eller sätta ned varvtalet. Sju av hushållen hade för vana att slå av värmen vid vädring. I fem hushåll hade man värmeelement i förrådet, inställt på i medeltal 6,3°C.

4.4.2 Grupp III

Enligt uppgift använde sig åtta av de tio hushållen av tidsstyrningssystemet. I ett fall var tiduret ur funktion. De vanligaste inställningarna var för normaltemperatur kl 05.00--09.00 och 16.00--22.00 med cirka en timmes framförhållning vid temperaturhöjning. Normaltemperaturen var enligt uppgift i medeltal 20,1°C. Uppmätt temperatur vid besöket på eftermiddagen var 20,5°C i medeltal. Familjerna bestod i medeltal av 1,8 vuxna och 1,9 barn. Endast ett av hushållen hade medvetet försökt begränsa ventilationen. Detta kan möjligen bero på att man var van vid den stora luftomsättning som skedde med det tidigare värmesystemet. Fem av hushållen stängde av värmen vid vädring. I nio av hushållen hade man värmeelement i förrådet. Termostaten på detta var i medeltal inställd på 6,4°C.

4.4.3 Grupp IIB

Av de fyra hushållen deltog tre i enkäten. Dessa använde sig av tidsstyrningen med inställning för normaltemperatur kl 06.00--09.00 och 16.00--22.00. Någon enhetlig bild av temperaturnivåerna kunde inte erhållas. Familjerna bestod av två vuxna och två barn. De hade inte gjort några mera betydande åtgärder för att minska ventilationen. Alla tre hushållen hade värmeelement i förrådet, inställt på 5°C.



5 KOMMENTARER TILL MÄTNINGAR OCH ENKÄTER

5.1 Rumstemperatur och förluster

Korrelationsresultatet i tabell 4.2.1 och sammanställningen av enkätsvaren i 4.4 kan möjligen tyda på att man hållit en något lägre rumsmedeltemperatur i Grupp III än i Grupp I. I gengäld har den specifika effekten varit större i Grupp III än i Grupp I. Möjligen kan detta bero på de fenomen som påtalats i 4.2, sista stycket. En bidragande faktor kan också vara skillnader i isolering och täthet beroende på att husen i Grupp III har ett inbyggt kanalsystem. Hushållens åtgärder med ventilationen kan också spela in.

5.2 Samspel mellan värmesystem, hus och de boende

Resultatet av tidsstyrningen, som framkommit i undersökningen, kan te sig något överraskande. Det kan därför vara av värde att närmare granska samspelet mellan värmesystemet, huset och de människor som bor i huset.

För att nå bästa möjliga resultat med intermitterant uppvärmning skulle man önska sig ett värmesystem och ett hus med minimal tröghet. Enligt Dafgård (1979) har elradiatorer en tidskonstant av cirka 15 minuter, vilket är en kort tid jämfört med vatten-system. Däremot är husets tröghet betydligt större. Denna tröghet spelar en stor roll när det gäller att styra temperaturen så att den hinner återgå till normalvärde i rätt tid. Dessutom påverkar den starkt möjligheterna att spara energi. I princip kan man säga att ju trögare huset är, ju svårare är det att spara energi med hjälp av intermitterant uppvärmning.

I figur 5.2.1 visas ett tänkt, teoretiskt förlopp i ett hus med dag- och nattsänkning. Ett krav är att operativa temperaturen ska ha normalvärde när familjen är hemma och ej sover. För att åstadkomma detta måste tiduret ställa om temperaturbehovet till normalläge en viss tid innan uppstigningen respektive hemkomsten. Dels ska lufttemperaturen i huset ha hunnit nå sitt normalvärde, dels ska rummens begränsningsytor ha hunnit värmas upp. En viss undertemperatur hos ytterväggens yta kan här kanske tolereras beroende på radiatorns höga temperatur under uppvärmningsskedet. Genom att utetemperaturen varierar under dygnet kan förhållandet vara något olika på morgonen och eftermiddagen. En studie av temperaturregleringens inverkan på den riktade, operativa temperaturen vore av intresse.

Den höga effekt, som matas in i huset under uppvärmningsskedet, skall till största delen passera husets inre begränsningsytor. Därvid uppstår ett större temperaturfall mellan rumsluften och begränsningsytorna än vid kontinuerlig uppvärmning, se figur 5.2.2. Detta kan göra att rummet känns kallt, trots att lufttemperaturen kanske är mycket nära normalvärdet. En mätning av enbart lufttemperaturen i rummet kan ge en felaktig bild av komforten.

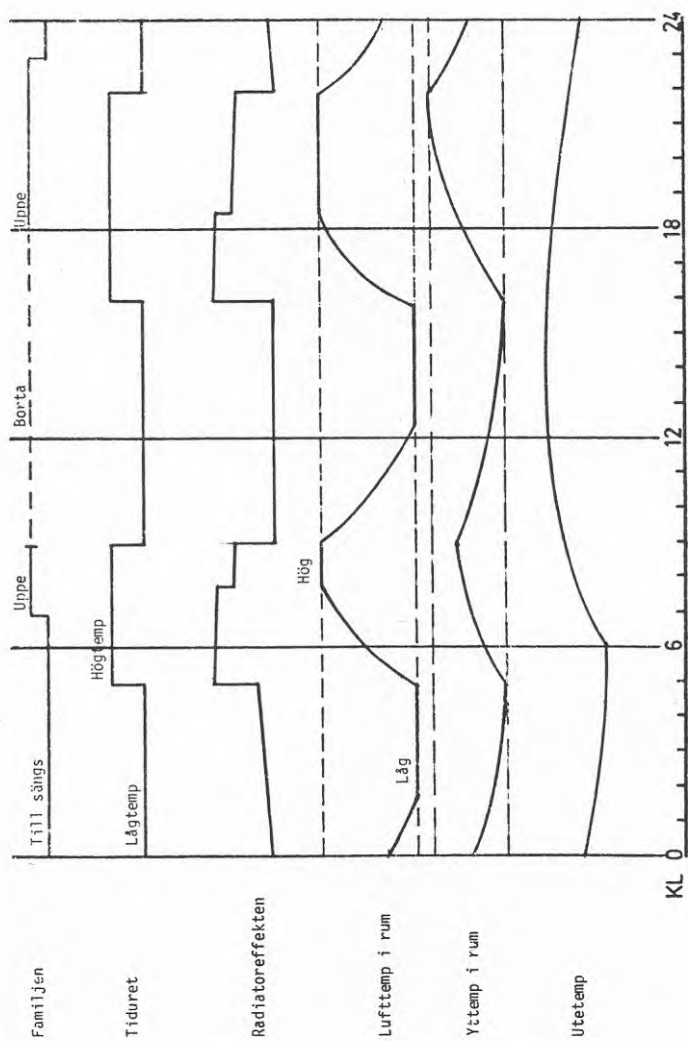


Fig 5.2.1 Dagnsschema över ett tänkt teoretiskt förlopp i ett hus med tidsstyrd direktelvärm

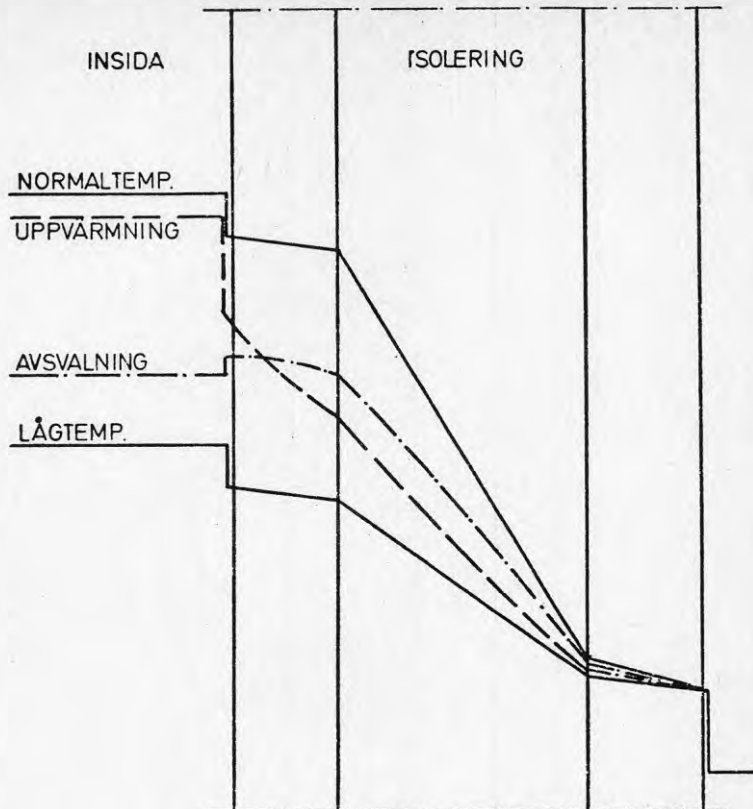


Fig 5.2.2 Exempel på temperaturkurvor i yttervägg vid intermittent uppvärmning.

5.3 Framförhållning

Vid inställning av tiduren har tidsframförhållningen i allmänhet satts till 1 timme.

Det är troligt att detta i de flesta fall är för kort tid. Utredningar av Dafgård (1979) och Jansson & Wiklund (1979) antyder att betydligt längre framförhållning kan vara optimal åtminstone vid temperaturhöjning. De senare rekommenderar en framförhållning av 3 timmar vid återgång till normaltemperatur, dvs om man stiger upp kl 07.00 skall alltså normalläget för termostaterna inkopplas kl 04.00.

5.4 Beräkning av avsvältnings- och uppvärmningstider

Dafgård (1979) har angivit formler för avsvältningsförlopp i byggnader. Det förlopp inomhustemperaturen beskriver kan uttryckas med en exponentialfunktion med utseendet

$$\frac{\theta(\tau)}{\theta(o)} = \exp(-\tau/\tau_b)$$

där τ avser tiden och θ temperaturdifferens mellan inne- och uteluft. Dessutom är

$$\tau_b = \frac{M}{\sum k \cdot A + \dot{q} \cdot c_p} ;$$

där M är husets värmelagringsförmåga och nämnaren ett uttryck för dess värmeavgivningsförmåga. Kvoten kallas tidskonstant eller godhetstal.

Dafgård har angivit experimentellt framtagna värden på tidskonstanten i några olika typer av byggnaden. För en villa av liknande konstruktion, som det här gäller, anger han en tidskonstant av 30 h.

För avsvältningsförloppet skulle vi då få följande formel gällande avsvältningstid τ_a :

$$\tau_a = -30 \ln \frac{t_{\text{låg}} - t_{\text{ute}}}{t_{\text{norm}} - t_{\text{ute}}}$$

Om $t_{\text{låg}}$ sättes till 18°C

$t_{\text{norm}} \quad 21^\circ\text{C}$

och inverkan av gratisvärme försummas, fås värden på avsvältningstider enligt Tabell 5.4.1.

Vid beräkning av uppvärmningsförlopp har Dafgård använt de värden på tidskonstant som framtagits genom studier av avsvältningsförlopp. Om detta förfarande accepteras, får man följande formel för uppvärmningsförloppet:

$$\tau = -\tau_b \ln \frac{P_t - P \cdot \theta(\tau)}{P_t - P \cdot \theta(o)}$$

där P_t = tillförd effekt under uppvärmningsförloppet

och P = husets specifika förlusteffekt

$$P = \sum k \cdot A + \dot{q} \cdot c_p \quad \text{W}/^\circ\text{C}$$

Genom korrelation har medelvärdet för P för de aktuella husen beräknats till 160 W/°C (Tab 4.2.1), vilket vid en tidskonstant av 30 h ger värmelagringsförmåga $M = 4,8 \text{ kWh/}^\circ\text{C}$. Om full, kontinuerlig radiatoreffekt kunde utnyttjas, skulle man i detta fall få uppvärmningstider vid tidigare värden på temperaturer 18° resp 21°C enligt Tabell 5.4.1 kolumn 3, om enbart elradiatorerna svarar för uppvärmningen.

Av kända skäl kan inte full, kontinuerlig radiatoreffekt utnyttjas under uppvärmningstiden. Placeringen av termostaten på radiatoren gör att den påverkas av den luft och de ytor som omger radiatoren. Dessutom är termostaterna så konstruerade att de bryter effekten med vissa intervaller för att undvika kraftiga pendlingar i rumstemperaturen. Ett ytterligare hinder är att radiatorernas fördelning i huset inte är den idealiska för varje uppträdande belastningsfall. Den öppna trappan utgör här en svårighet. Olika inställning av normaltemperaturens nivå i olika rum kan också inverka. Vind- och solpåverkan från olika riktningar kan även skapa obalans i förhållandet mellan tillgänglig effekt och effektbehov i husets olika rum.

Studerar man effekttoppen på morgonen för det hus ur Grupp III, som redovisats i fig 4.3.1 - 4 och ställer den i relation till utetemperaturen, fås sambandet

$$P_t \approx 6,1 - 0,24 t_{ute} \text{ kW}$$

Om detta uttryck för P_t sättes in i formeln för uppvärmningstiden, erhålles korrigerad uppvärmningstid τ_{uk} enligt Tabell 5.4.1 kolumn 5.

Resultatet är ganska överraskande. Man får alltså kortare uppvärmningstid ju kallare uteluften är. Iakttagelsen stämmer dock väl överens med den att effektstegringen i de visade diagrammen i fig 4.3.1 - 4 är större ju lägre utetemperaturen är. Med en konstant värmelagringsförmåga $M = 4,8 \text{ kWh/}^\circ\text{C}$ enligt tidigare är det då naturligt med det nämnda resultatet.

Gratisvärme från hushållsapparater, personer och sol kan göra att avsvälningstiden förlänges och uppvärmningstiden förkortas.

De framförhållningstider på cirka en timme, som använts i de aktuella husen, torde således vara för korta. Följden kan ha blivit att man använt sig av onödigt höga temperaturnivåer för att få tillräcklig komfort. Dock kan strålningsvärmen från den heta radiatoren i viss mån ha kompenserat den lägre temperaturen i rummet. Att radiatoren varit het kan också ha haft en viss psykologisk inverkan på komfortkänslan, vilket har kunnat något dämpa kravet på höjd temperaturnivå. Likväl torde det vara att rekommendera att framförhållningstiden i detta fall ökas till 3 å 3,5 timmar, samtidigt med att temperaturnivån på termostaterna sänkes med 1 - 2°C.

Tabell 5.4.1 Beräknad avsvälningstid τ_a och uppvärmningstid τ_u resp τ_{uk} för en villa med tidskonstant 30 h och rumstemperatur 18 resp 21°C.

Utetemp °C	τ_a h	τ_u h	$\tau_a + \tau_u$ h	τ_{uk} h	$\tau_a + \tau_{uk}$ h
- 20	2,28	3,18	5,46	3,07	5,35
- 15	2,61	2,70	5,31	3,36	5,97
- 10	3,05	2,35	5,40	3,71	6,76
- 5	3,68	2,08	5,76	4,13	7,81
0	4,62	1,86	6,48	4,67	9,29
5	6,23	1,69	7,92	5,36	11,59
10	9,55	1,54	11,09	6,31	15,86

5.5 Beräknad energibesparing

Vilken energibesparing skulle man teoretiskt kunna uppnå med ett perfekt inställt tidsstyrningssystem under ett vardagsdygn med dag- och nattsänkning? För att få en uppfattning om detta kan man studera ett exempel med följande data:

- Utetemperatur 0°C
- Familjen önskar normaltemperatur under tiden 06.00--08.00 och 17.00--22.00
- Maximal temperatursänkning 3°C
- Avsvälning- och uppvärmningstider enligt Tabell 5.4.1 kolumn 2 och 5
- Specifik effekt 160 W/°C

Enligt tabellen fås avsvälningstiden 4,62 timmar och uppvärmningstiden 4,67 timmar. Med hjälp av Dafgårds grafiska förfarande fås en besparing av 22,8⁰h, vilket svarar mot 3,65 kWh. Ur Tabell 4.2.1 fås normalförbrukningen vid 0°C för ett hus ur Grupp I lika med 83,41 kWh. Beräknad besparing skulle alltså vid 0°C utetemperatur vara maximalt 4,4 % räknat på total elförbrukning. Detta förutsätter att framförhållningstiden korrigeras, så att normal temperaturnivå uppnås vid rätt tidpunkt.

5.6 Rumsluften

Ser man närmare på vad som händer i rummet vid uppvärmning, finner man skillnader mellan olika skeden. Under perioder med kontinuerlig uppvärmning får man en relativt jämn temperaturfördelning i rummet. Den kalla luften från fönsterytan möter en varm uppåtgående luftström från radiatoren, se fig 5.6.1. Därvid blandas dessa luftströmmar, så att en relativt jämn temperaturfördelning uppnås.

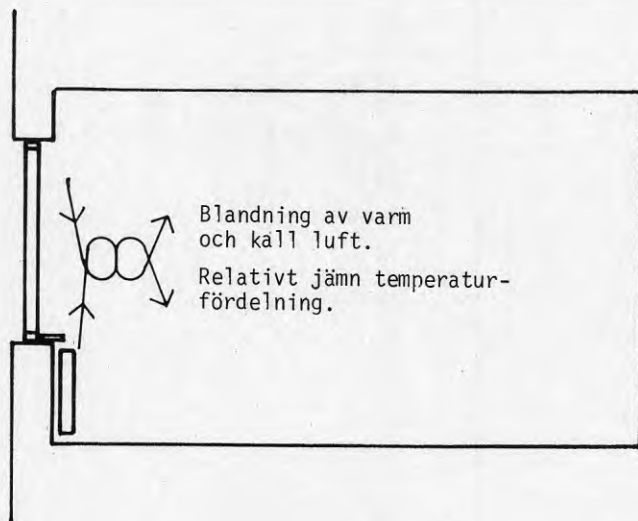


Fig 5.6.1 Kontinuerlig uppvärmning

Under ett avsvälningsskede, då radiatoren är avslagen, kan ett kallras utbildas vid fönster och yttervägg, se fig 5.6.2.

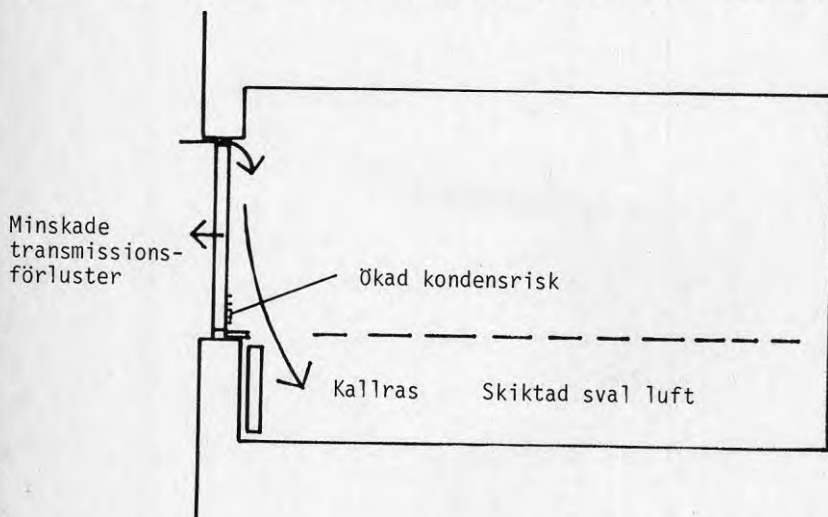


Fig 5.6.2 Avsvälningsskedet vid intermittert uppvärmning

Detta kallras, som kan förstärkas av att friskluft tas in genom fönstret, kan ge upphov till en ogynnsam temperaturfördelning i rummet, som gör att man fryser om fötterna. Detta kan göra det svårt att slå om till lågtemperatur innan man går till sängs eller lämnar huset. En annan effekt är att kondensrisken mot fönsterglasets insida ökar. Positivt är att transmissionsförlusterna minskar.

När man önskar återgå till normal temperatur, erfordras en kraftig insats av värme för att höja temperaturen hos rumsluften och rummets ytmaterial. Denna kraftiga uppvärmning ger naturligtvis också upphov till kraftiga luftrörelser och en viss skiktning av varmluft överst i rummet, se fig 5.6.3.

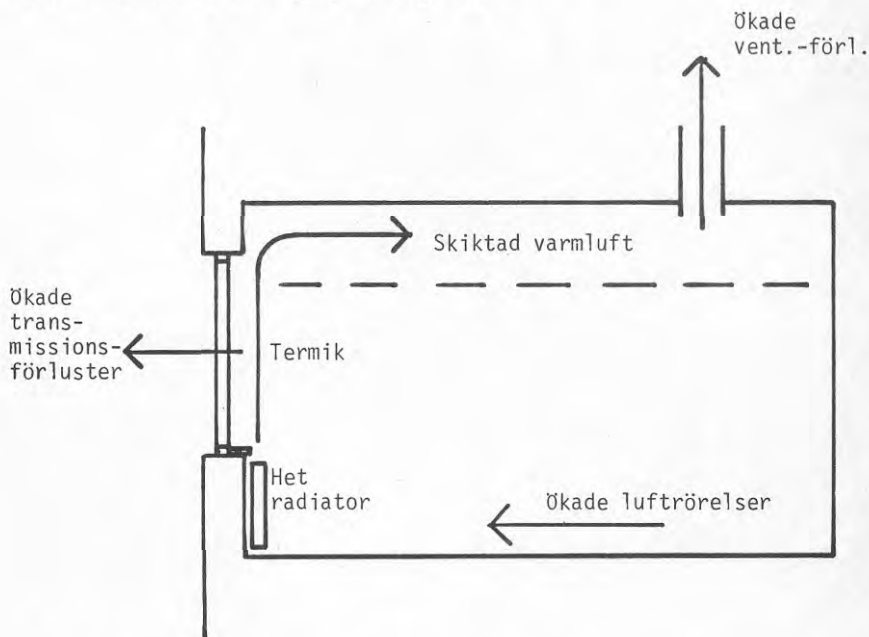


Fig 5.6.3 Uppvärmningsskedet vid intermittent uppvärmning

Den kraftiga, varma luftströmmen från radiatoren ger upphov till ökade transmissionsförluster genom fönstret och skiktningen kan ge upphov till ökade ventilationsförluster. Det är oklart om dessa ökningarna kompenseras helt av de minskningar i förluster som inträffar i avsvälningsskedet. Med hänsyn till risken för ökade ventilationsförluster under uppvärmningsskedet kan det vara en fördel om fläktkapaciteten är reducerad under detta skede.

Någon energibesparing har inte kunnat påvisas med den användning av intermitterent uppvärmning som har förekommit i de undersökta husen. Till stor del torde orsaken till detta ligga i att för kort framförhållningstid vid temperaturhöjning har använts och att man därför måst använda sig av onödigt höga temperaturnivåer. En riktig inställning av framförhållningstiden och temperaturnivåerna torde kunna ge en energibesparing av storleksordningen 4 % av total energiförbrukning vid dag- och nattsänkning. En fördel vore om inställningen kunde ske automatiskt.

En annan orsak till den uteblivna energibesparingen kan vara att elradiatorerna inte kan utnyttjas med full, kontinuerlig effekt i uppvärmningsskedet. Dock verkar det som om det termostatsystem, som använts i detta fall, ger en ökning av tillgänglig effekt vid lägre utetemperaturer.

För de hus, som tidigare hade elbatteri kombinerat med varmluftinblåsning (Grupp III), har bytet till elradiatorer inneburit en minskning av energiförbrukningen om man tar hänsyn till de friliggande förrådens förbrukning. För de hus, som hade värmepump (Grupp II), har utbytet däremot inneburit att genomsnittsförbrukningen ökat något. I gengäld har man fått en mindre komplicerad och mera lättskött värmeanläggning.

LITTERATUR

Andersson, K A & Pettersson, U, 1979, Luft-luftvärmepumpar i småhus. Fältundersökning i Viksjö-Järfälla. Byggforskningens rapport R75:1979, Stockholm.

Dafgård, N, 1979, Intermittent uppvärmning. Nattsänkning. Rapport 22 från institutionen för uppvärmnings- och ventilations-teknik, Kungl Tekniska Högskolan, Stockholm.

Jansson, C & Wiklund, S, 1979, Energibesparing vid behovsanpassad inomhustemperatur i gruppbyggda småhus. Delrapport BFR projekt 780017-0, Stockholm.

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 760999-7
från Statens råd för byggnadsforskning till Skånska
Cementgjuteriet, Malmö.**

R67: 1981

ISBN 91-540-3514-7

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700367

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

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

Cirka pris: 25 kr exkl moms