



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**

**R58: 1974**

**Energiförbrukning  
i småhus**

**Karl E. Munther**

**Byggforskningen**

Eluppvärmning erbjuder goda möjligheter att relativt säkert få en uppfattning om energiförbrukning i normala bostadshus. Trots detta har hittills ingen större systematisk undersökning baserad på ett stort antal småhus publicerats.

Oftast har man intensivt studerat ett litet antal byggnadstekniskt likvärdiga hus. I många fall har husen byggts i försökssyfte med olika former av värmeförvinning och ventilation och alltså inte varit representativa för det normala småhusbeståndet. I andra fall har mer slumpmässigt observerade data angivits med i ex energiförbrukning i kWh per m<sup>2</sup> bostadsyta.

Av en mycket ingående analys av energiåtgången i enstaka hus – speciellt oboboda – kan man naturligtvis dra långtgående slutsatser om värmebalansen. Men på detta sätt erhållna värden är svåra att föra över till normala hus påverkade av så irrationella faktorer som människors olika levnadsvanor och komfortkrav.

Denna undersökning avser i första hand att visa verkliga uppmätta förbrukningsvärden från normalt byggda småhus och söka klarlägga hur olika faktorer påverkar dessa värden storlek.

5 500 bebodda småhus av varierande typer och geografiskt läge har undersökts och uppmätta värden har jämförts med teoretiskt förväntade. Husen har uppmätts och hänsyn har tagits till

fönsterytor, ventilationsvolym, värmeläsningsstal och övriga faktorer som kan tänkas påverka energiåtgången.

Jämförelser har gjorts genom erhållna förbrukningsvärden med hjälp av verkliga månadsmedeltemperaturer under perioden korrigerat till ortens normalår och därefter till Stockholmsklimat.

Energiförbrukningen i identiska hus varierar givetvis med de boendes levnadsvanor, men god överensstämmelse med teoretiskt förväntade värden har erhållits när hänsyn tagits till:

□ Verkliga tidsintegrerade temperaturskillnader under hela året (för Stockholm G = 5 452 graddygn under de senaste hundra åren vid innetemperaturen + 21°C).

□ Tillgodogjord solenergi – främst genom glasytor – och basenergi från hushållsförbrukning och liknande. (Jmf FIG. 1.)

### Normalförbrukningsdiagram

Utredningens huvudsyfte har varit att fastställa årlig energiförbrukning i bebodda småhus. Det framgår att m<sup>2</sup> bostadsyta i och för sig är en användbar parameter för att ange normal energiförbrukning, men då måste hänsyn tas till sammanbyggnadssätt, antal plan, förekomst av källare och väsentligt avvikande isolering eller procent fönsterytor.

För att föra ut resultaten och göra dem lätt användbara har därför förbrukningsdiagram med normal ener-

Nyckelord:

småhus, energiförbrukning, elvärme

### TEKNISKA HÖGSKOLAN I LUND BYGGPRODUKTIONSTEKNIK

Rapport R58:1974 avser anslag D699 från Statens råd för byggnadsforskning.

UDK 728.3:697.003  
697.003  
697.325:621.36  
SfB (56)  
ISBN 91-540-2381-5

Sammanfattning av:  
Munther, K E, 1974, *Energiförbrukning i småhus*. (Statens institut för byggnadsforskning) Stockholm. Rapport R58:1974, 204 s., ill., 30 kr.  
Rapporten är skriven på svenska med svensk och engelsk sammanfattning.

Distribution:  
Svensk Byggtjänst  
Box 1403 111 84 Stockholm  
Telefon 08-24 28 60  
Grupp: installation

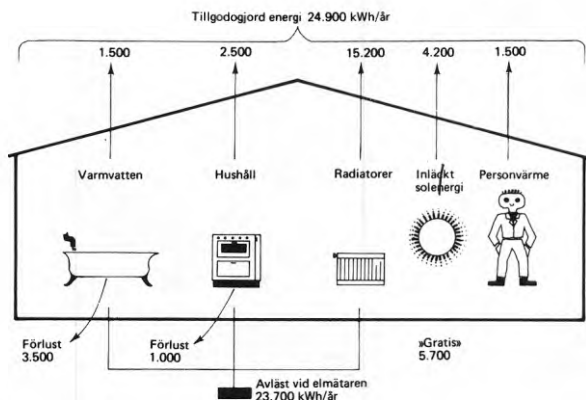


FIG. 1. Hypotes om energibalans i genomsnittligt bebott småhus. Energimängder i kWh/år.

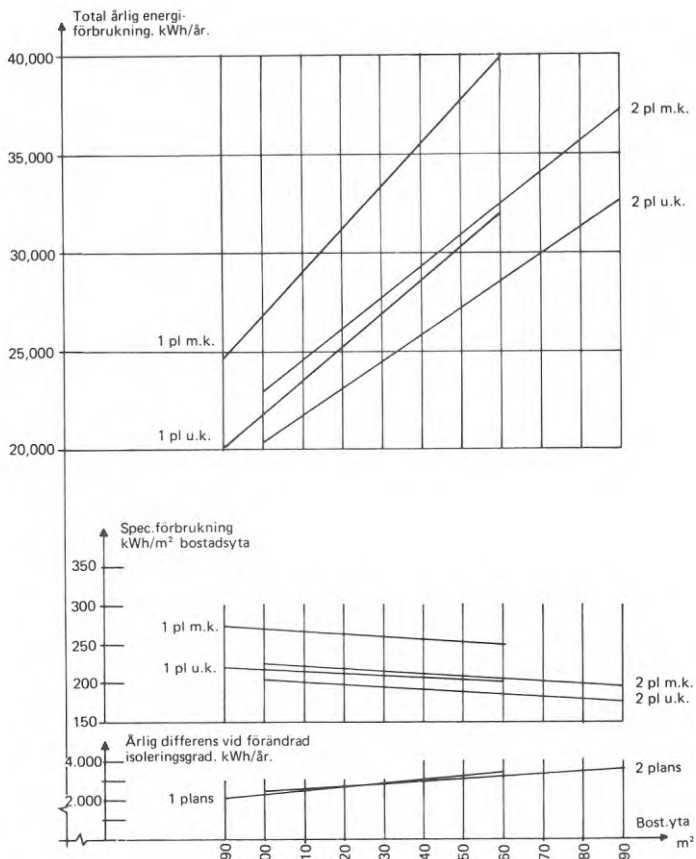
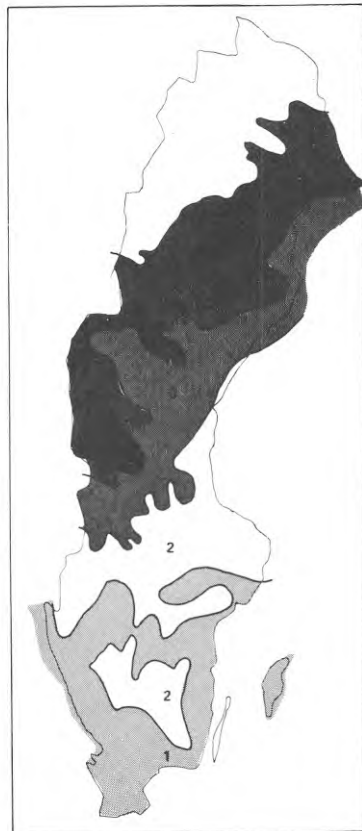


FIG. 2. Förbrukningsdiagram för FRILIGGANDE HUS. Energivärden för normaliserade (N) friliggande hus med invändig bredd 8 m. Vid övergång till isoleringsgrad H eller L minskar resp. ökar förbrukningen med värden angivna som "Årlig differens...". Alla energivärden avser Stockholms normalår. Omräkning till andra klimatområden sker med multiplikator enl. FIG. 3.



Klimatområde	Omräkningsfaktor
1	0,95
2	1,05
3	1,20
4	1,30

(Bearbetning av uppgifter ur »Klimatdata för Sverige»)

FIG. 3. Omräkning av energiförbrukning till olika klimatområden. Årlig energiåtgång enligt förbrukningsdiagram omräknas approximativt till aktuell klimatområde genom multiplikation med följande omräkningsfaktorer:

giätgång som funktion av bostadsyta beräknats för referenshus med specificerade värden på isolertjocklek, fönsterprocent o dyl.

I FIG. 2 visas normalförbrukningar för friliggande småhus med och utan källare i Stockholmsklimat. Motsvarande diagram finns även för radhus osv. Omräkning till andra klimatzoner kan göras med hjälp av FIG. 3. Ur FIG. 2 kan också utläsas hur stor energibesparing eller ökning som erhålls vid övergång till högre och lägre isoleringsgrad.

Diagrammet, FIG. 2, gäller för normaliserade hus, vilka i detta sammanhang definieras som hus med  
 $k = 0,30 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$  i väggar  
 $k = 0,25$  i vindbjälklag  
 - tvåglasfönster 20 % av bruttoväggytan (karmyttermått)  
 - ventilation genom självdrag.

Vid källarhus medräknas ingen yta i källaren när man bestämmer bostadsyta. Övergång till hög- eller lågisolering sker genom att  $k$  ändras med 0,10 för vindbjälklag och 0,05 för väggar.

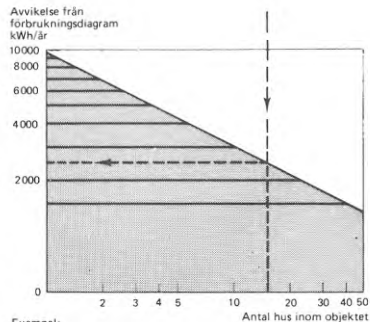
Normal energiåtgång har visat sig va-

ra ca  $80 \text{ kWh/m}^2$  invändig yta i källarplan av någorlunda traditionellt utförande, dvs med endast gillestuga eller hobbyrum kontinuerligt uppvärmda.

I rena souterrainplan däremot ligger medelförbrukningen vid ca  $170 \text{ kWh/m}^2$ , vilket innebär att souterrainhuset får ungefär samma förbrukning som ett normalt 1 1/2- eller 2-planshus räknat per  $\text{m}^2$  bostadsyta. De i allmänhet något lägre isoleringarna i souterrainplanet kompenseras troligen av markens isolerande verkan.

I radhus erhålls givetvis lägre specifik förbrukning. Normalt ligger gavelradhusen ca 30 och mellanradhusen ca  $40 \text{ kWh}$  per  $\text{m}^2$  och är lägre än motsvarande friliggande hus.

Förbrukningen varierar som nämnts avsevärt med de boendes levnadsvanor. Ur FIG. 4 kan t ex utläsas att totala energiåtgången för ett enskilt hus ligger inom  $10\,000 \text{ kWh/år}$  över eller under normalvärdet. Däremot ligger erhållet medelvärde från en grupp på 15 hus med 95 % sannolikhet inom  $\pm 2\,500 \text{ kWh/år}$  från det avlästa värdet.



Exempel:  
 Avläst värde ur förbrukningsdiagram =  $22\,600 \text{ kWh/år}$ .  
 Om gruppen omfattar 15 identiska hus betyder detta att förbrukningsmedelvärdet med 95 % s sannolikhet ligger inom:  $22\,600 \pm 2\,500 \text{ kWh/år}$ .

FIG. 4. Diagram för bestämning av normala avvikelser från förbrukningsdiagrammen. Gäller med 95 % sannolikhet för källarlösa hus.

# Energy consumption in single-family houses

Karl E. Munther

## National Swedish Building Research Summaries

R58:1974

Electric heating offers ample scope for obtaining a fairly reliable idea of energy consumption in normal residential buildings. In spite of this, no results of any major systematic study of a large sample of single-family houses have yet been published.

The usual approach has been to make a detailed study of a small number of structurally identical houses. In many cases, the houses have been built as an experiment involving various systems of heat recovery and ventilation and have thus not been representative of the normal stock of single-family homes. In other cases, data of a more random nature have been given with, for example, energy consumption in kWh per m<sup>2</sup> floor area.

Far-reaching conclusions regarding heat balance can be reached on the basis of highly detailed analyses of energy consumption in individual houses, in particular uninhabited ones. However values obtained in this manner are difficult to apply to normal houses influenced by such irrational factors as the various living habits and comfort requirements of human beings.

The study was primarily concerned with showing values actually recorded for energy consumption in single-family houses of normal structural design and trying to establish how different factors affect the magnitude of these values.

A total of 5,500 single-family houses inhabited of varying design and geographical location were studied and values recorded were compared with what might be expected on the basis of theory. The houses were subjected to mea-

surement taking into account window areas, ventilation volumes, coefficients of thermal conductivity and other factors which might conceivably affect energy consumption.

Comparisons were made by correcting the consumption values recorded to give the values for a normal year in the place in question; the real monthly mean temperatures during the period were used for this. A second correction of the values was then made to give the values for the Stockholm climate.

The energy consumption in identical houses varies quite naturally according to the inhabitants' living habits, but shows a good measure of agreement with the values anticipated after the following factors have been taken into account:

- Real temporally integrated differences in temperature throughout the year
- Solar energy used — mainly through panes of glass — and basic energy from household consumption etc. (cf. FIG. 1)

### Diagrams showing normal consumption

The main object of the study was to establish the annual energy consumption of inhabited single-family houses. It emerged that the concept of m<sup>2</sup> floor area is in principle a feasible parameter for indicating normal energy consumption, but the system of assembly, number of floors, presence of basement and any major deviations in terms of insulation or percentage of glazed area must then be taken into account.

An energy consumption diagram was therefore drawn up to render the results easy to apply. This diagram shows

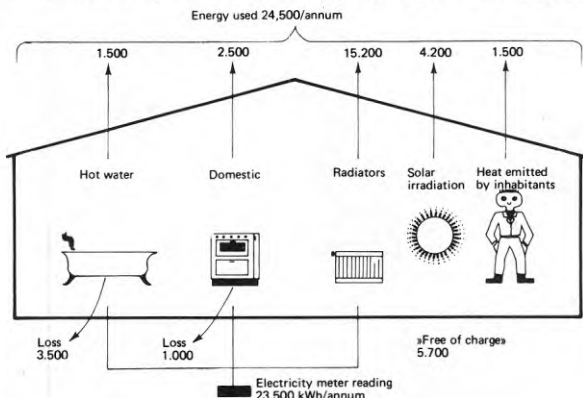


FIG. 1. Hypothesis regarding energy balance in an average, inhabited single-family house. Energy consumption is expressed in kWh/annum.

Key words:

single-family house, energy consumption, electric heating

Report R58:1974 refers to grant D699 from the Swedish Council for Building Research.

UDC 728.3:697.003  
697.003  
697.325:621.36  
SFB (56)  
ISBN 91-540-2381-5

Summary of:

Munther, K E, *Energiförbrukning i småhus*. Energy consumption in single-family houses. (Statens institut för byggnadsforskning) Stockholm. Report R58: 1974, 204 p., ill. 30 Sw. Cr. The report is in Swedish with summaries in Swedish and English.

Distribution:

Svensk Byggtjänst  
Box 1403, S-111 84 Stockholm,  
Sweden

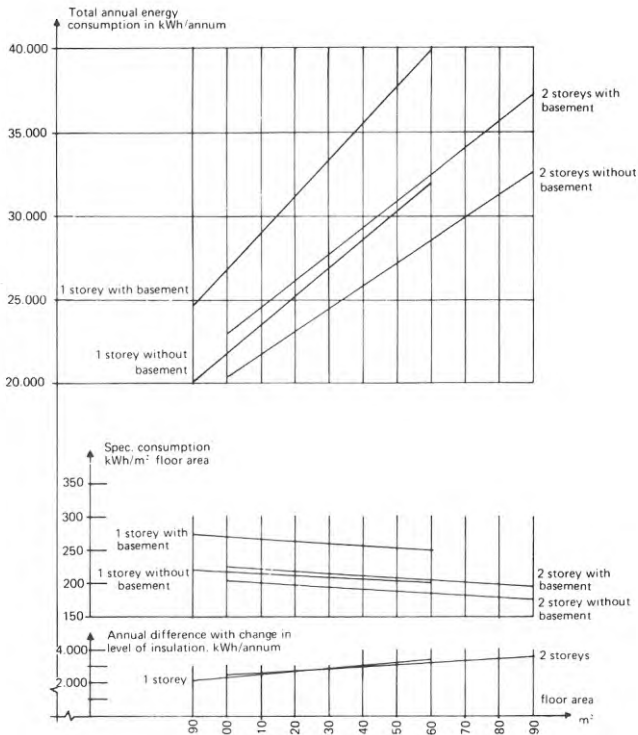


FIG. 2. Energy consumption diagram for DETACHED HOUSES. Energy consumption levels for detached houses with normal insulation (N) and an internal width of 8 m. With a changeover to H or L level of insulation the consumption rises or falls by the amount designated "Annual difference. . ." All values refer to a normal year in the Stockholm climate. The values can be converted for application to other climatic regions by using the multiplier given in Figure 3.

normal energy consumption in relation to floor area for a reference house with specified values in respect of thickness of insulation, percentage of glazed area and so on.

FIG. 2 shows normal consumption for detached single-family houses with and without basements in the Stockholm climate. A similar diagram has been plotted for town houses and other designs. The values can be converted for application to other climatic zones with the aid of FIG. 3. FIG. 2 also shows how much saving or how much increase will occur in energy consumption on changeover to a higher or lower level of insulation.

FIG. 2 applies for houses with normal insulation, which are defined in this case as being houses where  
 -  $U = 0.30 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$  in walls  
 -  $U = 0.25$  in loft joists  
 - double-glazing, 20 % of the gross wall area (external dimensions of frames)  
 - natural ventilation.

In the case of houses with basements, no basement area was included in the floor area.

The changeover to high or low-efficiency insulation is simulated by changing the U-value by 0.10 for loft joists and by 0.05 for walls.

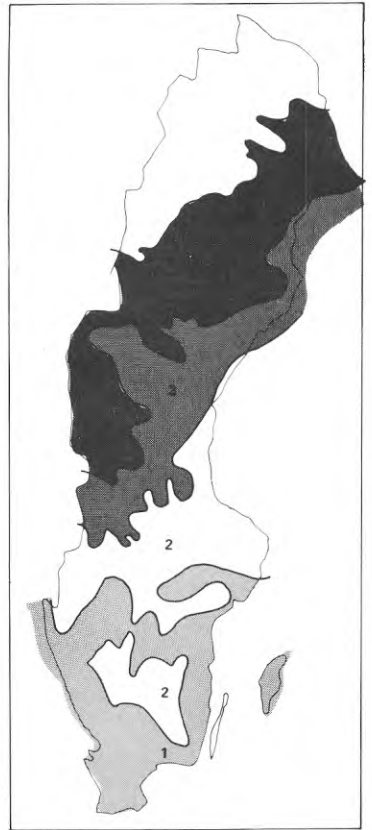
A normal energy consumption per  $\text{m}^2$  internal area in basements of more or

less traditional design proved to be around 80 kWh; i.e. in basements when only one room used for recreational purposes is heated constantly.

In split-level houses, however, the mean consumption level is in the region of  $170 \text{ kWh/m}^2$ , which means that a split-level house consumes approximately the same amount of energy as a chalet bungalow or a two-storey house in terms of  $\text{m}^2$  floor area. The slightly lower level of insulation in the semi-basement part is probably compensated for by the insulating effect of the ground.

Admittedly, a lower consumption level was established in the case of town houses. Normally, the town house at the end of a row is approximately  $30 \text{ kWh/m}^2$ , annum lower than corresponding detached houses, while mid-row town houses are about  $40 \text{ kWh/m}^2$ , annum lower.

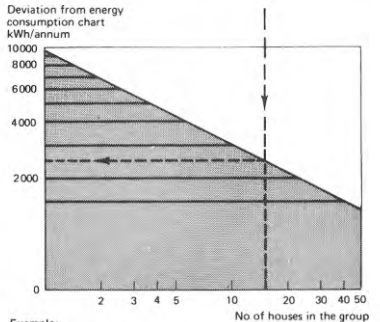
As we have already pointed out, consumption varies considerably according to inhabitants' living habits. For example, from FIG. 4 we can see that the total energy consumption for an individual house is within a range of 10,000 kWh/annum above or below the normal value. On the other hand, the mean established for a group of 15 houses lies with a 95 % measure of probability within a range of  $\pm 2,500 \text{ kWh/annum}$  of the value recorded.



Climatic region	Conversion-factor
1	0,95
2	1,00
3	1,20
4	1,30

(Source of information: The book, "Climatological data for Sweden")

FIG. 3. Conversion of energy consumption values for application to other climatic regions. Annual energy consumption as shown in the consumption diagram can be converted approximately for application to another climatic region by multiplication using the following conversion factors:



Example:  
 Value read off from energy consumption chart =  $22,600 \text{ kWh/annum}$ .  
 If a group consists of 15 identical houses, this means that the mean consumption will with 95 % probability be within the range  $\pm 22,600 \pm 2,500 \text{ kWh/annum}$ .

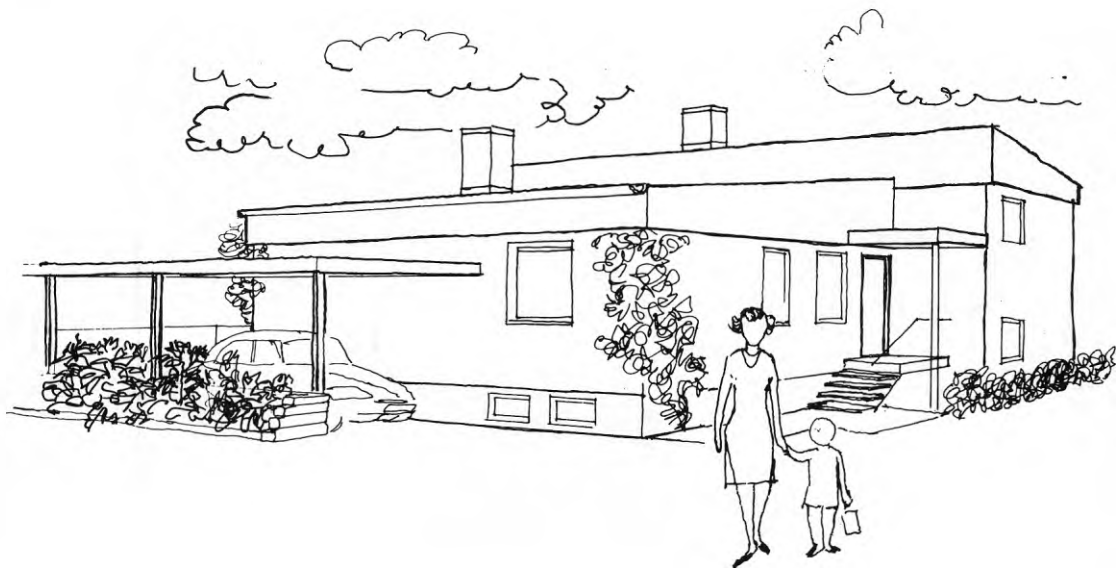
FIG. 4. Diagram for determining normal deviations from the energy consumption charts. Applies with 95 % probability in the case of houses without basements.

Rapport R58:1974

## ENERGIFÖRBRUKNING I SMÅHUS

Undersökningar av 5.500 bebodda hus

av Karl E. Munther



Denna rapport avser anslag D 699 från Statens råd för byggnadsforskning.

Statens Institut för byggnadsforskning, Stockholm

ISBN 91-540-2381-5

LiberTryck Stockholm 1974



## FÖRORD

Författaren påbörjade år 1970 med ekonomiskt stöd från Statens råd för byggnadsforskning ett forskningsprojekt för att klarlägga energiförbrukning i bebodda småhus.

Forskningsprojektet har genomförts under ledning av professor Hilding Brosenius, som förutseende initierade undersökningen och bidragit med värdefulla synpunkter under arbetets gång. Hans stöd och uppmuntran har gjort det möjligt att fullfölja projektet.

En stor del av fältarbetet med datainsamlande har utförts av numera civilingenjörerna J. Areskoug, U. Breitholtz, A. Ekström B. Eriksson, T. Lundström, P.O. Lindström och E.V. Lundström. De två **sist nämnda** har, i samarbete med doktoranderna P. Högfeldt och L. Nordberg vid Institutionen för matematisk statistik vid KTH, klarlagt fakta för den statistiska bearbetningen.

Till de ovan nämnda samt till representanter för elverk och bygginstitutioner som visat vänligt tillmötesgående vill jag framföra mitt varma tack.

Östersund i oktober 1973

Karl E. Munther

# INNEHÅLL

BETECKNINGAR OCH DEFINITIONER .....	7
1       INTRODUKTION .....	8
2       SYFTE OCH VISSA HUVUDRESULTAT .....	11
2.1   Undersökningen .....	11
2.2   Teoretisk - verklig energiåtgång .....	11
2.3   Värmebehov - mätarställning .....	12
2.4   Omräkning till normalår .....	13
2.5   Energibesparande eller -höjande åtgärder .....	14
2.6   Optimal isolering .....	16
2.7   Val av byggnadstyp och värmesystem .....	16
2.8   Total energibalans .....	17
2.9   Diagram över förväntad energiförbrukning .....	18
2.10  Värmeeffektbehov och effektutnyttjande .....	20
2.11  Vem kan - och bör - spara? .....	21
3       VAL AV UNDERSÖKNINGSOBJEKT .....	22
3.1   Urvalsmetod .....	24
3.2   Geografisk fördelning .....	24
3.3   Fördelning på hustyper .....	26
4       DATAINSAMLANDE .....	28
4.1   Byggnadstekniska uppgifter .....	28
4.2   Energiförbrukningsuppgifter .....	28
5       BERÄKNING AV KLIMATDATA .....	30
5.1   Antagande av innetemperatur .....	30
5.2   Beräkning av graddygn .....	32
5.2.1  Jämförelse med traditionellt graddagstal .....	33
5.2.2  Kontroll av antal dygn med medeltemp.över +21 °C ...	34
5.3   Vindhastigheter under normalår .....	35
5.4   Solstrålning under normalår .....	38
5.4.1  Solskenstimmar under normalår .....	38
5.4.2  Strålningseffektens geografiska variationer .....	41
5.4.3  Approximativ jämförelse mellan olika orter .....	44
5.4.4  Noggrannare beräkning för fyra orter .....	46
5.4.5  Slutsatser betr.tillgänglig solenergi .....	48
6       BEARBETNING AV ENERGIFÖRBRUKNINGSUPPGIFTER .....	49
6.1   Korrigerering till helår .....	49
6.1.1  Graddygns fördelning under normalår .....	50
6.1.2  Totalförbrukningens fördelning under året .....	51
6.1.3  Jämförelse med uppmätta värden .....	52
6.1.4  Diskussion av korrigeringsmetodens fel .....	55
6.2   Korrigerering till normalår .....	56
6.2.1  Totalförbrukningens variation med antalet graddygn.	56
6.2.2  Val av korrigeringsmetod .....	58
7       KORRIGERING OCH STATISTISK BEARBETNING AV ENSKILDA ENERGIFÖRBRUKNINGSVÄRDEN .....	61

8	ÖVERSIKTLIGA DATA OCH REDOVISNING AV BYGGNADS- TEKNISKA UPPGIFTER .....	69
8.1	Översiktliga data för samtliga objekt .....	69
8.2	Redovisning av byggnadstekniska uppgifter .....	77
8.2.1	Värmeledningstal för väggar och vindsbjälklag .....	77
8.2.2	Fönsterprocent .....	77
8.2.3	Fönsterytor .....	77
8.2.4	Ventilationsvolym .....	77
8.2.5	Bostadsyta .....	78
8.2.6	Byggnadsår .....	78
9	TEORETISK BEHANDLING AV TOTAL ENERGIFÖRBRUKNING .....	83
9.1	Totala energiförbrukningens sammansättning .....	83
9.2	Förbrukning för transmission .....	84
9.3	Förbrukning för ventilation .....	84
10	ENERGIFÖRBRUKNING SOM FUNKTION AV KA .....	85
11	GENERELLA ANTAGANDEN FÖR BERÄKNING AV KA .....	38
11.1	Transmission genom väggar och tak .....	88
11.2	Transmission mot mark .....	90
11.3	Transmission genom fönster .....	91
11.4	Ventilation .....	92
11.5	Hushålls- och varmvattenförbrukning .....	95
12	FÖRDELNING AV KA FÖR TRANSMISSION OCH VENTILATION ...	97
13	MEDELHUSENS ENERGITILLSKOTT GENOM FÖNSTER .....	101
13.1	Energitillskott enligt Lindskoug .....	101
13.2	D:o enligt Adamson-Lindskoug .....	101
13.3	D:o enligt Pleijel .....	101
13.4	D:o enligt Elmroth-Höglund .....	102
13.5	D:o enligt Brown-Isfält .....	104
13.6	Värmebalans för medelhusen .....	105
13.6.1	Fönsteryornas orientering .....	105
13.6.2	Total disponibel strålningsenergi för medelhusen ..	106
13.6.3	Tillgodogjord strålningsenergi .....	106
13.7	Ekvivalent k-värde för hela årets energibehov .....	108
13.8	Diskussion av solavskärmningens inverkan .....	109
13.9	Exkurs: Samband mellan antal luftomsättningar och ekvivalent värmeegenomgångstal för fönster .....	111
14	HYPOTES OM TOTAL ENERGIBALANS FÖR MEDELHUSEN .....	116
15	AVLÄST ENERGIFÖRBRUKNING SOM FUNKTION AV KA .....	126
15.1	Diagram: $W = f(ka)$ .....	127
15.2	Prediktionsintervall .....	132
15.3	Enskilda objekts avvikelser från teoretiska värden ..	134
15.3.1	Uppvärmda utrymmen utanför huset .....	135
15.3.2	Kedjehus .....	135
15.3.3	Platta på mark-kryputrymme .....	135
15.3.4	Radhus .....	135
15.3.5	Fönsterprocent .....	136
15.3.6	Byggnadsår .....	136
15.3.7	Jämförelse med teoretiska värden på differens .....	137
15.4	Jämförelser hos klassindelad material .....	142
15.5	Kontroll av omräkning mellan de två klimatområdena ..	146

15.6	Jämförliga värden från andra klimatområden .....	148
15.7	Speciell kontroll för gavel- och mellanhus i radhuslänga .....	150
16	HUS MED KÄLLARE ELLER SOUTERRAINPLAN .....	152
16.1	Metod att bestämma genomsnittlig energiåtgång .....	153
16.2	Specifik förbrukning i källare och souterrainplan ...	154
17	ENERGIFÖRBRUKNING SOM FUNKTION AV BOSTADSYTA .....	159
17.1	Energiförbrukning hos normalhus .....	159
17.2	Inverkan av husets bredd .....	160
17.3	Inverkan av andra antaganden .....	160
17.4	Jämförelse med regressionslinjer .....	161
18	BERÄKNING AV FÖRVÄNTAD FÖRBRUKNING .....	170
18.1	Förbrukningsdiagram .....	170
18.2	Beräkning av bostadsyta .....	171
18.3	Omräkning av energiförbrukning till olika klimatområden .....	172
18.4	Diagram för bestämning av normala avvikelser .....	173
18.5	Diagram för approximativ omräkning av avläst energi- förbrukning till helårsförbrukning .....	174
18.6	Förbrukningsdiagram för friliggande hus .....	175
18.7	Förbrukningsdiagram för radhus .....	176
18.8	Energiehovens fördelning under året .....	177
18.9	Energiförbrukningens variation hos likvärdiga hus ....	178
18.10	Kontroll av förbrukningsdiagram mot publicerade värden	179
19	LITTERATUR .....	180
19.1	Referenser .....	180
19.2	Kompletterande litteratur .....	182
20	BILAGOR .....	185

## BETECKNINGAR OCH DEFINITIONER

A	= yta, m <sup>2</sup>
Bostadsyta	= yta innanför färdigställda ytterväggars insida, m <sup>2</sup>
DIT	= normal innetemperatur, °C
F <sub>1</sub>	= avskärningsfaktor, %. Anger hur stor del av solenergin som hindras tränga genom fönstret.
G	= tidsintegrerade skillnaden över hela året mellan rumstemperatur och utetemperatur, °C·dygn
Hustyp	= ett hus preciserat med avseende på antal plan, ev. sammanbyggnad, ev. förekomst av källar- eller souterrainplan. Ex.: 1 plans radhus utan källare.
k	= värmeegenomgångstal, kcal/m <sup>2</sup> ·h·°C ( W/m <sup>2</sup> ·°C )
k <sub>ekv</sub>	= ekvivalent k-värde för bestämning av hela fönstrets resulterande energibehov under hela året
kA	= parameter för bestämning av husets temperaturberoende energibehov för transmission och ventilation. Av sammanhanget framgår om kA beräknats med ekvivalent eller nominellt k-värde. I det förstnämnda fallet har alltså hänsyn till solstrålning tagits vid beräkning av kA
Objekt	= ett antal hus med ur energiförbrukningssynpunkt identiska byggnadstekniska data
t <sub>m</sub>	= månadsmedeltemperatur enligt SMHI, °C
W	= årsenergimängd, kWh/år
W <sub>tot</sub>	= avläst energimängd vid elmätaren
W <sub>T</sub>	= energiförlust genom transmission
W <sub>V</sub>	= energiförlust genom ventilation
W <sub>H</sub>	= ej tillgodogjord energi för hushållsförbrukning
W <sub>V</sub>	= ej tillgodogjord energi för varmvattenberedning
W <sub>S</sub>	= tillgodogjord energi från solstrålning
W <sub>p</sub>	= tillgodogjord energi från människor

## 1 INTRODUKTION

Under senare år har eluppvärmning av småhus blivit allt vanligare. År 1970 planerades till exempel c:a 10.000 eller 42 % av totala antalet statligt belånade småhus med denna uppvärmningsform. Vid årsskiftet 1970/71 fanns det fler än 150.000 elvärmda, permanentbebodda småhus i riket. En stor del av dessa har varit i drift under en lång följd av år.

Det måste vara av stort intresse att objektiva värden på normal energiförbrukning i småhus erhålls. Sedan elvärmn på allvar introducerades kring år 1967 har antalet elvärmda gruppbyggda småhus ökat avsevärt. År 1966 installerades elvärme i 17 % av de gruppbyggda husen medan denna andel för de styckebyggda husen var 9 %. Till år 1971 hade andelen succesivt ökat till 61 % för de gruppbyggda husen medan motsvarande andel för styckebyggda hus endast ökat från 17 till 22 % under åren 1967-1971.

Denna skillnad är anmärkningsvärd och beror kanske på att den enskilde villabyggaren vid fritt val fäst störst avseende vid den direkta energikostnadens betydelse för årliga kostnaden. Producenten av gruppbyggda småhus däremot underskattar kanske energikostnadens betydelse för totalekonomin eller eftersträvar enbart en låg produktionskostnad.

Skillnaden i anläggningskostnad bör ju vid nyproduktion vara lätt att fastställa med offerter och det bör heller inte erbjuda någon svårighet att bestämma den årliga annuitet som denna skillnad medför eftersom finansiering normalt sker genom lån. En objektiv information om verklig energiåtgång bör därför vara av värde.

Eluppvärmning erbjuder goda möjligheter att relativt säkert få en uppfattning om energiförbrukning i normala bostadshus. Trots detta har hittills ingen undersökning baserad på ett större antal småhus publicerats.

Oftast har man intensivt studerat ett litet antal i byggnadstekniskt avseende likvärdiga hus. I vissa fall har husen byggts i försökssyfte med olika former av värmeåtervinning och ventilation och alltså inte varit representativa för det normala småhusbeståndet. I andra fall har mer slumpmässigt observerade data publicerats med angivande av t. ex. energiförbrukning i kWh per m<sup>2</sup> bostadsyta.

Vid en mycket ingående analys av energiåtgången i enstaka hus - speciellt obebodda sådana - kan man naturligtvis dra långtgående slutsatser om värmebalansen. Men på detta sätt erhållna värden är svåra att överföra till normala hus påverkade av så irrationella faktorer som människors olika levnadsvanor och komfortkrav.

Den undersökning som nu redovisas vill i första hand visa verkliga, uppmätta förbrukningsvärden från normalt utförda, permanentbebodda småhus och om möjligt söka klarlägga hur olika faktorer påverkat dessas storlek. Självfallet måste då de tillämpade metoderna vara approximativa och vissa grova antaganden måste anses gälla generellt. Författaren har dock bedömt det vara av allmänt intresse att få genomsnittliga erfarenhetsvärden som även kan överföras till planerade nybyggnader om rimlig hänsyn tas till klimatbetingelser och liknande som påverkar värmebalansen.

Det är naturligtvis omöjligt att exakt beräkna den parameter som bestämmer förbrukningens storlek även om ett mycket stort antal hus undersöks. Här har använts  $k_A$  (= husets temperaturberoende värmebehov i  $W/^\circ C$ . Se 9.3) som jämförelsegrund. I denna "oberoende" variabel ingår dock antaganden om t. ex. generell innetemperatur och ventilationsgrad som är oegentliga eftersom även innetemperatur och liknande varierar mellan de olika husen.

Principen för bearbetningen kan sägas vara följande: Om för ett stort antal hus energiförbrukning som funktion av  $k_A$  studeras, med alla värden korrigerade till samma klimatbetingelser, bör man kunna justera sina antaganden för beräkning av  $k_A$  så att rimlig överensstämmelse erhålls för alla de olika hustyper som undersökts. Får man rimlig överensstämmelse bör metoden även kunna användas för att uppskatta förbrukning i planerade hus av liknande utförande.

Man kan alltså vänta sig riktiga värden, även om man vid beräkning av  $k_A$  underskattat antalet luftomsättningar per timme och instrålad solenergi genom fönster, eftersom dessa kompenserar varandra. Detta gäller naturligtvis inte om man söker bedöma förbrukning i hus med fundamentalt annat utförande, t. ex. mekanisk ventilation.

Det är i detta sammanhang också oväsentligt om man får exakt rätt storlek på  $kA$ , eftersom egentligen endast erfordras att rätt inbördes förhållande erhålls mellan de olika hustyperna. Följande exempel illustrerar tankegången: Om man vill föra över en given sträcka, som man mätt upp med en felaktig tumstock, så blir den nya sträckan lika lång som den ursprungliga - under förutsättning att man inte byter till en riktig tumstock.



## 2 SYFTE OCH VISSA HUVUDRESULTAT

### 2.1 Undersökningen

Energikrisen är idag mer akut än 1970 när undersökningen påbörjades. Det framstår som alltmer nödvändigt att hushålla med världens energitillgångar - inte minst den del som åtgår för uppvärmning.

Undersökningens huvudsyfte har varit att visa genomsnittlig energiåtgång hos normalt byggda småhus. Det gäller här relativt nybyggda hus med god isolering och individuell reglering av värmesystemet.

Från eldistributörerna har förbrukningsdata för enskilda hus erhållits. Dessa har först korrigerats till samma avläsningsperiod för samtliga hus i en grupp. Spridningsvärden för gruppen har beräknats varefter korrigering skett till ortens normalår och vid den slutliga jämförelsen till Stockholms normalår. Härvid har alltid verkliga temperaturskillnader ute/inne under varje månad använts.

För samtliga hus har ytor av golv, tak, väggar, fönster, dörrar och liknande samt ventilationsvolym uppmätts och k-värden har beräknats för samtliga byggnadsdelar.

Med hjälp av dator har sedan regressionslinjer framtagits där energiförbrukningens beroende av olika faktorer kartlagts. Därefter har normal energiförbrukning för hus av specificerade typer med olika isoleringsalternativ kunnat beräknas.

### 2.2 Teoretisk - verklig energiåtgång.

Energiförbrukningen hos identiska hus varierar givetvis på grund av levnadsvanor men god överensstämmelse med teoretiskt förväntade värden har erhållits när hänsyn tagits till:

Verkliga tidsintegrerade temperaturskillnader under hela året (för Stockholm  $G = 5.452$  graddygn under de senaste hundra åren vid innetemperaturen  $+21^{\circ}\text{C}$ ).

Husets värmebehov med hänsyn till ventilationsvolym, isoleringsgrad och liknande.

Värmetillskott från personer och solstrålning.

Rena förluster vid hushållsförbrukning och varmvattenberedning.

Mycket syns tala för att ovan nämnda tillskott och förluster ungefär uppväger varandra för det källarlösa medelhuset. Detta innebär att om husets värmebehov beräknas utan hänsyn till gratisvärmertilskott, behöver inget tillägg göras för förluster av fast förbrukning. Dessa förluster kompenseras approximativt av basenergitillskotten. Värmebehovet skall då beräknas med nominella värmeegenomgångstal även för glasytor.

Det traditionellt använda graddagstalet - där hänsyn tas till baseffekt från personer, sol och liknande vid fastställande av s.k. eldningssäsong - är inte en lämplig parameter för fastställande av förväntad årsförbrukning. Detta beror på att speciellt solenergin genom fönster varierar mycket p.g.a olika fönsterytor och -orientering. Basenergin från personer, hushållsförbrukning o.dyl. varierar däremot inte med husens utförande utan bör visa relativt konstanta medelvärden för likvärdiga hushåll.

För att bestämma normal medelförbrukning är det därför lämpligare att utgå från verkliga tidsintegrerade temperaturskillnaden ( i rapporten benämnd graddygnstal ). Hänsyn till solstrålning tas sedan genom att det nominella värmeegenomgångstalet ersätts med ett "ekvivalent" k-värde som tar hänsyn till fönstrens verkliga tillskott till det årliga energibehovet. I rapporten hävdas att detta k-värde för normala hus ligger vid 0,5 à 1,0 kcal/m<sup>2</sup>·h·°C inkl. karmar som genomsnitt för normalår och förekommande fönsterorientering.

Hänsyn till övriga faktorer tas sedan genom beaktande av differensen mellan ej tillgodogjord energi för hushålls- och varmvattenförbrukning och tillgodogjord personvärme.

### 2.3 Värmebehov - mätarställning

Hur stor del av den uppmätta energiförbrukningen utgörs då av energi för att täcka det temperaturberoende värmebehovet. Här kommer man till det något överraskande resultatet att dessa värden troligen väl motsvarar varandra. Förklaringen finner man i FIG.29 som antyder energibalansen hos utredningens källarlösa "medelhus". Förluster från hushållsförbrukning och varmvattenberedning kompenseras väl av instrålad solenergi och personvärme. Mätarställningen blir här totalt 23.700 kWh/år medan det temperaturberoende värmebehovet tillgodoses genom att 24.900 kWh al-

strats eller förts in i byggnaden på olika sätt. Viktigt är då att hålla i minnet att figuren söker visa hela årets energibalans och inte den s.k. eldningssäsongens. Det är också intressant att se att husets totala energibehov för uppvärmning väsentligt skiljer sig från den energi som radiatorerna levererar.

#### 2.4 Omräkning till normalår.

Följaktligen kan omräkning till normalår eller andra klimatområden ske direkt efter antalet graddygn under året. Något avdrag för fast del, som ej skall omräknas, tycks inte vara motiverat för att tillfredsställande noggrannhet skall erhållas.

Däremot kan det vara nödvändigt att ta hänsyn till den verkliga medelvindhastigheten under året som i ogynnsamma fall ökar den ofrivilliga ventilationen betydligt. På samma sätt är det befoget att beakta skillnader i solstrålning, och att soltillskottet tillgodogörs bättre i bistrare klimat än t.ex. i Skåne med hög årsmedeltemperatur.

Man erhåller troligen ganska missvisande resultat om man inte tar hänsyn till basenergin, som ju alltid ligger i boten när värmebehovet skall täckas. Den metod, som ibland används, där man från den uppmätta förbrukningen drar varmvatten och hushållsförbrukning - som sägs inte vara temperaturberoende - och räknar om resterande s.k. värmeförbrukning till nytt klimatområde bör ge mer osäkra resultat.

Av ovan nämnda skäl följer att man med tillfredsställande noggrannhet kan omräkna avläst totalförbrukning till annan årlig utemedeltemperatur genom direkt proportionering efter antalet graddygn. Är antalet graddygn under året 10 % högre än normalt blir också den avlästa mätarställningen 10 % högre än under normalår.

Vid omräkningen kan man med tillfredsställande noggrannhet helt enkelt använda årets medeltemperatur vid beräkning av graddygn. Om årets medeltemperatur varit  $+ 7^{\circ}\text{C}$  och innetemperaturen  $+ 21^{\circ}\text{C}$  blir graddygnsvärdet  $G = (21-7) \cdot 365 = 5.110$ . Värdet på årsmedeltemperatur erhålls enkelt från SMHI. I rapporten redovisas även diagram för direkt omvandling av värden från godtycklig avläsningsperiod till helårsförbrukning.

## 2.5 Energibesparande eller -höjande åtgärder

I FIG.34 åskådliggörs husets ungefärliga värmeutbyte med omgivningen. Här framgår att ventilationen svarar för en mycket stor del av energibehovet - ungefär hälften av mätarställningen hänförs till ventilationsförluster. Observera då att samtliga undersökta hus ventileras genom självdrag.

Omvänt gäller att fönstrens energiåtgång är lägre än vad man kanske normalt föreställer sig. Samtliga hus har tvåglasfönster men trots detta blir nettotransporten ut relativt låg eftersom huset tillgodogör sig en stor energimängd genom solstrålning in i huset.

Ett sätt att minska energiåtgången är alltså att aldrig fälla persiennerna under dagtid - om det inte behövs för att undvika alltför höga övertemperaturer. Däremot minskar man värmeavgivningen genom att alltid dra ned dem under dygnets mörka tid. Däremot får man inte generellt lägre energiförbrukning genom att minska fönsterytorna. Ett fönster mot söder ökar knappast husets värmebehov under hela året.

De stora värmebesparingarna torde vara möjliga att genomföra genom värmeåtervinning ur ventilationsluften. Balanserad ventilation behöver inte innebära att luftomsättningen genomsnittligt ökas under året jämfört med självdrag. Däremot ger det möjlighet till värmeväxling mellan från- och tilluft.

I detta sammanhang kan erinras om Elmroth-Höglunds undersökningar i intensivstuderade provhus. Dessa visar att även i ett obebott hus med självdragssystem byts all luft 0,4-0,8 gånger per timme under eldningssäsongen på grund av ofrivillig ventilation. Genom att alla friskluftsintag stängs och alla springor vid fönster och dörrar tätas kan luftomsättningen nedbringas till 0,1-0,2 luftomsättningar per timme. Varje tiondels minskning av antalet luftomsättningar från genomsnittliga 0,7 ger en energibesparing av c:a 1.800 kWh/år för medelhuset.

I hela landet finns idag c:a 1,3 miljoner småhus. För hela detta bestånd skulle en sänkning av luftomsättningstalet med 0,1 ggr/h innebära en kostnadssänkning som kan räknas i hundratals miljoner kronor per år. Energiuttaget skulle minska med mer än 2 TWh/år. Som jämförelse kan nämnas att enligt avstämningen till 1970 års långtidsutredning utgjorde landets totala nettoproduktion av elkraft 72 TWh under år 1972.

Hur inverkar en sänkning av innetemperaturen på småhusets energiåtgång? Att direkt proportionera efter antalet gradtimmar under året blir missvisande vare sig man använder trad. graddagstal eller undersökningens graddygnsvärde. För att få en klarare uppfattning bör man betrakta FIG. 57.

Här åskådliggörs energiåtgången varje månad för det källarlösa enplans medelhuset. Hela staplarna visar totala temperaturberoende värmebehovet. Basenergin har antagits jämt fördelad under året och solenergin genom fönster har även markerats. Beräkningarna grundas på månadsmedeltemperaturer för Stockholms normalår.

Av figuren kan utläsas att en temperatursänkning "gör verkan" under nio av årets månader. På dessa faller 4.963 av hela årets graddygn vid innetemperaturen  $+21^{\circ}\text{C}$ . En temperatursänkning med en grad under dessa nio månader kommer att innebära att temperaturberoende värmebehovet minskar med  $273/4963 = 5,5\%$ . Som framgår av FIG. 29 innebär detta att mätarställningen i en elvärmad villa sjunker med ungefär motsvarande procenttal. För medelhuset innebär alltså detta en besparing med c:a 1.400 kWh/år för varje grads sänkning av innetemperaturen från  $+21^{\circ}\text{C}$ . För hela småhusbeståndet motsvarar detta nästan 2 TWh elenergi per år.

Den ovan nämnda 5-procentiga minskningen kan emellertid inte överföras till en godtycklig ransoneringsperiod under en del av året. Man måste ha klart för sig hur svårt det är att minska energiförbrukningen i ett termostatreglerat elvärmat hus under en vintermånad t.ex. februari.

Att minska hushållsförbrukningen hjälper föga. Och den procentuella minskning som nämnts ovan för en grads sänkning av innetemperaturen gäller hela årets förbrukning. Under t.ex. Stockholms normalår faller 16.262 gradtimmar på februari. En grads sänkning ger en minskning med 672 gradtimmar under månaden d.v.s. en minskning av temperaturberoende värmebehovet med ungefär  $672/16.262 = 4\%$ . Det skulle erfordras en mycket radikal temperatursänkning för att sänka energibehovet med t.ex. 20 % under månaden. Och ännu omöjligare förefaller det att vara för t.ex. en villa i Luleå. Elvärmeabbonenten har ju inte - till skillnad mot oljeförbrukaren - någon möjlighet att utjämna energiförbrukningen mellan olika månader.

## 2.6 Optimal isolering.

Med den hänsyn som i utredningen tas till isoleringsgrad, ventilation, fönsterytor o.s.v. kan man bedöma hur olika isoleringsåtgärder kommer att påverka den verkliga totala energiförbrukningen. Vid beräkning av optimal isolering används normalt nominella värmegenomgångstal och traditionellt beräknade graddagar. På detta sätt kan erhållas resultat som avviker från verkliga förhållandena eftersom de betydande gratisvärmetskillskotten ej beaktas, vilket innebär att isoleringens tjocklek sätts för liten.

Vid bestämning av optimal isolering använder man normalt värmeförbrukningstalet  $Q$  som, om det baseras på trad. graddagstal blir c:a 90.000 gradtimmar i zon III (Stockholmsklimat). Med den fördelning av värmebehov som anges i FIG. 3 bör man i stället vid jämförelser använda 4.963 graddygn vid  $+21^{\circ}\text{C}$  innetemperatur. Detta ger  $Q \approx 120.000$  gradtimmar. Optimal isolering för småhuset kommer då att öka i motsvarande grad.

## 2.7 Val av byggnadstyp och värmesystem.

Undersökningen är även avsedd att ge underlag för ekonomiska bedömningen. Ur nationalekonomisk synpunkt kan olika uppvärmningssystemens totala konsekvenser värderas. Även marginella skillnader i uppvärmningskostnader kommer att uppgå till mycket stora årliga belopp. Även om författaren inte avser att gå in i ekonomiska diskussioner - där bl. a. val av kalkylränta kan påverka kostnadsbilden på ett kontroversiellt sätt - är avsikten alltså att de framtagna värdena på normala energibehov skall kunna användas för ekonomiska överväganden.

Bedömning bör kunna ske av om det är motiverat att ur nationalekonomisk synpunkt premiera vissa uppvärmningsformer, isolationsutförande, byggnadssätt eller liknande. Man kan då även tänka sig en regional styrning som syftar till att inom vissa områden söka åstadkomma övergång till ett visst utförande.

Detta kan ske t.ex. genom att vissa system premieras vid statlig långivning. På samma sätt kan den ökning av statliga lån som erhålls vid förbättrad värmeisolering differentieras så att högre lån erhålls där klimatfaktorer motiverar detta.

## 2.8 Total energibalans.

Den hypotes om total energibalans som presenteras och ger god överensstämmelse ur alla synpunkter kan givetvis inte till alla delar verifieras. Av olika skäl är det dock nödvändigt att söka klargöra vilka faktorer som avgör storleken av avläst energiförbrukning.

För den kommande behandlingen är det viktigt att alltid ha i minnet att det alltid är hela årets energiåtgång som anges. Detta gör att angivna summor i många fall blir högre än om man på traditionellt sätt begränsar sig till den s.k. eldningssäsongen.

Vid bearbetningen förutsätts alltså att husen har god individuell reglering av radiatorerna och att konstant innetemperatur eftersträvas under hela året. Detta betyder att termostaterna slår till även under sommarperioden om basenergin inklusive solvärmens inte räcker för att täcka värmebehovet. Helt naturligt är det i en undersökning som denna omöjligt att ta hänsyn till variationer under dygn eller ens under månader. Beräkningarna sker därför med antagande om stationära förhållanden med månadens dygnsmedeltemperatur som utgångsvärde.

Av denna anledning används alltid den verkliga tidsintegrerade temperaturskillnaden över hela året för bestämning av energibehov för transmission och ventilation. Hänsyn till solstrålning genom fönster tas genom att ett ekvivalent k-värde för fönster beräknas och att detta anses gälla för bestämning av hela årets energiåtgång.

Det ekvivalenta k-värdet tar alltså hänsyn både till förlust genom transmission och vinst av solstrålning. Fördelen med detta betraktelsesätt är bl.a. att hänsyn kan tas till verkliga fönsterytor i husen. Metoden att arbeta in soltillskottet i graddagstalet som sker vid traditionell beräkning ger missvisande värden för hus med exceptionellt små eller stora glas- ytor.

Vid eluppvärmning är det enligt författarens åsikt inte meningsfullt att avgränsa någon eldningssäsong utan detta får ses som en metod kvardröjande från de beräkningar som gjorts vid andra

uppvärmningssätt där eldningsperioden i viss mån bestäms efter almanackan.

Hypotesen om total energibalans är av intresse bland annat för att den illustrerar

att husets totala värmebehov väsentligt skiljer sig från den energimängd som radiatorerna avger.

att förlusterna från varmvatten- och hushållsförbrukning troligen ganska väl kompenseras av solstrålning och personvärme.

att den avlästa mätarställningen för medelhuset troligen är av ungefär samma storleksordning som det totala värmebehovet för transmission och ventilation.

## 2.9 Diagram över förväntad energiförbrukning

Utredningens huvudsyfte har varit att fastställa årlig energiförbrukning i bebodda småhus.

I rapporten visas att  $m^2$  bostadsyta i och för sig är en användbar parameter för att ange normal energiförbrukning - om hänsyn tas till sammanbyggnadssätt, antal plan, förekomst av källare och väsentligt avvikande isolering eller fönsterprocent.

Bättre överensstämmelse erhålls dock om hänsyn tas till omslutningsytor och deras effektiva värmemotstånd, ventilationsvolym o.dyl. För att föra ut resultaten och göra dem lätt användbara har därför förbrukningsdiagram - med normal energiåtgång som funktion av bostadsyta - beräknats för referenshus med specificerade värden på isolertjocklek, fönsterprocent o.dyl.

I FIG.55 visas normalförbrukningar för friliggande enplanshus med och utan källare i Stockholmsklimat. Motsvarande diagram finns även för radhus o.s.v. Omräkning till andra klimatzoner kan ske med hjälp av FIG.52. I FIG.55 kan också utläsas hur stor energi- besparing eller -ökning som erhålls vid övergång till högre resp. lägre isoleringsgrad.

Förbrukningen varierar som nämnts avsevärt med bl.a. levnadsvanor. I FIG.53 kan t.ex utläsas att totala energiåtgången för ett enskilt hus ligger inom 10.000 kWh/år över eller under normalvärdet. Däremot ligger erhållet medelvärde från en grupp på 10 hus med 95 %:s sannolikhet inom  $\pm 3.000$  kWh/år från det avlästa värdet.



Det visade diagrammet gäller för normaliserade hus, vilka i detta sammanhang definieras som hus med  $k = 0,30 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$  i väggar  $k = 0,25$  i vindsbjälklag. Tvåglasfönster utgörande 20 % av bruttoväggytan samt ventilation genom självdrag.

Vid källarhus medräknas ingen yta i källaren vid bestämmande av bostadsyta.

Övergång till hög- eller lågisolering sker genom att  $k$  ändras med 0,10 för vindsbjälklag och 0,05 för väggar.

Normal energiåtgång har visat sig vara c:a  $80 \text{ kWh/m}^2$  invändig yta i källarplan av någorlunda traditionellt utförande, d.v.s. med endast gillestuga eller hobbyrum kontinuerligt uppvärmda.

I rena souterrainplan däremot ligger medelförbrukningen vid c:a  $170 \text{ kWh/m}^2$ , vilket innebär att souterrainhuset får ungefär samma förbrukning som ett normalt  $1\frac{1}{2}$ - eller 2-planshus räknat per  $\text{m}^2$  bostadsyta. De i allmänhet något lägre isoleringarna i souterrainplanet kompenseras således av markens isolerande verkan.

Hos radhus erhålls givetvis lägre specifik förbrukning. Normalt ligger gavelradhusen c:a 30 och mellanradhusen c:a 40 kWh per  $\text{m}^2$  och är lägre än motsvarande friliggande hus. Något att ta hänsyn till vid framtida högre energipriser?

Diagrammen bör kunna användas för att kontrollera värmeförbrukning i idrifttagna hus samt för att värmeekonomiskt jämföra olika byggnadstyper, isoleringsalternativ och värmesystem vid projektering av småhus.

Förbrukningsdiagrammen har kontrollerats bl.a. mot i tidskriften ERA senare publicerade värden från totalt 875 hus och visat god överensstämmelse. Förbrukningen i dessa hus ligger genomsnittligt  $350 \text{ kWh/år}$  från de värden som förbrukningsdiagrammen anger.

## 2.10 Värmeeffektbehov och effektutnyttjande

I denna rapport behandlas enbart energiåtgång. För elvärme - speciellt vid en högre kärnkraftandel - är dimensionerande effektbehovet emellertid av större betydelse.

I en senare, ännu ej färdigställd del, kommer även undersökningar beträffande dimensionering av radiatorer och utnyttjande av den installerade effekten att redovisas.

Motsvarande undersökning för oljevärmade flerfamiljshus har publicerats i SBR-rapporten R 37:1970 "Kontroll av tillämpade värmebehovsberäkningar". Där visades att de beräknade värmebehoven genomsnittligt var 31 % större än de verkliga.

Mycket tyder på att motsvarande gäller även för elvärmade hus trots att man enklare och säkrare kan erhålla önskad radiator-effekt. Anledningen syns vara att man tillämpar schablonpåslag eller i vissa fall väljer erforderlig effekt efter tumregler med Watt per m<sup>2</sup> bostadsyta. Normalt överskattas effektbehovet vid dylika överslagsmetoder liksom att basenergitillskottet underskattas vid bestämning av årligt energibehov.

Eftersom sammanlagringsfaktorn är relativt ogynnsam när det gäller effekt för uppvärmning av småhus borde det vara av värde att känna till hur väl den valda anslutningseffekten överensstämmer med den verkliga dimensionerande kvartstimmeseffekten. Överdimensioneringen syns bl.a. också vara olika stor vid styckebyggda hus och grupphus. Man märker även att lågt valda effekter har högre relativ utnyttjandetid än för höga.

Avsikten är här att senare presentera diagram för dimensionering av radiatorer där lämplig effekt väljs med ledning av isoleringar, aktuella fönsterytor i rummet och liknande.

Onödigt hög installerad effekt ger naturligtvis låg utnyttjandetid och svårigheter vid t.ex. rundstyrning genom det upplagrade effektbehovet.

## 2.11 Vem kan - och bör - spara?

Energibesparing under nuvarande ansträngda situation avses bl.a. ske genom generell sänkning av normal energiåtgång för uppvärmning. Det kan därför vara av intresse att något beröra de skillnader i energiförbrukning som kan hänföras till levnadsvanor.

Vid undersökningen har huvudsakligen gruppbebyggelse studerats. Detta ger möjlighet att analysera avvikelser mellan ur värmeteknisk synpunkt likvärdiga hus. Standardavvikelserna för total årsförbrukning ligger genomsnittligt vid 14-15 % av medelvärdet. Som illustration visas i FIG.58 årsförbrukningar för 107 mellanradhus utan källare i Göteborgsklimat. Om värdena införs på normalfördelningspapper ser man att god normalfördelning föreligger. Detta gäller för övrigt samtliga behandlade husgrupper.

En rättvis åtstramning borde då egentligen inte ske genom att man skär ned med en viss procent av husens verkliga individuellt uppmätta förbrukning under tidigare år. Detta blir effekten av den planerade ransoneringen med införande av straffavgifter.

Antag att man i stället godtar en förbrukning = medelvärdet av hela gruppens normala värden. I det exempel som visas i FIG.58 skulle man inbespara närmare 8 % genom att skära ned förbrukningen hos "slösarna" till medelvärdet 22.000 kWh/år. Ytterligare önskad nedskärning kunde sedan ske genom att godkänd förbrukning sänktes till 20.000 kWh/år vilket skulle ge ytterligare 10 % o.s.v.

På detta sätt skulle man kunna undvika att redan sparsamma boende försätts i den svåra situationen att söka sänka sin energiförbrukning ytterligare för att inte drabbas av straffavgifter. I stället skulle i första hand småhusägare med exceptionellt hög förbrukning tvingas till eftertanke.

Naturligtvis skulle det skisserade systemet för ransonering vara arbetskrävande att genomföra i praktiken, eftersom det fordrar en objektiv uppskattning av normalbehov. För gruppshus möter det naturligtvis inget hinder att man utgår från gruppens medelvärde och bestämmer tilldelningen med hänsyn till detta. För styckehus skulle t.ex. normalförbrukningsdiagram, varav ett exempel visas i FIG.55 lätt kunna användas om man känner husets isolering, ventilationsvolym, geografiskt läge o.s.v. Korrigering för verklig utetemperatur under perioden kan ju lätt göras i efterhand.

### 3 VAL AV UNDERSÖKNINGSOBJEKT

I föreliggande rapport redovisas totalförbrukning i hus av mycket varierande typer - med och utan källare, en- och flerplans, friliggande och radhus o.s.v. För att erhålla allmängiltiga värden fordras därför tillgång till omfattande data från ett stort antal hus.

Skillnader i levnadsvanor kommer också i hög grad att påverka energiåtgången och erhållna medelvärden bör därför vara baserade på ett stort antal för att vara representativa. Den stora spridningen hos uppmätta värden måste beaktas men hindrar inte att medelvärden väl överensstämmer med teoretiskt förväntade.

Olika delar av landet bör vara representerade så att klimatfaktorerers inverkan belyses. Förutom temperaturdifferenser under året kan ur meteorologisk statistik uppgifter om solstrålning och vindstyrkor bearbetas och användas när normal energiåtgång uppskattas.

Dessutom måste naturligtvis det byggnadstekniska utförandet i möjligaste mån klarläggas. Den specifika förbrukningen i kWh per m<sup>2</sup> bostadsyta blir självfallet en annan i ett enplanshus än i ett flerplans under i övrigt likartade förhållanden. På samma sätt uppvisar ett friliggande hus större specifik förbrukning än ett radhus med samma data. Uppvärmda garage och förråd förbrukar energi medan ett motbyggt oppvärmat garage vid t.ex. kedjehus kan fungera som en "ext-raisolering".

För hus med källare har hittills ingen systematiserad större undersökning publicerats och att genomföra en sådan erbjuder speciella problem med tanke på svårigheterna att uppskatta verklig innetemperatur i källarplanet samt värmemotstånd hos dess omslutande ytor. Här kommer dock att redovisas värden från ett relativt stort antal hus med plan helt eller delvis under mark.

Val av isolering i väggar och bjälklag påverkar självfallet den årliga förbrukningen i betydande grad. Ventilationens betydelse måste även beaktas liksom fönsterytor och typ av fönster där speciellt orientering i väderstreck har betydelse.

Undersökningens syfte har i första hand varit att visa verklig energiförbrukning vid olika typer av normalt byggda småhus. Med hänsyn till det stora antal variabler som har betydelse för denna,fordras att ett stort antal hus behandlas.

Uppmätt förbrukning måste korrigeras till helår med en arbetskrävande metod och bearbetas statistiskt för erhållande av spridningsvärden. För det aktuella helåret måste sedan den verkliga,tidsintegrerade temperaturskillnaden beräknas ur meteorologiska rapporter,vilket även innebär ett omfattande arbete men är nödvändigt med hänsyn till de relativt stora avvikelserna mellan olika år.

Eftersom även husets byggnadstekniska utförande noggrannt analyseras är det naturligt att grupper med flera likvärdiga hus väljs. Antalet bör vara så stort att erhållna medelvärden och medianer blir någorlunda säkra och standardavvikelserna uppgår till rimliga värden. Detta innebär att ett helt slumpmässigt urval inte kan erhållas. Det är alltså än viktigare att i största möjliga utsträckning söka beakta alla de faktorer som påverkar energiförbrukningen och redovisa erhållen spridning av uppmätta värden.

Om man nöjaktigt kan ta hänsyn till alla de tekniska faktorer som påverkar energiförbrukningen så kommer variationerna i förbrukning endast att bero på de boendes olika levnadsvanor. I så fall gäller det bara att husen skall vara bebodda av slumpmässigt valda människor,vars levnadsvanor avspeglar normala förhållanden. Så torde vara fallet om man inte förutsätter att grupphusköpare skiljer sig från andra småhusägare ur "värmeförbrukningssynpunkt".

### 3.1 Urvalsmetod

Som ovan antytts är det nödvändigt att i möjligaste mån söka värden från grupper av byggnadstekniskt likvärdiga hus. Härigenom utjämnas skillnader i levnadsvanor och erhållna medelvärden blir representativa för det aktuella huset. På så sätt kan ett normalvärde bestämmas och bedömas med hänsyn till husets byggnadstekniska utförande ur värmeförbrukningssynpunkt och utomhusklimatet under den aktuella tidsperioden. Med den synnerligen noggranna bearbetningen skulle det också innebära ett alltför omfattande arbete att behandla enstaka styckehus.

Inom de två rikt representerade klimatområdena - Stockholms- och Göteborgsområdena - har därför närmast genomförts en totalundersökning. Byggnadsnämndens expedition har uppsökts och ombetts visa ritningar och tekniska beskrivningar för så många elvärmda småhus i grupp som möjligt. På detta sätt har förf. sökt undvika att urvalet styrts medvetet mot hus med extremt hög eller låg förbrukning. I nästa skede har sedan förbrukningsvärden noterats hos elleverantören.

På detta sätt har det övervägande antalet hus utvalts. Dessutom finns medtagna värden från övriga delar av landet men dessa har använts för att på ett senare stadium kontrollera omräkning mellan områden med mer avvikande klimatbetingelser.

En statistiskt mer oantastlig metod hade varit att slumpmässigt utvälja enstaka hus för bearbetning. Denna metod har med hänsyn till det stora antalet energipåverkande faktorer inte bedömts vara genomförbar med rimlig arbetsinsats. Här har i stället alla byggnadstekniska och klimatberoende faktorerers inverkan beaktats varefter antagits att de boendes levnadsvanor är representativa som genomsnittsvärden.

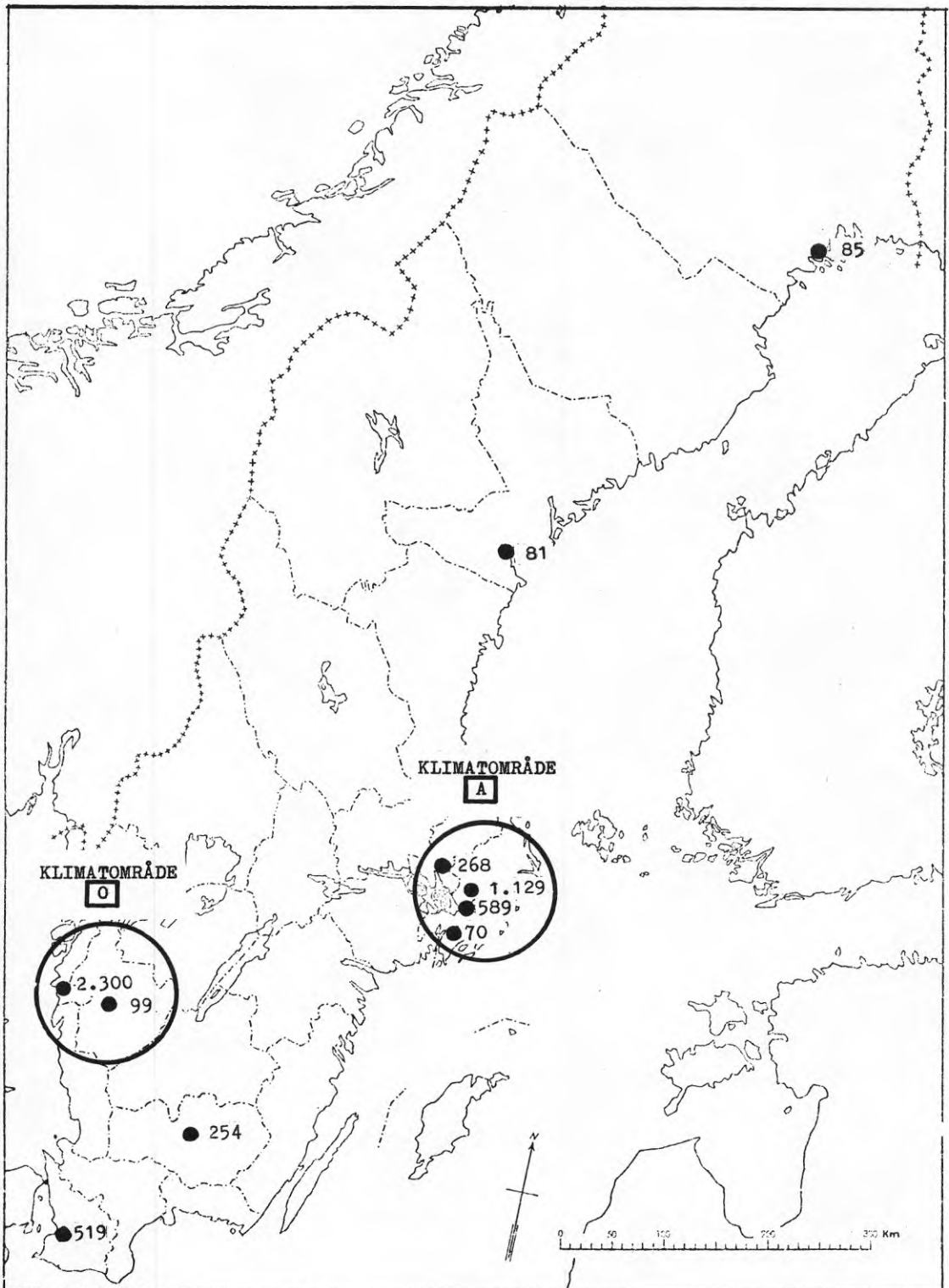
### 3.2 Geografisk fördelning

Som framgår av kartan i FIG. 1 har inom klimatområde **A** ( A, B, C och D län ) totalt 2056 hus och inom område **Q** ( O och P län ) 2399 hus behandlats. Antalet hus inom de två klimatområdena är alltså av samma storleksordning.

Från övriga delar av landet föreligger ett begränsat antal värden. Inom Malmöhus län har dock totalt 519 hus undersökts och medtagits i undersökningen.

FIG. 1. Geografisk fördelning.

Angivna värden anger totala antalet undersökta hus inom varje län.



### 3.3 Fördelning på hustyper

I FIG. 2 visas fördelning på olika typer av hus.

Kedjehus behandlas vid bearbetningen normalt som friliggande, varvid viss hänsyn tas till det mellanliggande garagets inverkan på energiförbrukningen, medan radhus i vissa avseenden behandlas separat. Härav följer att friliggande hus kan anses omfatta 2820 hus medan motsvarande antal för radhus är 2574 hus, d.v.s. ungefär lika många.

På samma sätt särskiljs vid bearbetningen normalt endast hus med ett plan och hus med fler än ett plan över mark. Härvid erhålls 2622 enplanshus och 2772 flerplans (1½- och 2-plans). Även här alltså samma storleksordning.


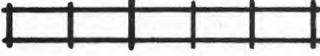







Däremot följer av den tillämpade urvalsmetoden att antalet hus med källare eller souterrain-våning blir lågt. Helt naturligt väljs elvärme oftare vid källarlösa hus på grund av högre energikostnad. Dessutom kommer normalt i denna undersökning att behandlas gruppbyggda hus. Tillgänglig statistik visar att gruppbyggda hus i större utsträckning än styckebyggda grundläggs utan källare.<sup>1</sup> 4232 hus utan källare har undersökts medan endast 1162 hus med plan helt eller delvis under mark behandlats.

---

<sup>1</sup> Jfr Johnson, B, Småhusens teknik och ekonomi, 1972.



FIG. 2. Fördelning på hustyper. Angivna värden avser totala antalet undersökta hus av varje typ.

	Typ	Antal hus	%
	Friliggande	1.366	25
	Radhus	2.574	48
	Kedjehus	1.454	27
<hr/>			
	1 - plans	2.622	49
	1½ - plans	1.362	25
	2 - plans	1.410	26
<hr/>			
	Med källare	549	10
	Utan källare	4.232	79
	Souterrain	613	11

## 4 DATAINSAMLANDE

### 4.1 Byggnadstekniska uppgifter

Dessa har noterats från byggnadslovs- och lånehandlingar hos byggnadsnämnder och förmedlingsorgan samt kompletterats med uppgifter från aktuella entreprenad- och konsultföretag.

Uppgifterna har sedan för varje objekt sammanställts så som visas i BIL. 1. Av denna framgår vilka data som insamlats, men några kommentarer kan vara nödvändiga:

Alla ytor av ytterväggar, vinds- och bottenbjälklag avser den invändiga, varma ytan liksom ventilationsvolymen avser den invändiga luftvolymen.

För fönster, glaspartier och dörrars glasdelar liksom hela dörrar har alltid ytan beräknats med karmyttermått uppmätta på fasadritningar.

Beräkning av bostadsyta har i princip skett enligt Bostadsstyrelsens anvisningar men med de avvikelser som anges i KAP.18 Här har även gällt att bedöma hur stor yta som varit uppvärmd till rumstemperatur.

Där säker identifiering varit möjlig har radhus uppdelats i gavel- och mellanhus och bearbetats som skilda objekt. I enstaka fall, där detta ej kunnat ske, har väggytor och liknande angivits med medelvärden vägda med hänsyn till det verkliga antalet gavel- och mellanhus.

### 4.2 Energiförbrukningsuppgifter

Dessa har i allmänhet hämtats från elleverantörernas debiteringsjournaler eller liknande. I några fall har uppgifter som erhållits från FERA använts.

Önskvärt har varit att erhålla perioder som så nära som möjligt ansluter sig till ett helår. Huvudregeln har varit att alla värden medtagits oberoende av storlek. I vissa fall har genom anteckningar om krediteringar eller dylikt framgått att felavläsningar skett varför värden uteslutits.

Även om spridningen av avlästa värden senare visat sig vara stor har medtagna extremvärden uppåt eller nedåt inte i någon

högre grad påverkat de senare använda medelvärdena. Detta framgår av den normalt goda överensstämmelsen mellan medelvärde och median, vilka båda beräknats. Speciellt om man avser att använda resultaten för beräkning av total energiåtgång för en husgrupp, kan det vara befogat att behålla extremvärdena. Sådana förekommer naturligtvis alltid i praktiken.

I BIL. 2-4 visas hur avlästa värden sammanställts. I KAP.7 kommenteras dessa värden ytterligare i samband med redogörelse för den statistiska bearbetningen.

## 5 BERÄKNING AV KLIMATDATA

### 5.1 Antagande av innetemperatur

Ett viktigt led i den fortsatta bearbetningen av data är att anta dimensionerande innetemperatur ( DIT ). Denna skall användas för beräkning av antal graddygn, som sedan ligger till grund för korrigering till helår, till normalår och till andra klimatområden.

Vid traditionell beräkning av graddagstal läggs inte samma vikt vid exakt innetemperatur - man antar att temperaturdifferens mellan + 17 °C och normal rumstemperatur täcks av basenergi från personer m.m.

FERA:s Elvärmesektion hävdade redan 1970 i sitt Meddelande nr 5/70 att DIT borde sättas till + 21 °C och att graddygn<sup>1</sup> borde beräknas för alla månader med medeltemperatur under detta värde, förutsatt att man hade möjlighet till god individuell reglering av inomhustemperaturen. Även månader utanför den så kallade eldningssäsongen skulle alltså ge vissa bidrag till graddygnstalet.

Det måste anses vara riktigt att vid en någorlunda noggrann beräkning av värmebehov använda den verkliga tidsintegrerade temperaturskillnaden och ta hänsyn till basenergi på annat sätt. Detta betraktelsesätt gör det även möjligt att enkelt byta till annan DIT genom att addera eller subtrahera med multiplar av 365. Som senare framgår är graddygnsvärdet även lämpligt att direkt använda vid korrigering av total energiförbrukning till annat graddygnsvärde.

Tyvärr saknas tillförlitliga värden på normala innetemperaturer i elvärmda småhus. Det ligger nära till hands att förutsetta att temperaturen hålls något lägre vid elvärme på grund av bl. a. högre rörlig kostnad och möjlighet att enkelt välja önskad innetemperatur. Förf. anser - bl.a. av personlig erfa-

---

<sup>1</sup> I denna utredning används generellt uttrycket graddygn för att beteckna på detta sätt beräknat värde, eftersom det avser hela dygnet med aktuell dygnsmedeltemperatur.

renhet - att detta möjligen sker under den första tiden, medan man efter ett år kanske tappat intresset för sina termostater.

Detta skulle kunna vara en förklaring till att någon högre förbrukning under det första året efter inflyttningen, vid genomförandet av denna undersökning inte kunnat påvisas, trots att så borde vara fallet, på grund av att energi åtgår för uttorkning, uppvärmning av mark och liknande. Dessa undersökningar, som på intet sätt bevisar det anförda, redovisas ej i detta sammanhang.

Här kan endast återges några publicerade värden som gäller bostäder - men inte småhus:

Mätningar i 20 lägenheter i elvärmda flerfamiljshus i Råslätt visade att innetemperaturens medelvärde under eldningssäsongen låg vid + 22,8 °C år 1968/69 och vid e:a + 22 °C år 1969/70. Värdena återges i FERA:s Elvärmesektionens Meddelande nr 7/70.

Lindström-Ström, 1970, redovisar, från kontroll av tillämpade värmebehovsberäkningar, mätningar av inomhustemperaturer i 57 oljevärmda flerfamiljshus spridda över hela landet. Endast för 4 objekt ligger temperaturen mellan 20 och 21 °C. Aritmetiska medelvärdet av 57 redovisade objekt uppgår till + 22,2 °C.

En vid KTH utförd ventilationsundersökning, redovisad i tidskriften VVS nr 9 1972, har för 42 lägenheter i oljevärmda flerfamiljshus givit ett medelvärde för rumstemperatur på 22,3 °C.

Samarbetsgruppen för byggnaders energiförsörjning anger i Byggnadsforskningens Rapport R 9:1970 även att för angivna data gäller att DIT = + 21 °C.

Ovanstående mätningar avser troligen hus med kollektiv debitering av uppvärmningskostnad till skillnad från de nu aktuella småhusen. Även om värdet som antytts är osäkert väljs att i fortsättningen anta att innetemperaturen är + 21 °C om ej annat anges.

## 5.2 Beräkning av graddygn

Antalet graddygn för normalår har beräknats med aritmetiska medeltemperaturer för senaste c:a 100 åren som redovisats av Andersson (1970).

Vid beräkning av graddygn för aktuella avläsningsperioder har uppgifter ur SMHI:s årsböcker för närmast liggande station använts. I en del fall har temperaturuppgifter fått hämtas ur institutets månadsöversikt eller erhållits vid kontakt med SMHI.

Beräkningen har alltid skett enligt formeln

$$G = \sum M (DIT - t_m)$$

där  $G$  = antalet graddygn

$M$  = antalet dagar i månaden

$DIT$  = dimensionerande innetemperatur (+21 °C om ej annat anges)

$t_m$  = månadsmedeltemperatur enl. ovan

I BIL.5 exemplifieras med beräkning av graddygn för normalår.

Önskar man omräkna  $G$  till att gälla vid t.ex.  $DIT = +20$  °C

minskar man bara det erhållna värdet med 1.365.

### 5.2.1 Jämförelse med traditionellt graddagstal.

Här förtjänar påpekas att det på detta sätt erhållna värdet skiljer sig från det normalt använda värdet som t.ex. publiceras i tidskriften VVS. Detta värde - liksom f.ö. det vanligt använda värdet värmeförbrukningstal i  $1000\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{h}/\text{år}$  - beräknas med hänsyn till s.k. eldningssäsong och med  $+17\text{ }^{\circ}\text{C}$  teoretisk innetemperatur, varefter antas att basenergi från människor och hushållsförbrukning ger åtminstone tre graders temperaturökning upp till normal rumstemperatur.

För Stockholm uppgår det på detta sätt beräknade värdet till 3.570 graddygn under normalår ( 239 eldningsdagar ) medan i denna undersökning som motsvarande värde valts 5.452. Skillnaden beror alltså på att i denna undersökning använt värde beräknats med tillskott från alla månader då medeltemperaturen understigit  $+21\text{ }^{\circ}\text{C}$ . I praktiken innebär detta att G alltid kommer att baseras på 365 dygn. För t.ex Lund är normal medeltemperatur under juli månad  $+16,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

I denna undersökning används alltså ett normalvärde för Stockholm som med 1.882 graddygn d.v.s. 52,7 % överstiger det normalt publicerade graddygnsvärdet men där vid framräkningen ännu ingen hänsyn tagits till övriga faktorer som påverkar energiförbrukningen.

En vidare diskussion kan med anledning av detta vara befogad. När man vid tidigare beräkningar använt talet 3.570 och fått värden som väl överensstämmer med verkligheten har man förutsatt:

- a) att basenergi täcker skillnaden mellan verklig rumstemperatur och  $+17\text{ }^{\circ}\text{C}$  samt
- b) att solstrålningen under april-oktober täcker skillnaden mellan  $+10-13\text{ }^{\circ}\text{C}$  och innetemperaturen  $+17\text{ }^{\circ}\text{C}$  under de 126 dygn som inte tillhört eldningssäsongen.

För att direkt kunna jämföra de båda metoderna beräknas G med användande av ovanstående formel för perioden 1931-1960 eftersom denna tidsperiod avses när G:s normalvärde sätts till 3.570. Då erhålls  $G = 5.232$  graddygn.

Om man antar att innetemperaturen verkligen varit  $+21\text{ }^{\circ}\text{C}$  har man vid användandet av talet 3.570 förutsatt att  $\frac{5.232 - 3.570}{5.232} \cdot 100 = 31,8\%$  av årsvärmebehovet täckts av "gratisenergi".

Om den verkliga innetemperaturen varit  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$  blir motsvarande värde 26,6 % av värmebehovet. Märk väl att det här gäller det teoretiska, exakt rätt beräknade värmebehovet om detta kunnat erhållas. Påslag för väderstreck o. dyl. kan göra att värmebehovet per grads temperaturskillnad överskattas vilket sänker ovanstående procenttal.

### 5.2.2 Kontroll av antal dygn med medeltemperatur över +21 °C.

När graddygn beräknas så som skett i denna undersökning med hänsyn endast till månadsmedeltemperaturer har man i praktiken medtagit vissa dygn med medeltemperatur över DIT, vilket skulle kunna anmärkas mot det förda resonemanget. Nedan visas som exempel förhållandena i Stockholm och Malmö åren 1970 och 1971.

#### År 1970

Månad	Antal dygn med medeltemperatur överstigande			
	+20 C		+21 C	
	Malmö	Stockh.	Malmö	Stockh.
april	0	0	0	0
maj	0	0	0	0
juni	5	3	6	3
juli	3	0	2	0
aug	0	0	0	0
sept	0	0	0	0
Summa	8	3	6	3

#### År 1971

Månad	Antal dygn med medeltemperatur överstigande			
	+20 C		+21 C	
	Malmö	Stockh.	Malmö	Stockh.
april	0	0	0	0
maj	0	0	0	0
juni	1	1	0	1
juli	8	9	2	3
aug	3	5	1	0
sept	0	0	0	0
Summa	12	15	3	4

När temperaturen +21 C överskridits är det i normala fall endast med delar av en grad.

Med hänsyn till undersökningens noggrannhet torde ovanstående förhållanden - att vissa dygn medräknas trots att medeltemperaturen i verkligheten överskridit DIT - inte vara värda att beakta vid beräkningen av graddygnssumma för året. Graddygnssumman beräknad som den verkliga tidsintegrerade temperaturskillnaden under året får anses ge ett tillfredställande mått på husets temperaturberoende värmebehov. Det gäller sedan att om möjligt uppskatta i vad mån detta totala värmebehov täcks av basenergi.



## 5.3 Vindhastigheter under normalår.

För den fortsatta bearbetningen - där bland annat ventilationsgraden måste uppskattas - bör det vara av intresse att känna till normala medelvindhastigheter under året och deras geografiska variationer. Någon uppgift på vindstyrkor under normalår har ej kunnat erhållas men ett försök att illustrera förhållandena har gjorts på följande sätt:

Med hjälp av värden ur SMHI:s årsbok för 1970 har medelvindhastighet för 28 orter i landet beräknats för detta år. I årsboken finns angivna antalet observationer av vind i åtta huvudriktningar samt medelvindhastigheten för varje sådan riktning. Ett approximativt mått på årets medelvindhastighet kan man erhålla genom att summan av antalet observationer, multiplicerade med medelvindhastigheter, divideras med totala antalet observationer.

För till exempel Malmö flygplats gäller enligt SMHI:s årsbok de värden som återfinns i TAB. 1.

TAB. 1. Malmö flygplats. Observerad vindfördelning år 1970.

Månad	Vindfördelning n D, F								
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C

$\rho = 9.800$      $H_s = 15.0$  m,  $h = 1.0$  m,  $h_s = 1.0$  m

1	7.5	4.1	18.5	4.8	44.0	5.9	22.5	6.7	0.5	5.0	8.0	6.1	10.0	6.6	4.0	5.8	9
2	10.5	4.1	12.0	5.2	25.5	6.3	14.5	7.1	10.5	5.9	14.0	2.9	9.5	6.0	3.5	4.6	6
3	4.5	6.0	8.0	5.2	16.0	5.2	21.5	4.8	13.5	4.5	22.0	6.5	10.5	7.0	20.0	6.1	1
4	9.0	4.8	2.0	7.0	4.0	4.9	5.0	4.2	13.5	4.7	37.0	6.3	15.5	6.0	28.0	5.6	6
5	5.5	3.1	6.5	4.9	39.0	9.7	6.0	4.4	4.5	3.6	19.5	5.1	9.5	6.5	29.5	5.6	4
6	3.0	6.0	5.0	4.2	28.0	5.6	12.0	5.1	10.0	3.7	10.0	5.1	13.5	5.0	26.5	6.5	10
7	4.0	3.4	0.0	.	2.5	3.6	6.5	5.6	16.0	4.4	42.0	5.4	34.0	7.4	17.0	5.7	2
8	4.0	3.0	3.5	4.9	19.0	6.3	8.0	5.7	1.5	4.7	12.0	3.8	24.5	4.8	38.5	5.2	19
9	8.0	5.4	3.0	2.3	1.0	3.0	9.5	4.7	17.5	4.5	26.5	5.1	22.0	6.6	20.5	6.8	12
10	8.5	5.1	5.5	4.5	4.0	3.3	7.0	5.3	8.5	5.5	22.5	5.9	30.5	6.6	19.5	4.3	11
11	10.0	6.6	2.0	4.5	11.0	6.5	22.0	5.5	17.5	4.4	21.5	6.1	18.5	7.2	8.5	8.4	9
12	21.5	5.4	21.0	5.9	6.5	6.2	1.0	1.0	3.0	5.3	23.5	6.2	24.0	6.6	19.5	6.4	4
År	96.0	4.9	87.0	5.1	200.5	6.6	135.5	5.5	116.5	4.6	272.5	5.7	222.0	6.4	237.0	5.8	93

Anm.: I sista kolumnen C är angivet antalet iakttagelser med vindstilla.

Vid vissa observationer har fördelning skett på två närliggande riktningar vilket föranleder att antalet observationer kan vara t.ex. 200,5.

Summan av antalet observationer multiplicerade med medelvindhastigheten blir:

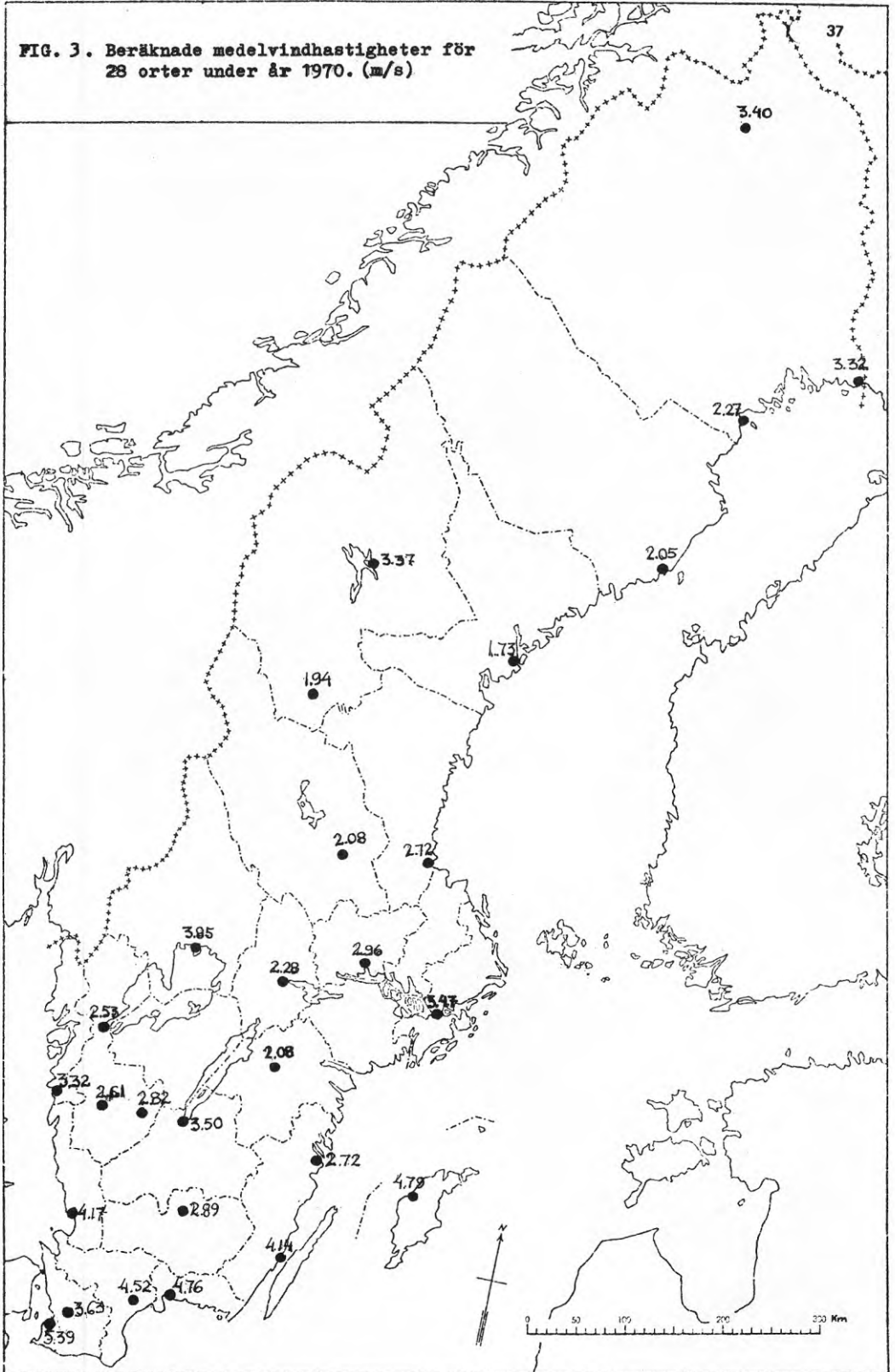
$$96,0 \cdot 4,9 + 87,0 \cdot 5,1 + \dots + 93,0 \cdot 0 = 78672,0$$

Totala antalet observationer är 1460 varför medelvindhastigheten för året erhålls som  $78672,0/1460 = 5,39$  m/s.

Här måste redan nu påpekas att enligt internationell överenskommelse vinden mäts på tio meters höjd över en slät, vågrät markyta, fri från hinder. Detta gör att de erhållna värdena blir väsentligt högre än de vindhastigheter som råder i mikroklimatet kring småhus, vilka naturligtvis ligger mer skyddade av terräng och omgivande bebyggelse.

I FIG.3 finns för samtliga orter angivna de värden som erhållits med den här beskrivna beräkningsmetoden.

FIG. 3. Beräknade medelvindhastigheter för 28 orter under år 1970. (m/s)



## 5.4 Solstrålning under normalår

### 5.4.1 Solskenstimmar under normalår

När det gäller att bedöma solstrålningens inverkan bör man först ta hänsyn till variationer i solskenstid mellan olika orter. Kartan i FIGUR 4 visar solskenstid under normalår 1931 - 1960 för vissa orter i Sverige och värdena har erhållits genom bearbetning av SMHI:s statistik.

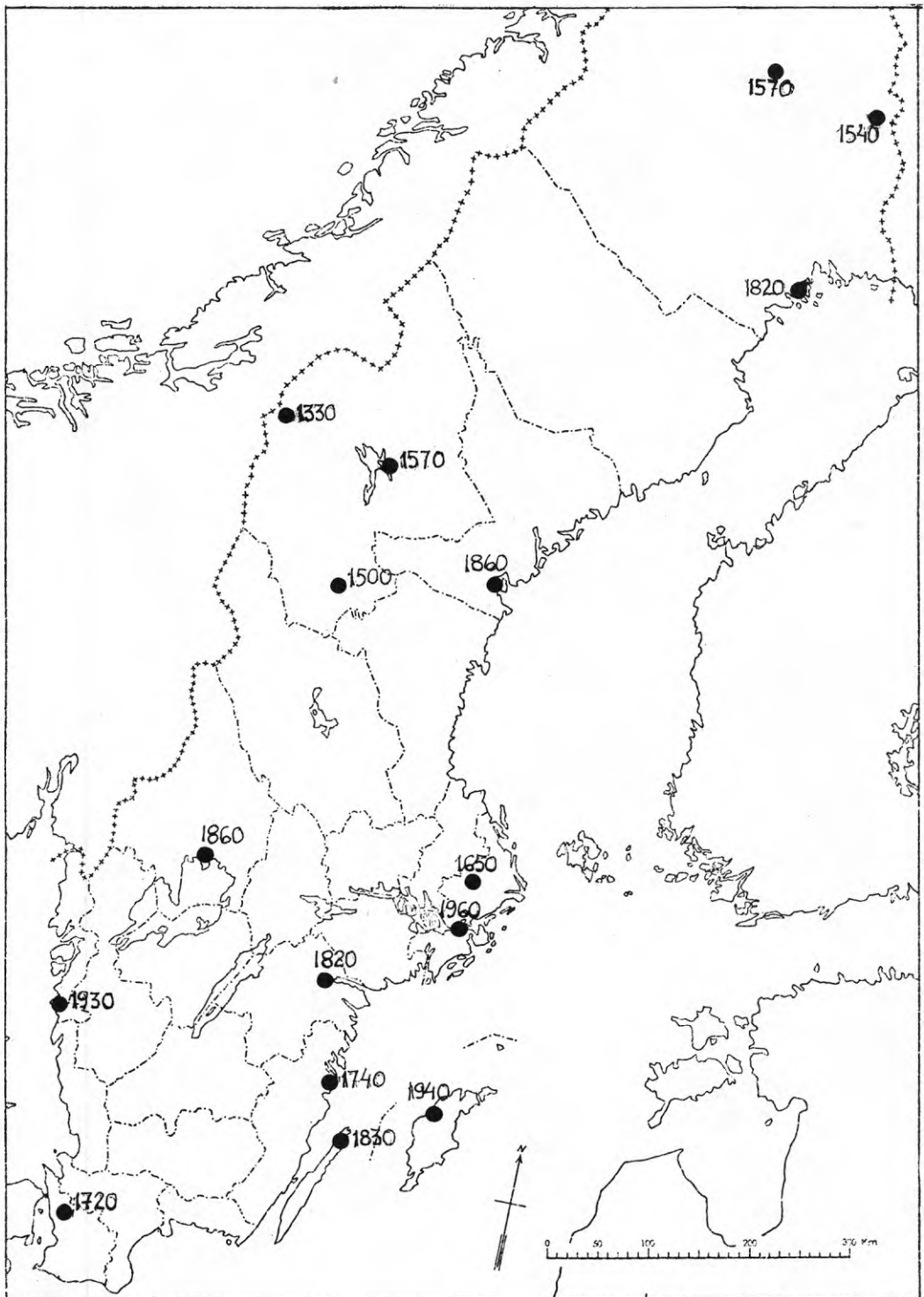
Som framgår av kartan förekommer relativt stora lokala variationer. De högsta värdena återfinns normalt vid kusterna medan de lägsta registrerats i inland och fjälltrakter.

Solskenstimmarnas årssumma kan emellertid inte direkt användas för att uppskatta tillgänglig solenergi. Som framgår av FIGUR 5 varierar fördelningen under året. Som exempel gäller för sju av orterna de värden som anges i TABELL 2 för två karaktäristiska månader.

TAB. 2. Solskenstimmar under två karaktäristiska månader.

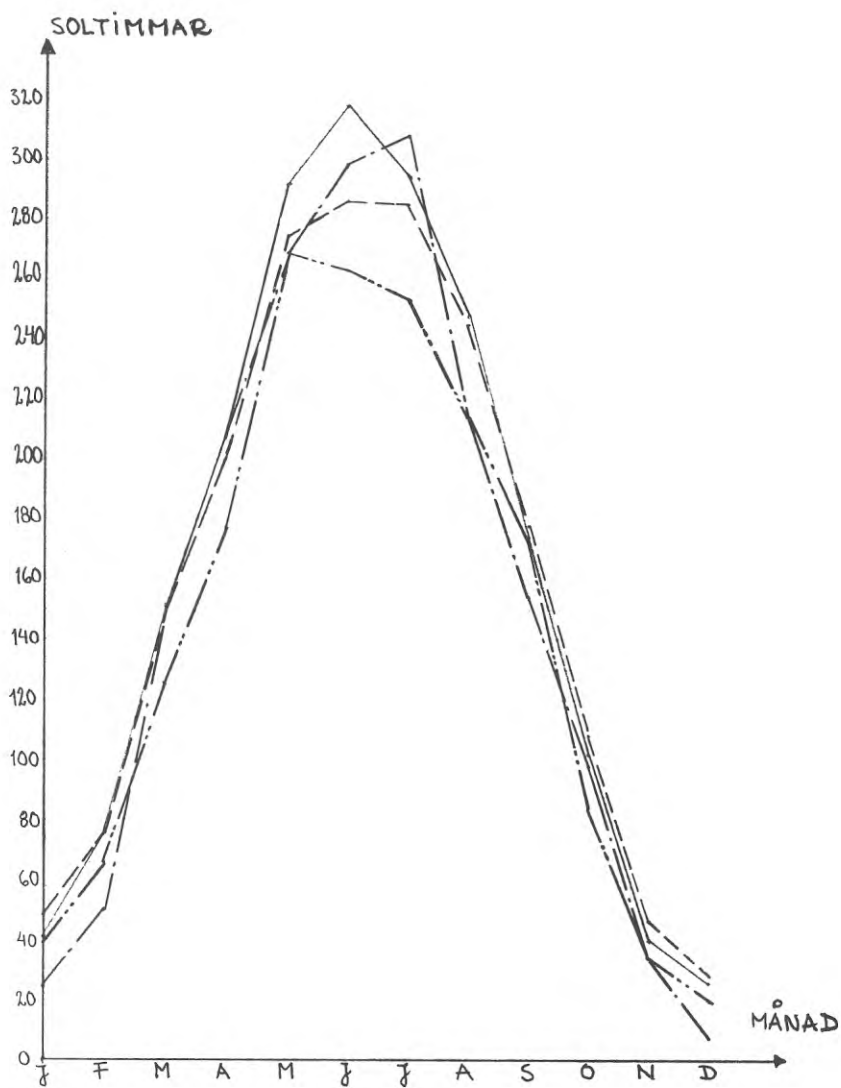
Ort	Solskens- timmar normalår	% av Stock- holms värde	Solskens- timmar juli	% av Stock- holms värde	Solskens- timmar december	% av Stock- holms värde
Stockholm	1960	100	295	100	26	100
Göteborg	1930	98	285	97	29	112
Karlstad	1860	95	290	98	25	96
Sundsvall	1860	95	273	93	27	104
Luleå	1820	93	308	104	8	31
Svalöv	1720	88	253	86	20	77
Östersund	1570	80	247	84	15	58

FIGUR 4. Antalet solskenstimmar under normalår. Bearbetning av SMHI:s statistik.



FIGUR 5. Antal solskenstimmar per månad under normalår för fyra orter. Bearbetning av SMHI:s statistik.

— = Stockholm      - - - = Göteborg  
 - · - · = Luleå      - · - · = Svalöv



#### 5.4.2 Strålningseffektens geografiska variationer

Förutom av solskenstimmar bestäms solvärmeinläckningen även av ortens tillgängliga solvärmeeffekt. Brown-Isfält, 1969, har med hjälp av datamaskin uppställt tabeller, som ger strålningseffekt och energins dygnssumma för tvåglasfönster den 15:e i varje månad för olika orter i Sverige. Här är även markreflekterad strålning från sol och himmel inräknad. Marken har antagits snöfri hela året vilket i vissa fall kan vara motiverat att beakta.

I FIGUR 6 ges exempel på hur dygnssummorna varierar under året för fyra orter vid helt klara dagar. Exemplet gäller ett fönster med  $\alpha=0$ , d.v.s. orienterat mot söder.

Exempel på maximivärdenas variation ges i TABELL 3, där maximivärden av strålningseffekten redovisas för två karaktäristiska dygn under normalår. Skillnaderna är relativt stora.

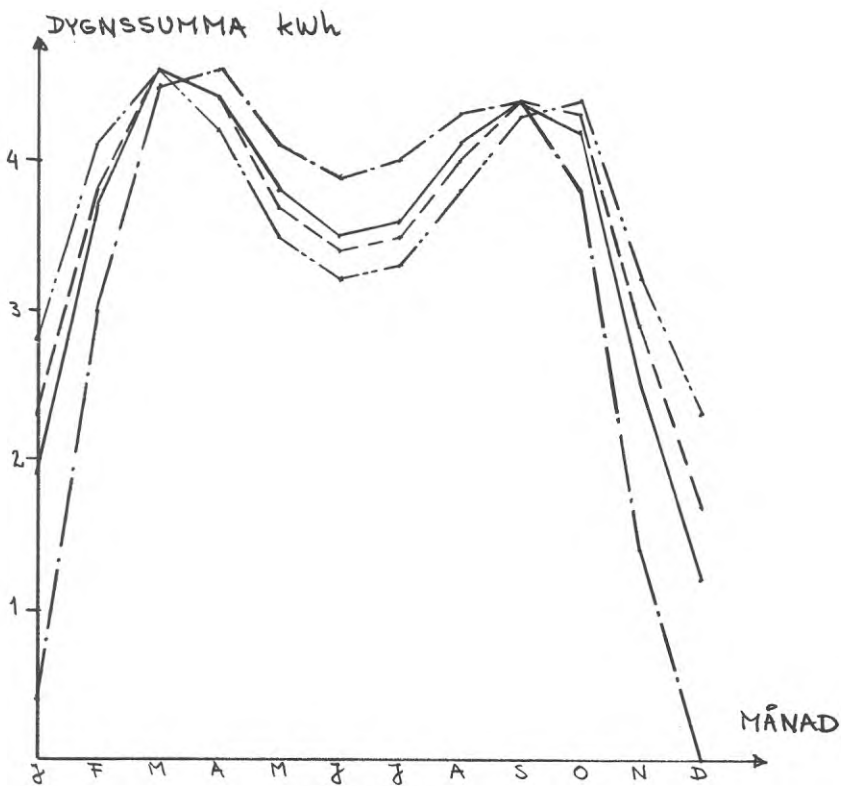
Som framgår av TABELL 4 är dock de absoluta maximivärdena under vår och höst av samma storleksordning trots helt olika geografiskt läge. De infaller alltså endast vid olika tidpunkter under året.

TABELL 3. Solvärmeeffektens maximivärde den 15 juli och 15 december. ( $W/m^2$ )

Ort	Max.effekt den 15 juli	% av Stockholms värde	Max.effekt den 15 dec.	% av Stockholms värde
Stockholm	543	100	430	100
Göteborg	526	97	479	111
Karlstad	543	100	429	100
Sundsvall	572	105	308	72
Umeå	584	108	228	53
Malmö	502	92	530	123
Östersund	579	107	266	62

FIGUR 6. Instrålad energi genom 1 m<sup>2</sup> tvåglasfönster mot söder för fyra orter. Dygnssumma den 15:e i varje månad under helt klart dygn. Horisonten skärnad 5°.

— = Stockholm    - - - = Göteborg  
 - · - · = Umeå    - · - · = Malmö





TABELL 4 . Maximivärde av effekt under vår och höst genom tvåglasfönster mot söder. ( $W/m^2$ )

Ort	Max.effekt våren	Max.effekt hösten
Stockholm	696	678
Göteborg	696	686
Karlstad	696	678
Sundsvall	692	661
Umeå	687	660
Malmö	694	693
Östersund	690	660

### 5.4.3 Approximativ jämförelse mellan instrålad energi under året för olika orter

En approximativ jämförelse av instrålad energi bör man erhålla om man tar hänsyn till soltimmarnas antal under olika månader samt karaktäristisk dygnssumma för dessa månader vid klart väder.

Fortfarande väljer vi att betrakta ett 1 m<sup>2</sup> stort tvåglasfönster orienterat mot söder. Om vi dividerar månadens soltimvärde med 12 erhåller vi ett approximativt uttryck för antalet soldygn under månaden. Vi har då antagit att möjliga antalet soltimmar är i medeltal 12 timmar/dygn under hela året.

Om detta approximativa uttryck multipliceras med månadens dygnssumma erhåller man instrålad energi under månaden. Summering ger hela årsenergin. I TABELL 5 har införts på detta sätt beräknade värden för sju orter.

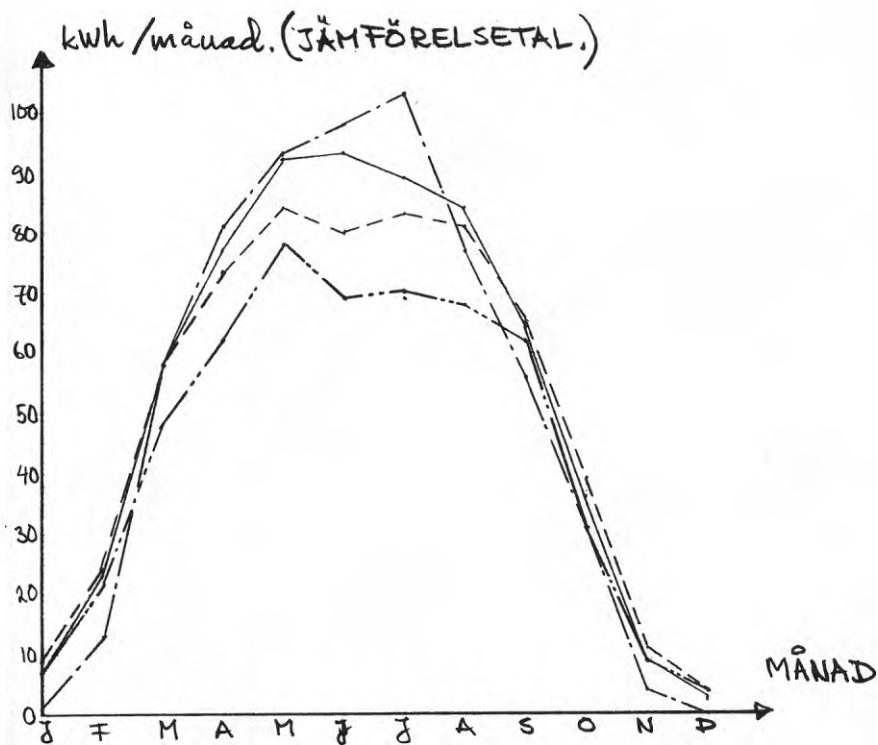
TABELL 5. Approximativa jämförelsesummor för instrålad energi per år genom 1 m<sup>2</sup> tvåglasfönster mot söder. (kWh).

Ort	Antal soltimmar	% av Stockholms värde	Jämförelsesumma kWh	% av Stockholms värde
Stockholm	1960	100	635	100
Göteborg	1930	98	611	96
Karlstad	1860	95	596	94
Sundsvall	1860	95	599	94
Luleå	1820	93	613	97
Svalöv	1720	88	533	84
Östersund	1570	80	522	82

I FIGUR 7 visas i diagram fördelning under året för fyra orter.

FIGUR 7. Approximativa jämförelsevärden för instrålad energi genom  $1 \text{ m}^2$  tvåglasfönster mot söden. Antalet soltimmar/12 multiplicerat med dygnssumma för varje månad. Horisontskärning  $5^\circ$ .

— = Stockholm      - - - = Göteborg  
 - · - · = Luleå      - - - - = Svalöv



#### 5.4.4 Noggrannare beräkning för fyra orter

En mera noggrann jämförelse kan man göra genom att dividera verkliga antalet soltimmar under månaden med den tid solen varit över horisonten i medeltal per dygn under månaden. Man erhåller då ett värde som motsvarar antal dygn med helt klart väder. Visserligen antar man då att soltimmarna varit jämnt spridda under tiden mellan solens upp- och nedgång, vilket naturligtvis inte alltid är fallet. För jämförelse mellan olika orter bör metoden emellertid vara användbar.

Om t.ex. under en månad antalet soltimmar varit 98, och solen den 15:e i månaden varit över horisonten 10 timmar med angiven dygnssumma  $3.780 \text{ Wh/m}^2$ , erhåller man instrålad energi som produkten av antalet dygn - i detta fall  $98/10 = 9,80$  dygn - multiplicerat med dygnssumman 3.780. På detta sätt erhålls att under månaden instrålat  $37.044 \text{ Wh}$  genom  $1 \text{ m}^2$  fönster mot söder utan solavskärmning i form av persienner eller liknande.

Med denna metod har värden angivna i TABELL 6 beräknats. Värdena har beräknats med antagandet att horisonten av omkringliggande bebyggelse och terräng avskärmas  $5^\circ$ .

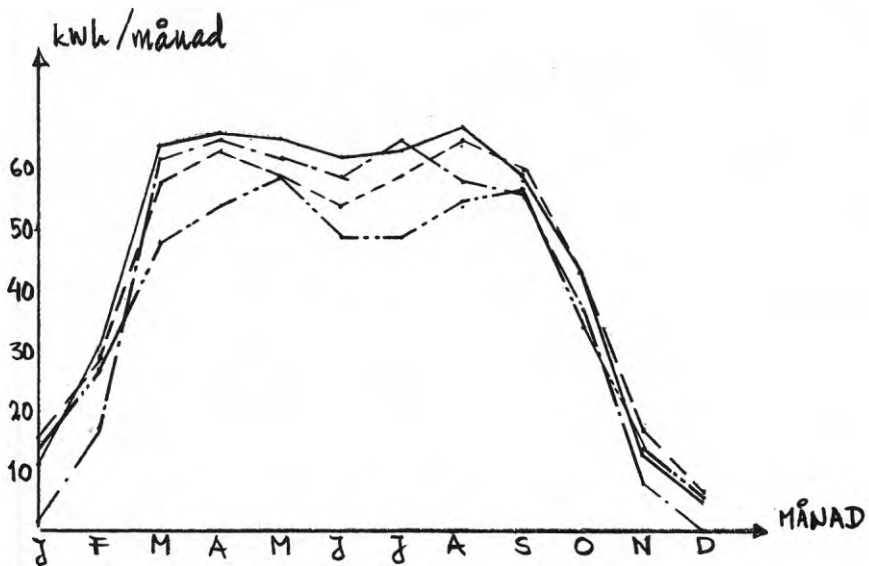
TABELL 6. Teoretiska värden på instrålad energi under normalår genom  $1 \text{ m}^2$  tvåglasfönster mot söder.

Ort	Soltimmar	% av Stockholms värde	Instrålad energi kWh	% av Stockholms värde
Stockholm	1960	100	550	100
Göteborg	1930	98	527	96
Luleå	1820	93	490	89
Svalöv	1720	88	465	85

I FIGUR 8 illustreras fördelningen på årets olika månader för de fyra orterna.

FIGUR 8. Teoretiska värden på instrålad solenergi per månad genom tvåglasfönster mot söder. Beräknat med verklig soltid/möjlig soltid per dygn multiplicerat med dygnssumma för varje månad.

— = Stockholm      - - - = Göteborg  
 - · - · = Luleå      - · - · = Svalöv



#### 5.4.5 Slutsatser beträffande tillgänglig solenergi på olika orter.

Av det tidigare framgår att den instrålade energin genom fönster relativt väl överensstämmer med antalet soltimmar under året. Stockholm och Göteborg uppvisar relativt likvärdiga förhållanden. För Luleå t.ex. är den tillgängliga energin normalt något lägre men detta kan kompenseras av att huset under en större del av året tillgodogör sig solvärmen och att snötäckt mark ökar strålningen något över de angivna värdena.

För Skåne och Sydsvenska höglandet kan det vara motiverat att räkna med något lägre energitillskott, bl.a. på grund av den relativt höga årsmedeltemperaturen, som medför att strålningen i större utsträckning kan ge upphov till övertemperaturer.

I stort sett bör det dock vara försvarligt att räkna med att basenergin på grund av solstrålning är av samma storleksordning i hela landet.

## 6 BEARBETNING AV ENERGIFÖRBRUKNINGSSUPPGIFTER

### 6.1 Korrigering till helår

Erhållna förbrukningsdata har omfattat olika tidsperioder:

1. I de fall elverken i mätningssyfte företagit speciella avläsningar har exakt ett års förbrukning kunnat erhållas.
2. Inom områden med fasadmätarskåp har gjorda avläsningar ofta omfattat samma tidsperiod för samtliga hus i gruppen - men inte ett helår.
3. I normalfallet har avläsningarna inte givit ens samma tidsperiod för alla hus i gruppen. Anledningen har varit att mätaravläsaren inte kunnat bereda sig tillträde till samtliga abonnenter eller att avläsningsrundorna givetvis sällan överensstämmt med de indelningar i hus typer som gjorts i denna undersökning.

Det har därför varit nödvändigt att korrigera de avlästa energivärdena till att motsvara exakt en årsförbrukning, vilket skett med hjälp av en korrektionstabell som upprättats efter vissa överväganden.

Enklarest vore naturligtvis att beräkna den genomsnittliga förbrukningen per dygn och multiplicera denna med 365 dygn. Denna metod skulle dock ge ett alltför stort fel med tanke på energiförbrukningens variationer under året.

Den striktaste metoden vore att för varje enskilt hus, med dess avläsningsdata som underlag, beräkna verkliga antalet graddygn under perioden och med ledning härav korrigera den uppmätta förbrukningen till helår. Som tidigare visats innebär emellertid beräkning av graddygn ett omfattande arbete. Eftersom beräkningen dessutom måste baseras på månadsmedeltemperaturer kan den arbetsinsats metoden skulle innebära inte anses rimlig i förhållande till den ökning i noggrannhet som erhålls.

En något enklare metod, som mer schablonmässigt tar hänsyn till energiförbrukningens variation med årstiden, har därför använts. I det följande återges de överväganden som föregått upprättandet av den aktuella korrigeringstabellen.

## 6.1.1 Graddygns fördelning under normalår

Andersson (1970) har publicerat observationer av temperatur i Sverige sedan mitten av 1800-talet. Här redovisas aritmetiska medelvärden av månadens olika dygnsmedeltemperaturer liksom standardavvikelsen, som t.ex. för Stockholm varierar mellan 1,3 och 3,1 °C. Med hjälp av de angivna månadsmedeltemperaturerna har graddygnstal för varje månad beräknats för tre orter med avvikande klimat. Erhållna värden har införts i TAB. 7.

TAB. 7. Graddygns procentuella fördelning under normalår för tre orter i Sverige.

Mån. ant. dygn	Stockholm 1861-1968			Lund 1859-1968			Piteå 1860-1968		
	t <sub>m</sub>	G	%	t <sub>m</sub>	G	%	t <sub>m</sub>	G	%
J 31	-2,9	740,9	13,6	-0,7	672,7	13,6	-10,0	961,0	13,8
F 28	-3,2	677,6	12,4	-0,7	607,6	12,3	-9,8	862,4	12,4
M 31	-1,0	682,0	12,5	1,3	610,7	12,3	-5,9	833,9	12,0
A 30	3,8	516,0	9,5	5,5	465,0	9,4	0,1	627,0	9,0
M 31	9,3	362,7	6,6	10,6	322,4	6,5	6,0	465,0	6,6
J 30	14,3	201,0	3,7	14,8	186,0	3,7	12,7	249,0	3,6
J 31	17,1	120,9	2,2	16,7	133,3	2,7	15,9	158,1	2,3
A 31	15,6	167,4	3,1	15,8	161,2	3,2	13,7	226,3	3,2
S 30	11,7	279,0	5,1	12,6	252,0	5,1	8,8	366,0	5,3
O 31	6,6	446,4	8,2	8,1	399,9	8,1	2,4	576,6	8,3
N 30	2,0	570,0	10,5	3,8	516,0	10,4	-3,7	741,0	10,6
D 31	-1,2	688,2	12,6	0,8	626,2	12,7	-8,0	899,0	12,9
		5452,1			4953,0			6965,3	

## Förklaringar:

t<sub>m</sub> = Månadens aritmetiska medeltemperatur

G = Månadens graddygnssumma

% avser månadens graddygnssumma i procent av hela årets



## 6.1.2 Totalförbrukningens fördelning under året.

Av TAB. 7 framgår att graddygnens relativa fördelning är ungefär lika oberoende av geografiskt läge.

När den använda korrigeringstabellen skulle upprättas gjorde förf. antagandet att en viss del av uppmätt förbrukning - som alltså även innefattar förbrukning för hushåll och varmvatten - är temperaturoberoende och borde fördelas lika på årets 12 månader. Av en total förbrukning på 25.000 kWh antogs 20 %, d.v.s. 5.000 kWh, vara en jämnt fördelad förbrukning medan återstående 20.000 kWh antogs fördela sig i enlighet med graddygnens variation, varvid procenttal gällande för Stockholm valdes. På detta sätt erhöles den fördelning av energiförbrukningen under året som redovisas i TAB. 8.

I kol. 6 i denna tabell anges den andel av ett helt års förbrukning som med gjorda antaganden skulle falla på ett normaldygn i respektive månad. Under t.ex. ett dygn i januari skulle den uppmätta energimängden motsvara 0,403 % av hela årets förbrukning.

TAB. 8. Totalförbrukningens antagna fördelning under året.

Månad	G i % av års-summa	Antagen energifördelning kWh			% av års-förbrukning per månad	% av års-förbrukning per dygn	Motsv. värde enl Adamson-Lindskoug (Höganäs)
		Temp.-beroende	Temp.-oberoende	Månads-summa			
J	13,6	2720	417	3137	12,5	0,403	0,463
F	12,4	2480	417	2897	11,6	0,414	0,463
M	12,5	2500	417	2917	11,6	0,374	0,424
A	9,5	1900	417	2317	9,2	0,307	0,325
M	6,6	1320	416	1736	6,9	0,223	0,216
J	3,7	740	416	1156	4,7	0,157	0,074
J	2,2	440	416	856	3,4	0,110	0,074
A	3,1	620	416	1036	4,1	0,132	0,074
S	5,1	1020	417	1437	5,8	0,193	0,168
O	8,2	1640	417	2057	8,2	0,265	0,261
N	10,5	2100	417	2517	10,0	0,333	0,350
D	12,6	2520	417	2937	12,0	0,387	0,409
År	100	20000	5000	25000	100		
	1	2	3	4	5	6	7

### 6.1.3 Jämförelse med uppmätta värden

I kol. 7 i TAB. 8 finns införda procenttal för normalår beräknade ur värden som redovisats av Adamson-Lindskoug (1965). Dessa har angivit normal energiförbrukning i Mcal/dygn för två hustyper utan källare i Höganäs. Med hänsyn till antalet dagar i varje månad erhålls en total årssumma för hustyp B av 20.302 Mcal (23.605 kWh). De i kol. 7 angivna värdena är ett normaldygns andel av denna årssumma.

Med dessa värden erhålls en mindre temperaturoberoende energiförbrukning än den av förf. antagna, vilket skulle tyda på att i källarlösa hus en större del av de temperaturoberoende energiförlusterna (varmvatten o.dyl.) kompenseras av motsvarande temperaturoberoende gratisvärmekvantiteter. Detta skulle innebära att den antagna fördelningen något överskattar den del av energiförbrukningen som faller på sommarmånaderna.

Naturligtvis kan detta vara fallet, speciellt som de antaganden som föregick korrigeringstabellen inte tog hänsyn till att solinstrålningen reducerade värmebehovet under sommarmånaderna. Med hänsyn till att tabellen var avsedd att användas generellt, oberoende av geografiskt läge, husstorlek och liknande, kunde emellertid inte alltför stor noggrannhet förväntas. Graddygns absoluta storlek i olika klimatområden inverkar givetvis även på energiförbrukningens fördelning liksom att t.ex. varmvattenförbrukningen kommer att ha ett mer dominerande inflytande vid små hus än vid stora.

TAB. 9. Jämförliga värden uppmätta i Sundsvallsdistriktet.

Tidsperiod	Angivna värden anger hur stor % av hela årets totala energiförbrukning som faller inom angiven tidsperiod				
	Söråker 1969	Söråker 1970	Atlasvägen	Samtliga kat.922	Jämförl. värde enl korr. tabell
jan-apr	46,8	53,0	46,4	52,5	44,9
maj-aug	14,8	15,1	23,3	15,9	19,1
sept-dec	38,4	31,9	30,3	31,6	36,0
	1	2	3	4	5

Uppgifter som erhållits från Bålforsens Kraft AB i Sundsvall gällande avläsningar med fyramånaders intervall har sammanställts i TAB. 9 och kan jämföras med motsvarande av förf. använda procenttal som införts i kol. 5.

Rubriken Söråker gäller för 20 källarhus med stor årsförbrukning där varmvattenförbrukningens inverkan kan antas vara relativt liten. Atlasvägen avser 24 småhus med delvis källare och ett totalt energibehov i Sundsvall av c:a 23.500 kWh/år, vilket för Stockholmsklimat motsvarar ungefär 20.000 kWh/år. Här har antagen generell fördelning enligt kol. 5 i stället underskattat den del som kommer under sommarperioden.

I kol. 4 slutligen visas medelvärden från samtliga småhus av kategori 922 (= "Elvärme i nya abbonemang, som äro planerade och installerade för elvärme från starten"). Här är avvikelserna för kol. 5 för hela sommarperioden 3,2 %.

Slutligen redovisas i FIG. 9-11 jämförelse med av Fera:s Elvärmesektion i Meddelande nr 1/68 publicerade värden.

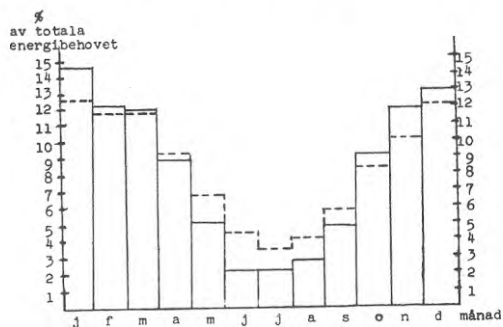
I FIG. 9 redovisar Statens Vattenfallsverk resultatet av mätningar och teoretiska beräkningar av elförbrukningens säsongvariationer under ett normalår i elvärmda småhus i Västerås-trakten.

FIG. 10 visar den procentuella elförbrukningen med variationsintervall för var och en av årets månader under åren 1964, 1965 och 1966 i en radhusgrupp i Skellefteå. Den procentuella elförbrukningen en viss månad varierar som synes avsevärt från år till år.

FIG. 11 illustrerar slutligen variationsintervall för medelvärden från sex radhusgrupper i Skellefteå. Variationerna mellan olika hus är naturligtvis större.

De streckade linjer som inlagts i FIG. 9-11 är de värden som erhålls ur den korrigeringsstabell som använts i föreliggande undersökning.

FIG. 9. Energiuttag för värme, varmvatten och hushållsel under årets olika månader i elvärmda småhus. (Uppgifterna som avser normalår grundas på mätresultat som kontrollerats med teoretiska beräkningar).



Anm.: Streckade linjer har inlagts med värden hämtade ur den korr.ta-bell som använts i föreliggande undersökning.

FIG. 10. Procentuella elförbrukningen med variationsintervall för var och en av årets månader under de tre åren 1964, 1965 och 1966 i en radhusgrupp i Skellefteå.

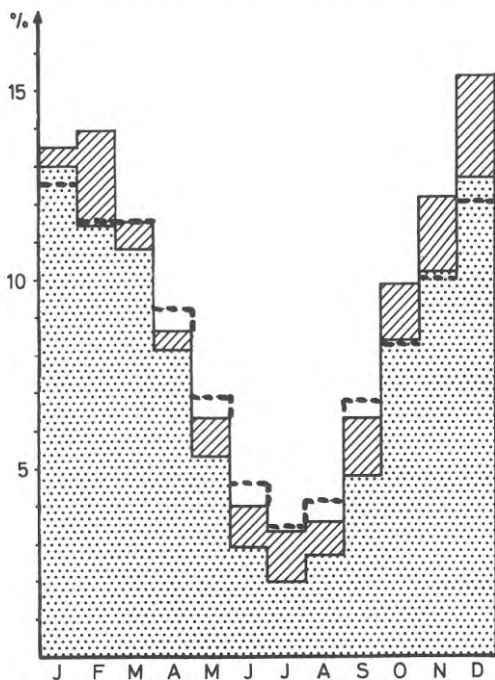
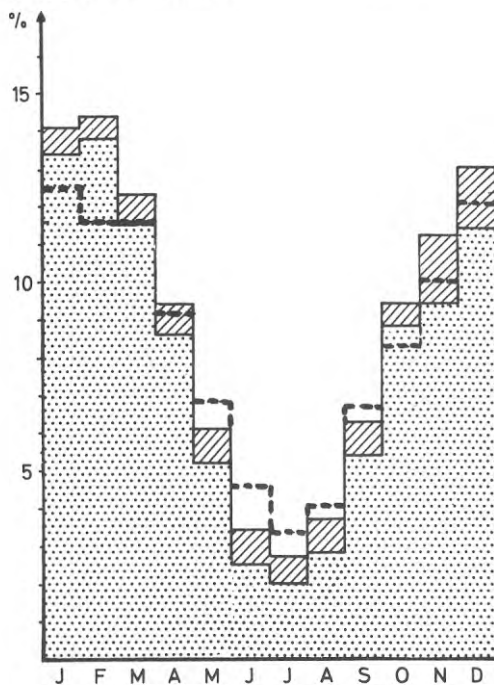


FIG. 11. Procentuella elförbrukningen med variationsintervall för var och en av årets månader under år 1966 i sex radhusgrupper i Skellefteå.



#### 6.1.4 Diskussion av korrigeringsmetodens fel.

Som senare visas är det inte orimligt att anta att för ett normalt småhus temperaturoberoende förbrukning som varmvatten- och hushållsförbrukning kompenseras av motsvarande temperaturoberoende basenergi från personer och solstrålning. Om den fasta förlusten som ej tillgodogjorts som värme uppgår till ungefär samma belopp som tillgodogjord basenergi borde det ha varit riktigare att lägga en större del av energiförbrukningen till vinterhalvåret - t.ex. genom att förutsetta att förbrukningen är direkt proportionell mot antalet graddygn i månaden.

Om man i stället för den av förf. antagna fördelning, som redovisats i TAB.8, skulle ha förutsatt att förbrukningen fördelar sig över året helt enligt dygnsmedeltemperaturernas variation, hade man erhållit maximal avvikelse från den använda metoden för juli månad. Man skulle ha erhållit 2,2 % i stället för 3,4 % vilket innebär en avvikelse på 1,2 % av en årsförbrukning. Vid en årsförbrukning av 25.000 kWh innebär detta en avvikelse på 300 kWh för en hel månads korrektion. Motsvarande avvikelse för januari månad som utgör ytterligheten åt motsatt håll skulle bli 1,1 %, d.v.s. 275 kWh för en månads korrigering.

Med hänsyn till att omräkningarna normalt avser små avvikelser från helår kan alltså den antagna fördelning som framgår av TAB. 8 accepteras. Korrigering till helår har skett enligt den metod som exemplifieras i BIL. 6. (Jmfr även KAP.7).

## 6.2 Korrigering till normalår.

### 6.2.1 Totalförbrukningens variation med antalet graddygn för samma hus.

Om man vill korrigera den uppmätta förbrukningen under ett år till att gälla för ett normalår måste man känna till hur stor del av den avlästa energiåtgången som är direkt temperaturberoende.

Lindskoug (1969) visar ett exempel som anses gälla en normal källarlös villa. Bostadsytan är c:a 100 m<sup>2</sup>.

Värdena som redovisas i TAB.10 avser således en liten villa.

TAB.10. Exempel angivet av Lindskoug (1969)

Tabell 14. Exempel på värmebehovsberäkning för en villa med och utan källare.

Byggnadsdel	A m <sup>2</sup>	k W/m <sup>2</sup> °C	Δk W/°C
Ytterväggar	85	0,3	25,5
Fönster	15	1,9	28,5
Tak	100	0,2	20
Golv	100	0,15*)	15
Summa transmission			89
Ventilation 170 · 0,36			61
Summa utan källare			150
Källarväggar	84	0,4*)	34
Ventilation 50 · 0,36			18
Summa källare			52
Δθ <sub>ui</sub> = 40° för bostaden ger			6,0 kW
Δθ <sub>ui</sub> = 35° för källaren ger			1,8 kW

\*) Gäller endast effektberäkning; ökas för årsenergiberäkning.

För den behandlade villan gäller alltså för hela året följande fördelning av energin i kWh:

<u>Energi tillgodogjörd som värme:</u>	
Radiatorer	15.100
Hushållsenergi	3.000
Varmvatten	1.000
Personer	1.000
Sol	1.900
	<u>22.000</u>

<u>Ej "utnyttjad energi:</u>	
Hushållsenergi	1.000
Varmvatten	4.000
	<u>5.000</u>
<u>Mätaren visar:</u>	
Radiatorer	15.100
Varmvatten	5.000
Hushållsenergi	4.000
	<u>24.100</u>

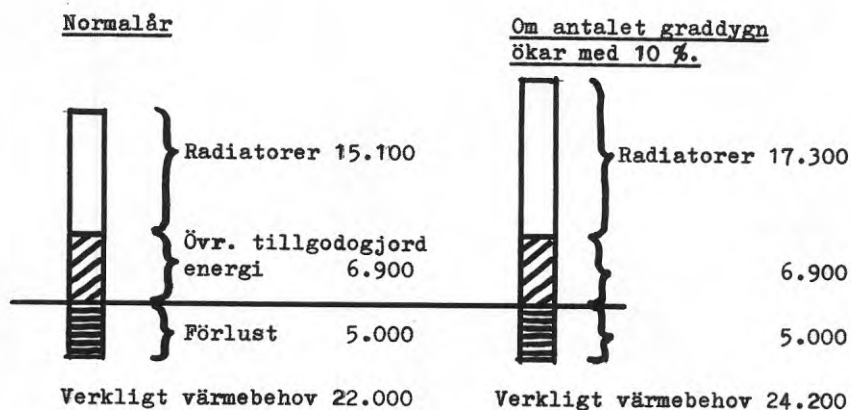
Tabell 19. Exempel på fördelning av värme-  
kvantiteter för en villa enligt tabell 14. (kWh).

	18.9-14.5	Sommar
Värmesystemet	15.100	-
Hushållsenergi m m	3.000	1.000
Personer	1.000	300
Spillvärme från vv	1.000	300
Sol	1.900	2.500
Summa	22.000	4.100
Varmvatten	4.500	500
Summa	26.500	5.200

Mätaren visar alltså totalt 15.100 + 3.000 + 1.000 + 4.500 + 500 = 24.100 kWh.

I FIG.12 visas energifördelningen. I figurens högra del visas den fördelning som erhålls om värmebehovet ökar med 10 %. Detta blir i stort fallet om man antar att antalet graddygner ökar med 10 % och alla andra faktorer är helt oförändrade. I detta fall blir värmebehovet 24.200, d.v.s. radiatorenergin har ökat med 2.200 kWh. Mätaren kommer att visa  $2.200/24.100 = 9,1 \%$  mer.

FIG. 12. Värmebalansens förändring om antalet graddygner ökar.



I föreliggande undersökning ligger medelvärdet för samtliga källarlösa hus vid c:a 23.000 kWh/år omräknat till Stockholms-klimat. Det är inte orimligt att anta att mätarställningen uppkommit på följande sätt, d.v.s. att fast förlust och fast tillskott är av samma storleksordning:

<u>Verkligt värmebehov:</u>	<u>Förluster:</u>
Radiatorer 15.000	
Hushåll 2.500	1.000
Personer 1.000	
Varmvatten 1.000	3.500
Sol 3.500	
23.000	4.500

Mätaren visar  $15.000 + 4.500 + 3.500 = 23.000$  kWh/år.

En ökning av verkliga värmebehovet med 10 % - med ovanstående antagna fördelning - innebära att radiatorenergin ökade med 2.300 kWh/år d.v.s.:

Uppmätt energi skulle öka med 10 %.

## 6.2.2. Val av korrigeringsmetod.

Ett vanligt synsätt vid korrigeringsmetod till normalår tycks vara att vid omräkning till normalår undanta den del som ej anses temperaturberoende. Med denna metod skulle man ha undantagit i varje fall 5.000 kWh i det senast visade exemplet och erhållit det korrigerade värdet

$$1,10 \cdot 18.000 + 5.000 = 24.800$$

d.v.s. en ökning av årsenergin med 7,8 % om antalet graddygn ökar med 10 %. Det har alltså en viss betydelse hur korrigeringen utförs.

Av visade exempel framgår att det enda som är av intresse är hur stor del av uppmätt energi som ej utnyttjats som värme och hur stort tillskott som erhållits som gratisvärme utan att mätarställningen påverkats.

Om dessa energimängder är lika kommer vid i övrigt oförändrade förhållanden en ökning av värmebehovet med en viss procent att medföra en lika stor ökning av elmätarställningen. Troligen ligger förlust och tillskott på ungefär samma värde för ett genomsnittligt hus med god individuell reglering av radiatorerna. Det kan dock vara av intresse att se vilka konsekvenser olika antaganden medför.

Antag att den del av elenergin som ej kommer huset tillgodo i form av värme är 5.000 kWh/år. Detta antagande bör vara rimligt för de flesta småhus.

Om gratisenergin från sol och personer endast är hälften så stor - 2.500 - erhålls för hus med varierande totalt energibehov:

Avläst värde	15.000	20.000	30.000	40.000
Verkligt värmebehov	12.500	17.500	27.500	37.500
Ökn.av värmebehov om G ökar 10 %	1.250	1.750	2.750	3.750
Ökning av mätarställning i %	8,3	8,8	9,2	9,4



Om gratisenergin i stället skulle vara 50 % större än fasta förluster erhålls följande värden:

Avläst värde	15.000	20.000	30.000	40.000
Verkligt värmebehov	17.500	22.500	32.500	42.500
Ökning av värmebehov om G ökar med 10 %	1.750	2.250	3.250	4.250
Ökning av mätarställning i %	11,7	11,3	10,8	10,6

Som framgår av den senare bearbetningen är det troligt att den första tabellerade fördelningen motsvarar förhållandena vid riktigt små hus där varmvattenförbrukning och liknande får en mer dominerande inverkan. För riktigt stora hus däremot minskar den fasta förlustens relativa inverkan vilket skulle motsvara det senare fallet. Bortsett från detta kan i varje fall att det uppkomna felet bör vara av storleksordningen  $\pm 2\%$ , om det avlästa värdet utan avdrag eller påslag används vid korrigeringen.

Låt oss se på ett exempel. När det gäller korrigering till normalår är inom klimatområdena A och O den största justering som företagits en omräkning från  $G=6.299$  till  $G=5.452$  grad-dygn. Vid den direkta omräkningen har förutsatts att årsenergin minskar lika mycket som antalet graddygn d.v.s. med 13,45 %. För husen med största förbrukning har årsenergin  $W$  korrigerats från 29.722 till 25.725 kWh/år.

Med antagandet att en minskning av  $G$  med 10 % i stället endast medför en minskning av  $W$  med 8 % erhålls att  $W$  skall minska med 10,76 % i stället för 13,45 %. Det korrigerade värdet på  $W$  skulle då bli 26.524, d.v.s. 799 kWh/år större. Maximalt fel bör alltså vara  $799/25.725 = 3,1\%$  i det fall där den största korrigeringen måst företagas.

Av detta framgår att den använda metoden att vid korrigering förutsätta att för samma hus mätarställningen är direkt proportionell mot antalet graddygn för året bör ge acceptabel noggrannhet. Det fel som erhålls bör vara relativt litet och dessutom ge både för höga och för låga värden, beroende på om  $G$  varit lägre eller högre än normalt. Det vore ju också omöjligt att ange en generell regel för hur stor del som skall anses temperaturoberoende utan att känna den verkliga fördel-

ningen exakt.

Vid omräkning mellan klimatområden däremot bör naturligtvis om möjligt beaktas eventuella skillnader i strålningsförhållanden, vindstyrkor och liknande. Där kan det även vara motiverat att ta hänsyn till att ett högre värde på  $G$  medför att en större del av gratisenergin verkligen kommer huset tillgodo i form av värme.

7 KORRIGERING OCH STATISTISK BEARBETNING AV ENSKILDA  
ENERGIFÖRBRUKNINGSVÄRDEN.

För samtliga objekt där förbrukningsdata insamlats har medelvärde, median och standardavvikelse beräknats och histogram upprättats. Som generell regel har gällt att denna första bearbetning skett efter minsta möjliga korrigerings.

Följande tre principfall har förekommit:

1. Alla avlästa värden för de enskilda husen hänför sig till samma tidsperiod. Statistisk bearbetning har kunnat utföras direkt varefter det erhållna medelvärdet omräknats till helår och senare korrigerats till Stockholmsklimat. (Jmfr BIL.2)
2. Endast några enstaka hus uppvisar avvikande avläsningsperiod. Dessa har korrigerats till den period som gäller för det övervägande antalet hus. Därefter har spridningsvärden beräknats och det erhållna medelvärdet korrigerats vidare. (Jmfr BIL.3)
3. I de flesta fall har avläsningsperioderna varierat avsevärt inom samma objekt beroende på avläsningsrundor och liknande. Det har då varit nödvändigt att korrigera samtliga värden. Först därefter har histogram kunnat upprättas och omräkning skett till helår och Stockholmsklimat. (Jmfr BIL.4)

På histogram anges genom parentes kring angiven tidsperiod att något eller några hus korrigerats till den gemensamma tidsperioden. Standardavvikelsen finns angiven och i ett senare sammanhang redovisas denna för samtliga objekt som procent av medelvärdet.

De varierande tidsperioder som använts vid upprättande av histogrammen har alltså sin grund i att förf. önskar redovisa spridningsdata så långt möjligt baserade på verkligt avlästa värden, med tanke på det fel som är ofrånkomligt vid korrigerings med generell metod.

Histogram har även upprättats för samtliga objekt med varje enskilt förbrukningsvärde omräknat till Stockholmsklimat eftersom det vid den senare företagna regressionsanalysen varit av intresse att kunna bearbeta varje hus separat.

Här redovisas dock endast histogram för de fem största objekten,

som alla omfattar fler än 100 hus. De redovisas i FIG. 13-17.

I FIG.18 har värden från dessa fem objekt också införts i normalfördelningsblankett, d.v.s. med en uppställning som gör att ett helt normalfördelat material ger räta linjer.

Förbrukningsvärden för de enskilda husen syns normalfördelade, vilket naturligtvis inte är förvånande. Husen inom samma objekt är ju ur värmeförbrukningssynpunkt likvärdiga medan skillnaden i förbrukning beror av olikheter i levnadsvanor o.dyl.

FIG.13. Enskilda förbrukningsvärdens fördelning inom samma objekt.

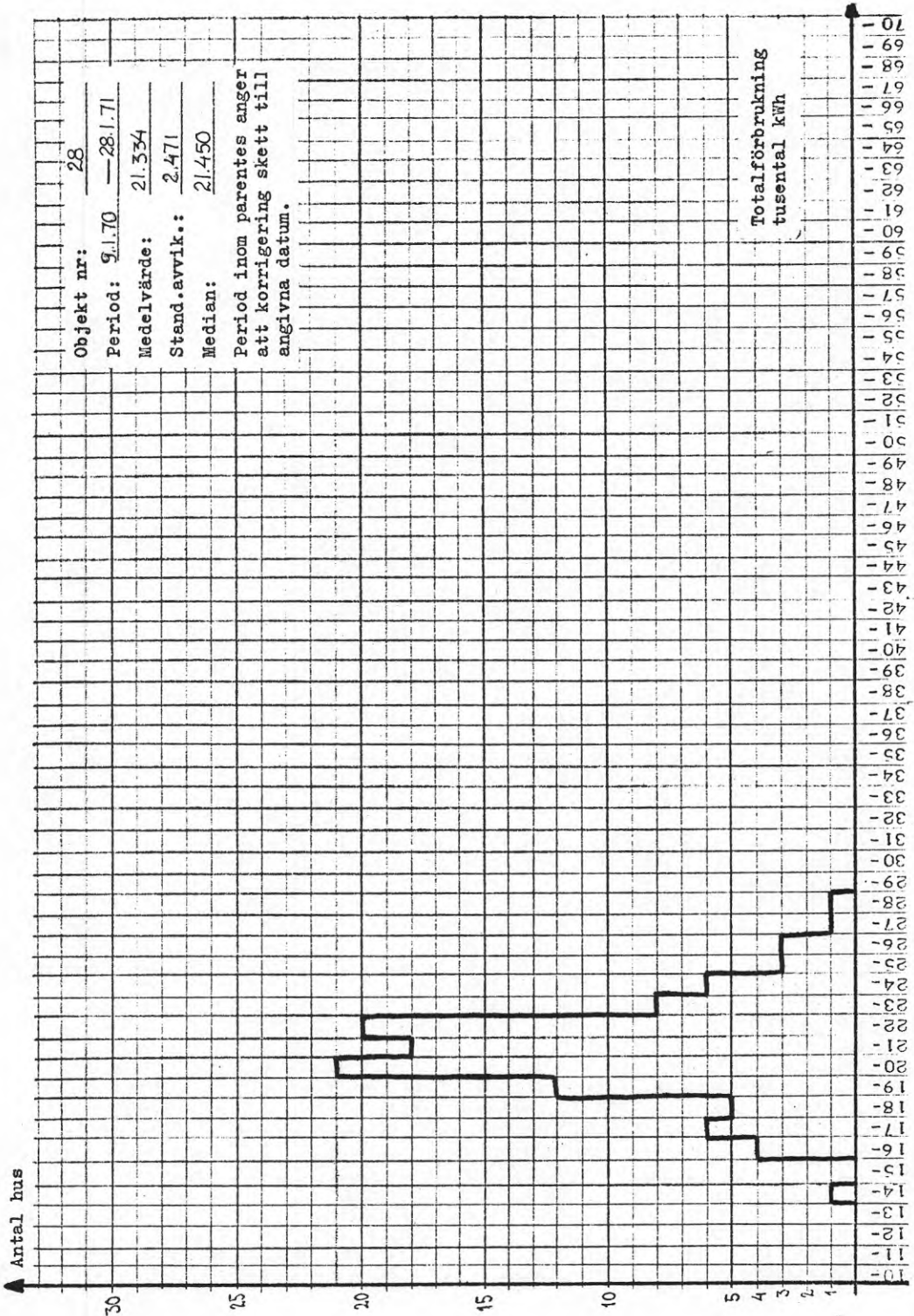


FIG. 14. Enskilda förbrukningsvärdens fördelning inom samma objekt.

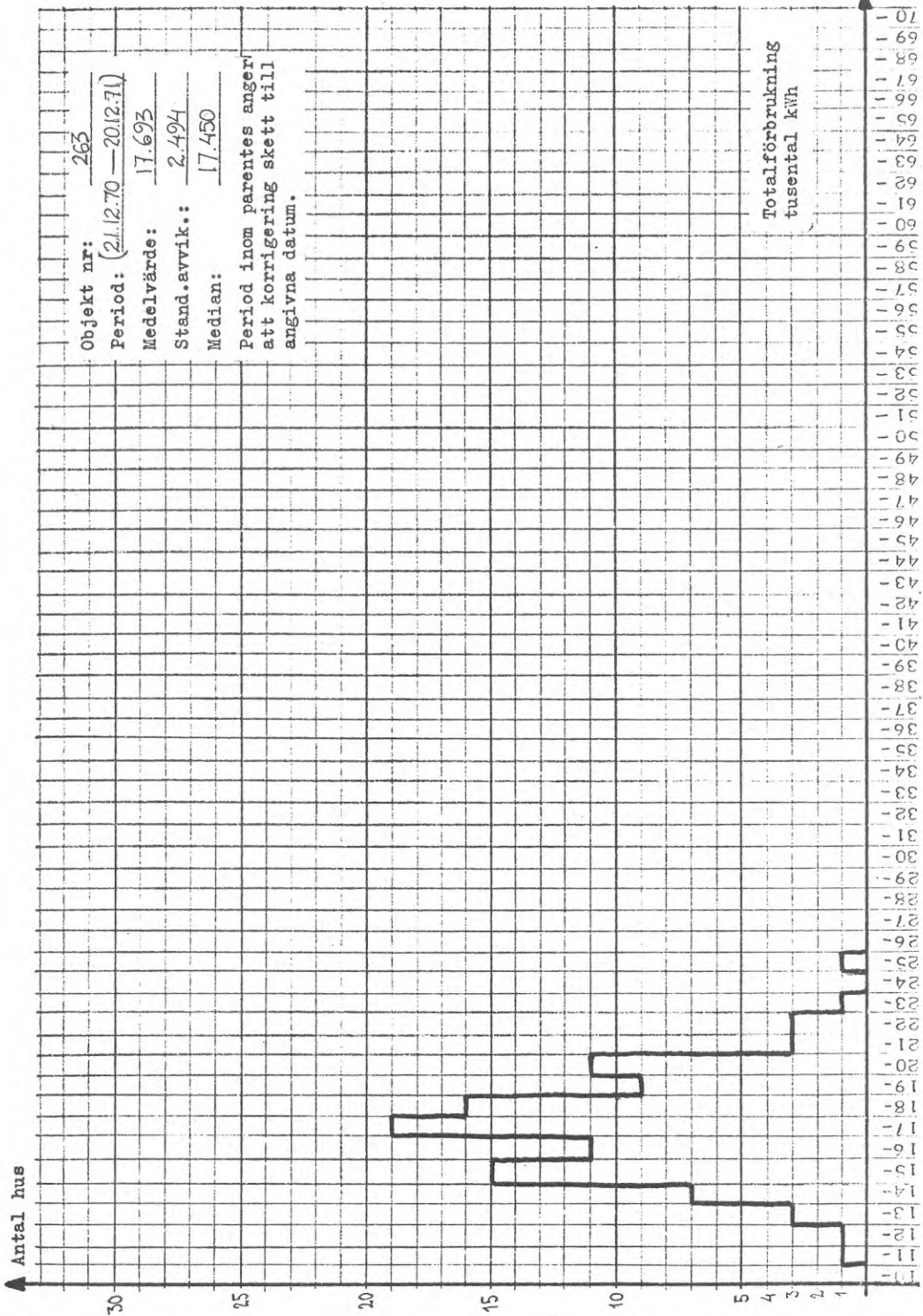


FIG.15. Enskilda förbrukningsvärdens fördelning inom samma objekt.

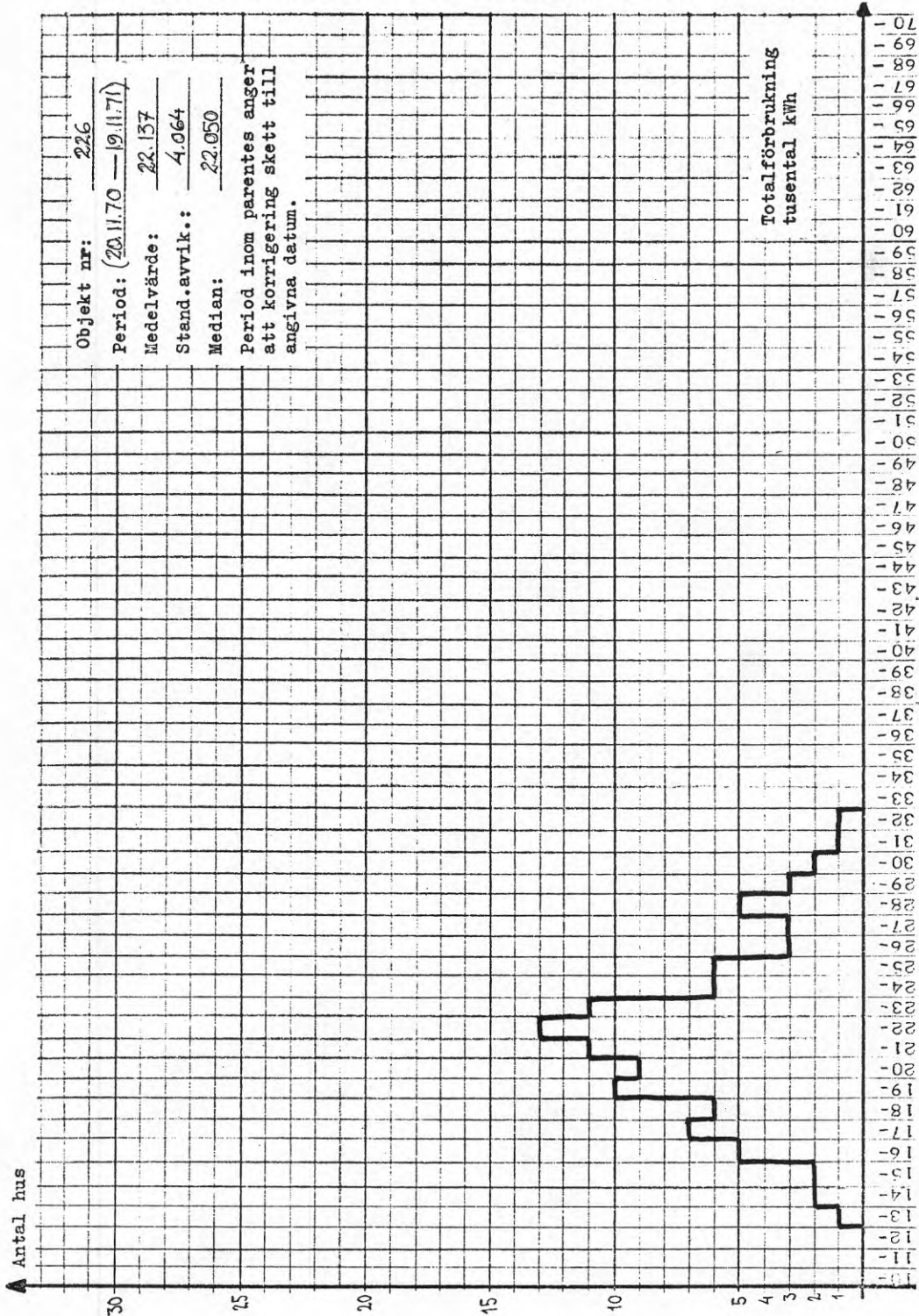


FIG.16. Enskilda förbrukningsvärdens fördelning inom samma objekt.

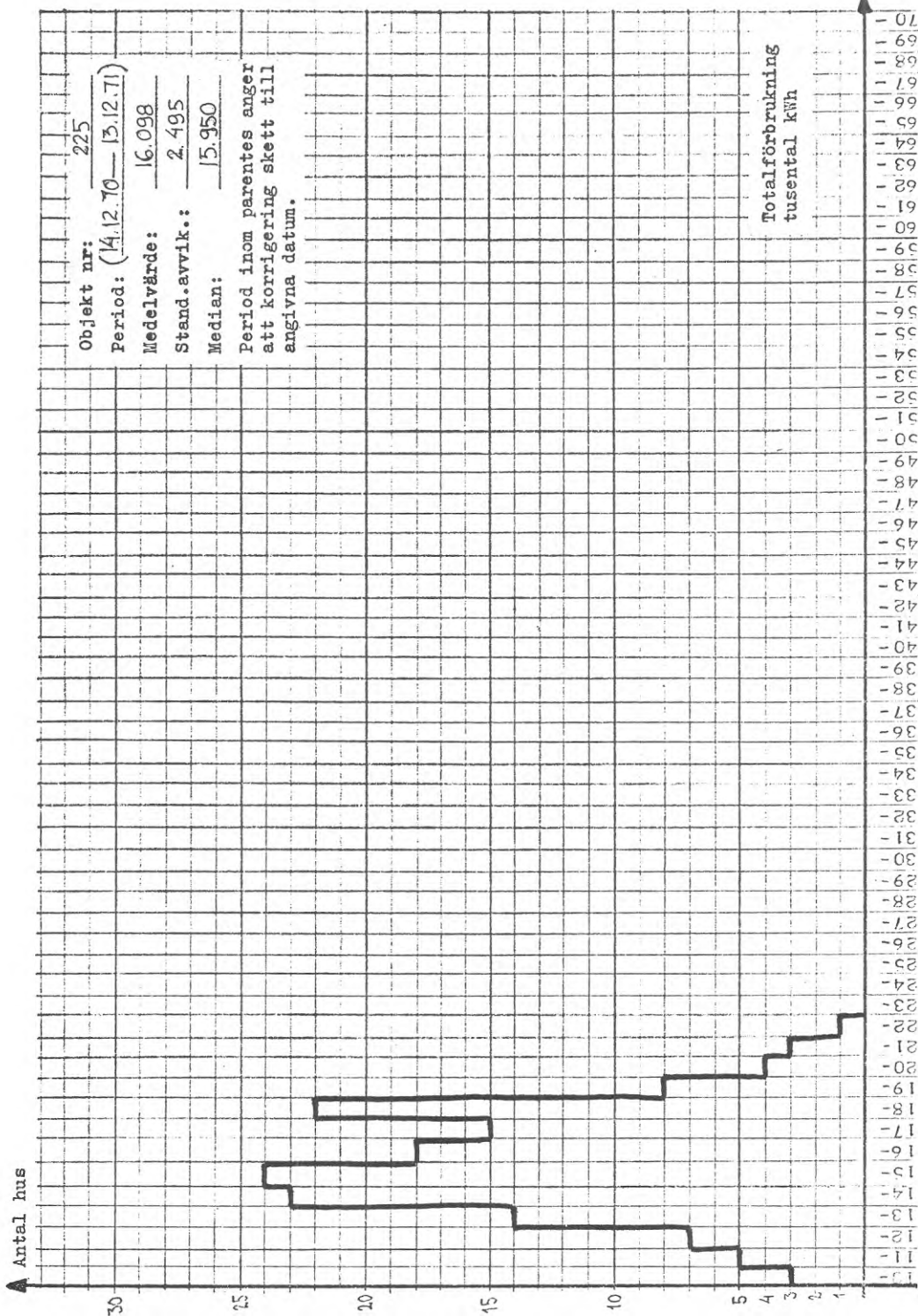




Fig.17. Enskilda förbrukningsvärdens fördelning inom samma objekt.

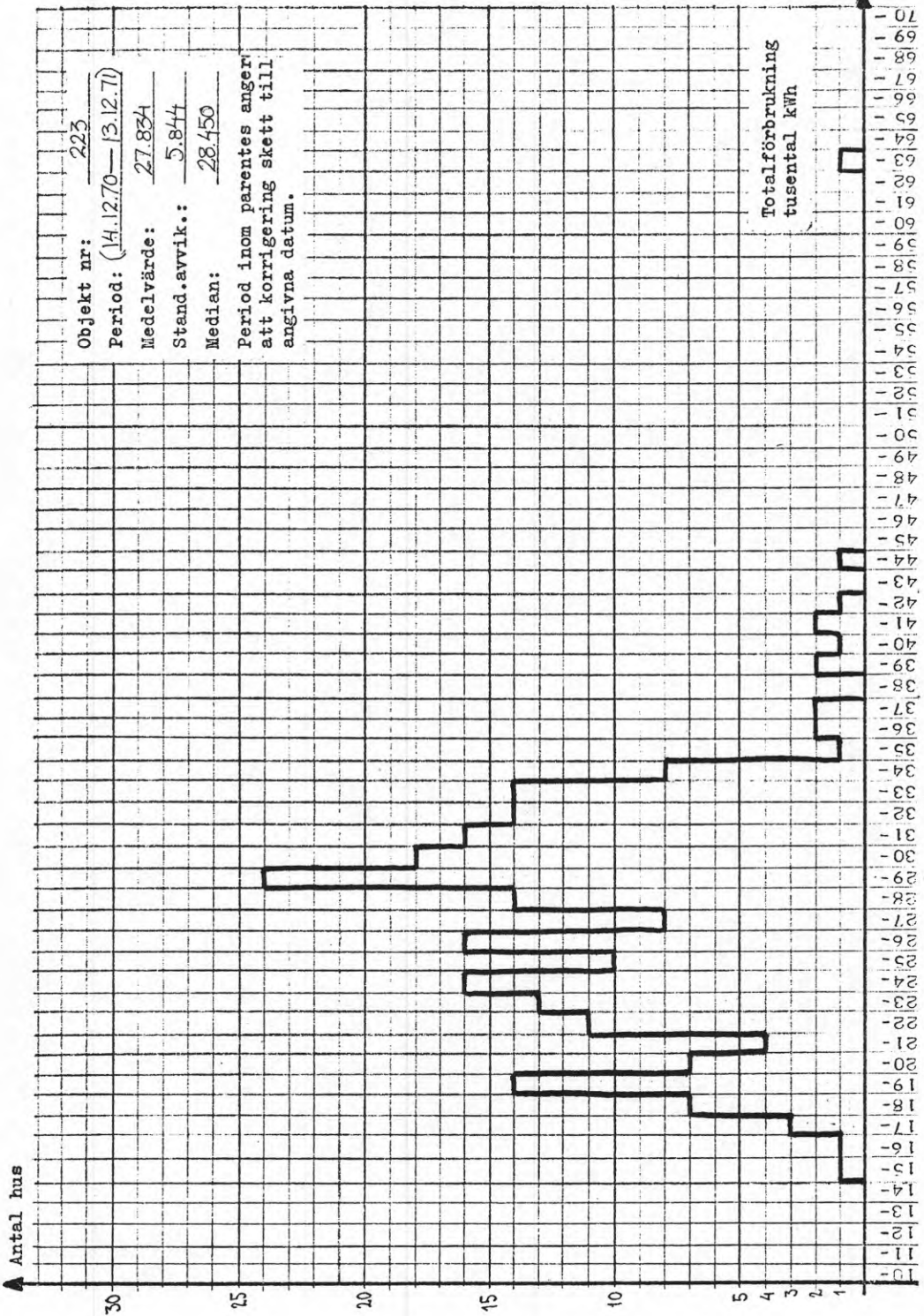
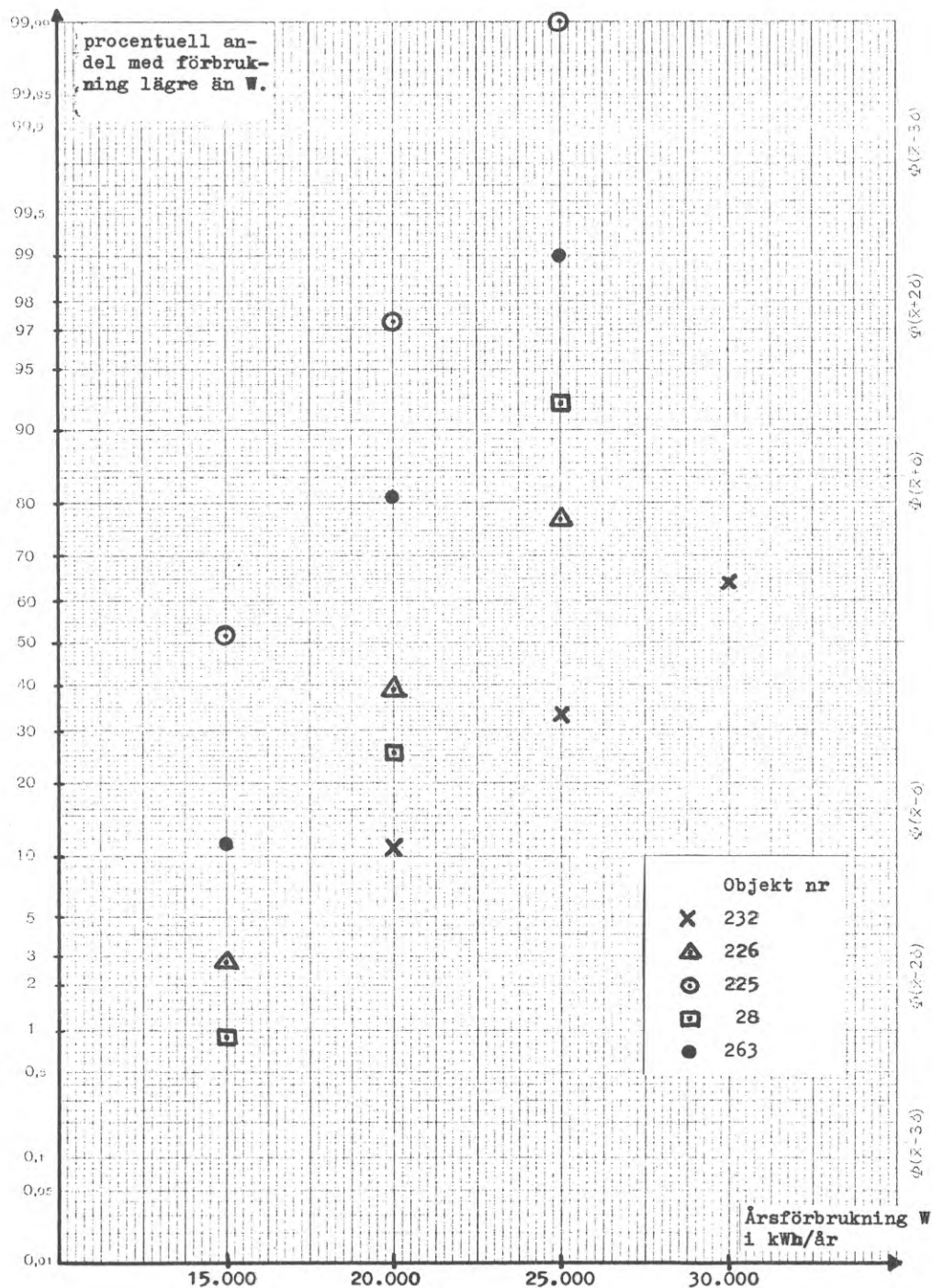


FIG. 18. Värden från de fem största objekten införda på normalfördelningsblankett.

Tydlig tendens till räta linjer.



8 ÖVERSIKTLIGA DATA OCH REDOVISNING AV BYGGNADSTEKNISKA UPPGIFTER.

8.1 Översiktliga data för samtliga objekt.

I TAB.11 redovisas en sammanställning med översiktliga data för samtliga 5.394 undersökta hus från hela landet.

I tabellen redovisas i kolumn:

1. Objektnummer.
2. Byggnadssätt: F= friliggande  
K= kedjehus  
R= radhus  
P= parhus

Vid radhus har gavel- och mellanhus behandlats som separata objekt. Parhus behandlas normalt lika gavelradhus.

3. Antal plan över mark.  
Vid bearbetningen sammanslås 1½-planshusen om ej annat anges med 2-planshusen.
4. Plan under mark: U= utan källare  
M= med källare  
S= med souterrainplan
5. Bostadsyta uppmätt enligt regler som anges i KAP. 18.
6. Antal hus där förbrukningsdata erhållits och som ligger till grund för beräknade medelvärden.
7. Antal graddygn för det aktuella helåret.
8. Förbrukningsmedelvärde för samma helår.
9. Förbrukningsmedelvärdet korrigerat till klimatområdets normalår.  
Klimatområde A = A,B,C och D län.  
-"- O = O och P län.
10. Förbrukningsmedelvärdet korrigerat till Stockholms normalår (G=5.452 graddygn).
11. Län.

Tabell 11. Översiktliga data för samtliga hus.

Nr	Typ				Plan		Källare		Bost. yta	An-tal	Grad-dygn	W verk. kWh/år	W för norm. år	W för G=5,452	Län
	F	K	R	P	1	1½	2	U							
99	X					X		X	135	28	5.818	31.129		29.200	A
100	X					X		X	135	72	5.818	28.752		26.900	A
127			X				X	X	120	51	5.779	26.042		24.600	A
128			X				X	X	120	32	5.779	30.147		28.400	A
129			X				X	X	120	46	5.779	26.006		24.500	A
130			X				X	X	120	31	5.779	29.493		27.800	A
131			X				X	X	120	4	5.779	25.650		24.200	A
132			X				X	X	120	6	5.779	29.235		27.600	A
133	X					X		X	128	5	5.818	32.653		30.600	A
134	X					X		X	128	15	5.818	30.745		28.800	A
135	X					X		X	128	16	5.818	28.958		27.100	A
136			X			X		X	141	17	5.732	26.161		24.900	A
137			X			X		X	141	9	5.732	27.043		25.700	A
138			X			X		X	225	14	5.863	43.632		40.600	A
139			X			X		X	225	3	5.863	53.890		50.100	A
140			X				X	X	140	70	5.732	23.187		22.000	A
141			X				X	X	140	35	5.732	25.768		24.500	A
142			X				X	X	133	51	5.867	22.568		21.000	A
143			X				X	X	133	23	5.867	23.689		22.000	A
144			X				X	X	121	25	5.818	25.944		24.300	A
145			X				X	X	121	16	5.818	27.557		25.800	A
146			X				X	X	121	13	5.818	24.594		23.000	A
147			X				X	X	121	7	5.818	29.292		27.400	A

Nr	Typ				Plan		Källare		Bost- gta	An- tal	Grad- dygn	W vertk. kWh/år	W för norm.år	W för G=5,452	Län	
	F	K	R	P	1	1½	2	U								M
3	X				X			X		145	6	5,816	30,507		28.600	B
4	X				X			X		131	6	5,816	28,997		27.200	B
5		X			X			X		115	32	6,299	24,965		21.600	B
6		X			X			X		129	37	6,299	29,722		25.700	B
7		X			X			X		125	28	6,299	26,986		23.400	B
8			X				X	X		123	3	5,294	24,253		25.000	B
9			X				X	X		123	5	5,294	20,373		21.000	B
10			X				X	X		123	10	5,294	20,722		21.300	B
11			X				X	X		123	19	5,294	19,439		20.000	B
12	X					X		X		150	57	5,363	22,263		22.600	B
27			X				X	X		130	62	6,002	21,942		19.900	B
28			X				X	X		130	109	6,002	19,743		17.900	B
29	X						X	X		130	3	6,002	26,020		23.600	B
30	X				X			X		106	76	5,440	22,361		22.400	B
31		X			X				X	201	15	5,878	26,725		24.800	B
32		X			X			X		134	61	5,878	23,413		21.700	B
33	X				X				X	119	52	5,878	25,594		23.700	B
34			X		X				X	167	4	5,878	24,605		22.800	B
35			X		X				X	167	18	5,878	23,812		22.160	B
36				X	X			X		113	8	5,878	24,666		22.900	B
37			X		X				X	182	18	5,936	36,731		33.700	B
38			X		X				X	182	33	5,936	37,721		34.600	B
39	X				X				X	182	3	5,517	39,350		38.900	B
40			X		X			X		111	2	5,515	22,050		21.800	B
41			X		X			X		111	15	5,899	22,844		21.300	B
42			X		X				X	113	4	5,899	32,860		30.600	B
43			X		X				X	113	22	5,899	34,369		32.000	B
44		X					X	X		189	4	5,306	30,109		30.900	B
45		X					X	X		189	11	5,306	26,802		27.500	B
47	X				X				X	110	3	6,146	31,454		27.900	B
48			X			X			X	179	5	5,288	32,910		33.900	B
49			X					X	X	179	13	6,199	32,619		28.900	B
50		X				X			X	152	2	5,282	29,712		30.700	B
51		X				X			X	152	3	5,282	30,891		31.900	B
52			X				X	X		138	15	5,282	24,977		25.800	B
53			X				X	X		138	14	5,282	22,199		22.900	B
54			X					X		129	1	5,282	30,376		31.300	B
55			X					X		129	2	5,282	28,041		28.900	B
56			X						X	179	1	5,282	27,156		28.000	B
57			X						X	179	5	5,282	24,926		25.700	B
58	X				X			X		122	5	6,115	22,361		19.900	B
92		X				X		X		125	112	5,284	26,410		27.300	B
93	X					X		X		125	33	5,284	27,881		28.800	B
94	X					X			X	125	27	5,284	34,880		36.000	B
95	X					X		X		123	22	5,645	26,537		25.600	B
96	X					X		X		124	16	5,840	33,062		30.800	B



Nr	Typ				Plan			Källare			Bost. gta.	An- tal	Grad- dygn	W. verk- l. kWh/år	W. för norm, år	W. för S=5,452	Län
	F	K	R	P	1	1½	2	U	M	S							
201			X			X			X	136	7	4.788	22.579		25.700	0	
202			X			X			X	136	13	4.788	20.473		23.300	0	
203			X			X	X			106	29	4.788	19.943		22.700	0	
204			X			X	X			106	60	4.788	18.423		21.000	0	
205			X		X				X	170	8	4.880	24.956		27.900	0	
206			X		X				X	170	17	4.880	24.342		27.200	0	
207			X		X				X	109	68	4.879	19.886		22.200	0	
208			X		X				X	109	78	4.879	18.948		21.200	0	
209	X				X				X	143	10	4.867	32.840		36.800	0	
210	X				X				X	142	15	4.802	31.737		36.000	0	
211			X			X	X			112	8	4.810	17.813		20.200	0	
212	X				X				X	205	8	4.874	30.000		33.600	0	
213	X				X				X	124	33	4.874	21.860		24.500	0	
214	X				X				X	125	79	4.874	22.167		24.800	0	
215			X		X				X	151	20	4.811	21.332		24.200	0	
216			X		X				X	151	15	4.811	19.190		21.700	0	
217	X				X				X	118	30	4.811	19.596		22.200	0	
218	X				X				X	118	3	4.811	17.996		20.400	0	
219			X			X	X			133	13	4.811	20.919		23.700	0	
220			X			X	X			133	24	4.811	18.521		21.000	0	
221			X			X	X			130	48	4.853	20.431		22.900	0	
222			X			X	X			130	10	4.853	21.240		23.900	0	
223	X				X				X	163	232	4.818	27.834		31.500	0	
224			X			X			X	122	96	4.818	17.694		20.000	0	
225			X			X			X	122	147	4.818	16.098		18.200	0	
226			X			X			X	162	107	4.870	22.137		24.800	0	
227			X			X			X	162	46	4.870	20.422		22.900	0	
228	X				X				X	248	7	5.258	33.206		34.400	0	
229	X				X				X	197	7	5.258	26.986		28.000	0	
230	X				X				X	102	27	5.254	18.593		19.300	0	
231	X				X				X	140	63	5.252	23.330		24.200	0	
232	X				X				X	228	12	5.252	29.219		30.300	0	
233			X			X	X			103	8	5.249	14.538		15.100	0	
234			X			X	X			103	24	5.249	13.563		14.100	0	
235			X			X			X	129	42	5.252	17.671		18.300	0	
236			X			X			X	129	42	5.252	15.732		16.300	0	
237			X			X			X	129	38	5.252	19.376		20.100	0	
238			X			X			X	129	38	5.252	15.942		16.500	0	
239			X			X	X			132	35	5.254	21.219		22.000	0	
240			X			X	X			132	72	5.254	19.749		20.500	0	
241			X			X	X			132	28	5.253	19.798		20.600	0	
242			X			X	X			132	56	5.253	19.361		20.100	0	
243			X			X	X			99	30	5.247	18.340		19.100	0	
244			X			X	X			99	89	5.247	16.296		16.900	0	
245	X				X				X	158	38	5.252	29.553		30.700	0	
246	X				X				X	113	99	5.251	23.745		24.600	0	

Nr	Typ				Plan		Källare		Bost. yta	An-tal	Grad-dygn	W verk. kWh/år	W för norm. år	W för G=5.452	Län
	F	K	R	P	1	1/2	2	U							
247			X				X	X	112	24	5.252	19.036		19.800	0
248			X				X	X	112	46	5.252	19.125		19.900	0
249	X				X			X	115	22	5.251	22.281		23.100	0
259		X			X			X	115	45	4.939	21.448		23.700	0
260	X					X		X	133	8	4.939	25.613		28.300	0
261	X					X		X	173	5	4.939	24.307		26.800	0
262		X			X			X	151	70	4.912	22.264		24.700	0
263		X			X			X	124	101	4.896	19.006		21.200	0
250	X				X			X	95	7	5.335	19.426		19.900	P
251	X				X			X	95	14	5.335	20.459		20.900	P
252			X		X			X	151	6	5.335	23.351		23.900	P
253			X		X			X	151	11	5.335	20.341		20.800	P
254		X			X			X	127	15	5.316	22.607		23.200	P
255		X			X			X	127	8	5.316	23.206		23.800	P
256		X			X			X	127	22	5.316	20.024		20.500	P
257		X			X			X	138	8	5.316	24.152		24.800	P
258			X		X			X	202	8	5.316	32.938		33.800	P







## 8.2 Redovisning av byggnadstekniska uppgifter.

### 8.2.1 Värmeledningstal för väggar och vindsbjälklag.

I FIG.19 visas k-värdens fördelning. Man finner här att normalisoleringen ger  $k = 0,22$  för vindsbjälklag och  $k = 0,30$  för väggar.

Någon nämnvärd skillnad föreligger inte mellan de två klimatområdena. För väggar är t.o.m. isoleringen högre för objekten inom Göteborgsområdet, vilket kanske kan förklaras med att de genomsnittligt byggts något senare än husen inom klimatområde A.

### 8.2.2 Fönsterprocent.

I FIG.20 redovisas fönsteryta brutto i procent av total vägg- yta. För samtliga objekt ligger medelvärdet på 21,6 %.

Som framgår av figuren har tvåplanshus något högre värde än enplans. Radhusen visar också en större fönsterandel. Detta är naturligt eftersom väggytan minskas i sådana hus, vilket gör att fönstren på grund av krav på dagsljusbelysning i bostadsrum koncentreras till de återstående långväggarna.

### 8.2.3 Fönsterytor.

För samtliga objekt gäller för källarlösa hus inom klimatområdena A och O följande värden på fönsterytor:

Enplanshus, klimatområde A			21,1 m <sup>2</sup>
-"-	-"-	0	25,1 m <sup>2</sup>
Tvåplanshus, klimatområde A			20,2 m <sup>2</sup>
-"-	-"-	0	19,6 m <sup>2</sup>
Samtliga objekt			21,0 m <sup>2</sup>

### 8.2.4 Ventilationsvolymer.

Motsvarande värden på husens totala ventilerade volym är:

Enplanshus, klimatområde A			302 m <sup>3</sup>
-"-	-"-	0	297 m <sup>3</sup>
Tvåplanshus, klimatområde A			319 m <sup>3</sup>
-"-	-"-	0	298 m <sup>3</sup>
Samtliga objekt			304 m <sup>3</sup>

### 8.2.5 Bostadsyta.

I FIG.21 visas bostadsytans fördelning för samtliga objekt i hela landet både med och utan källare.

För källarlösa blir medelvärdet 127 m<sup>2</sup> och för övriga objekt 150 m<sup>2</sup>. Det högre värdet beror här på souterrainhusen där ju källarplanets yta har inräknats i bostadsytan.

Medelvärden för samtliga källarlösa objekt inom klimatområde A och O ger följande värden på bostadsyta:

Enplans, klimatområde A		120 m <sup>2</sup>
-"-	-"-	0
		122 m <sup>2</sup>
Tvåplans, klimatområde A		132 m <sup>2</sup>
-"-	-"-	0
		131 m <sup>2</sup>
Samtliga inom A och O		127 m <sup>2</sup>

### 8.2.6 Byggnadsår.

I FIG.22 visas objektens byggnadsår. Medianvärdena ligger för båda klimatområdena vid byggnadsår 1968, men man kan se att klimatområde O representeras av något yngre hus.

Samtliga behandlade objekt har dock varit i drift minst ett år före de årsvärden som avlästs och använts i denna undersökning.

FIG. 19. Väggars och vindsbjälklags värmeledningstal.

Samtliga källarlösa objekt inom klimatområde A och O.

k-värden i kcal/m<sup>2</sup> h C. Höjdskala: 1 mm = 1 objekt

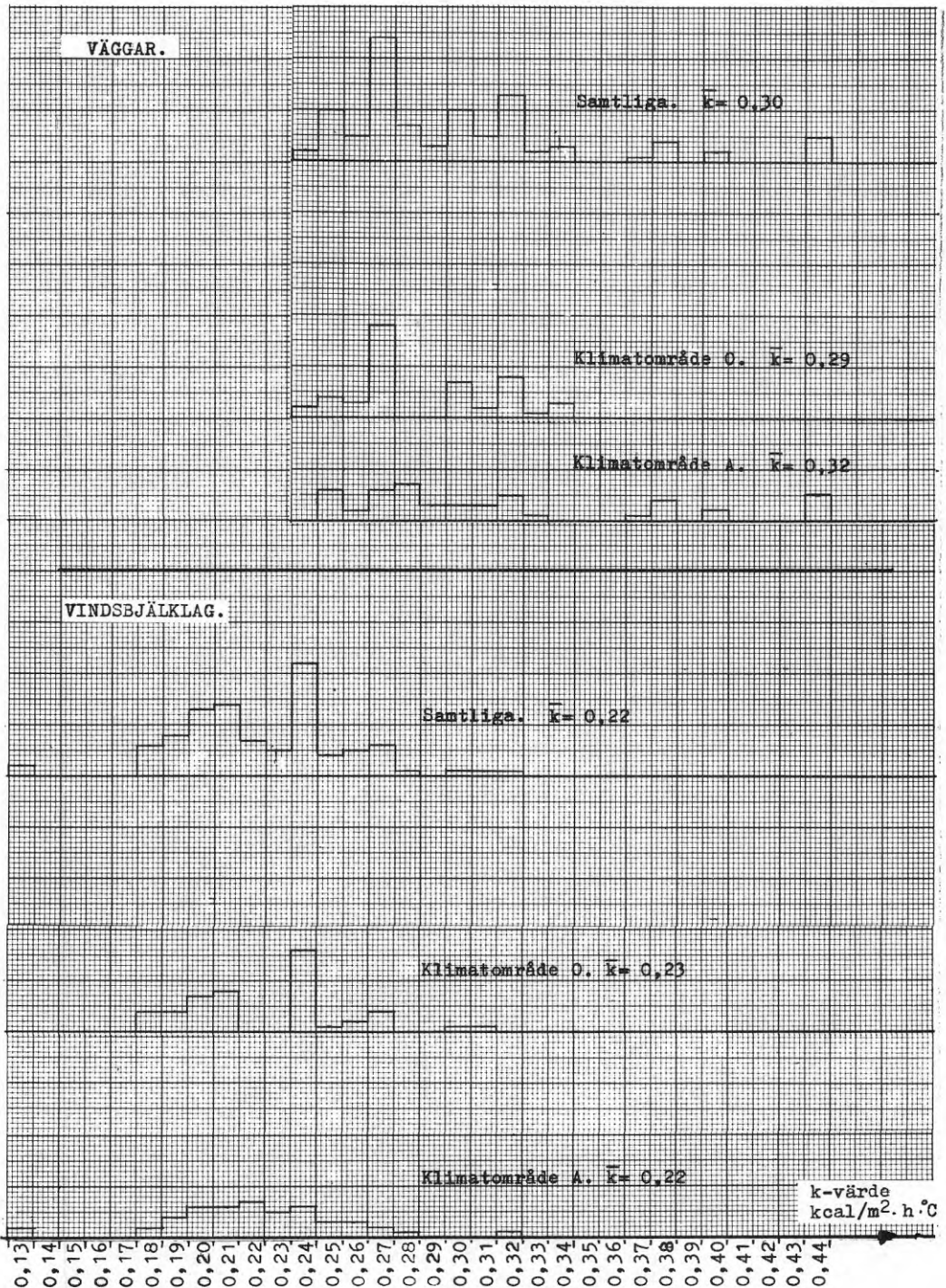


FIG.20. Fönsterprocent för samtliga 96 källarlösa objekt inom klimatområdena A och O.

Fönsterytor (beräknade med karmyttermått) i procent av totala väggytan utan avdrag för fönster.

Höjdskala: 1 mm = 1 objekt.

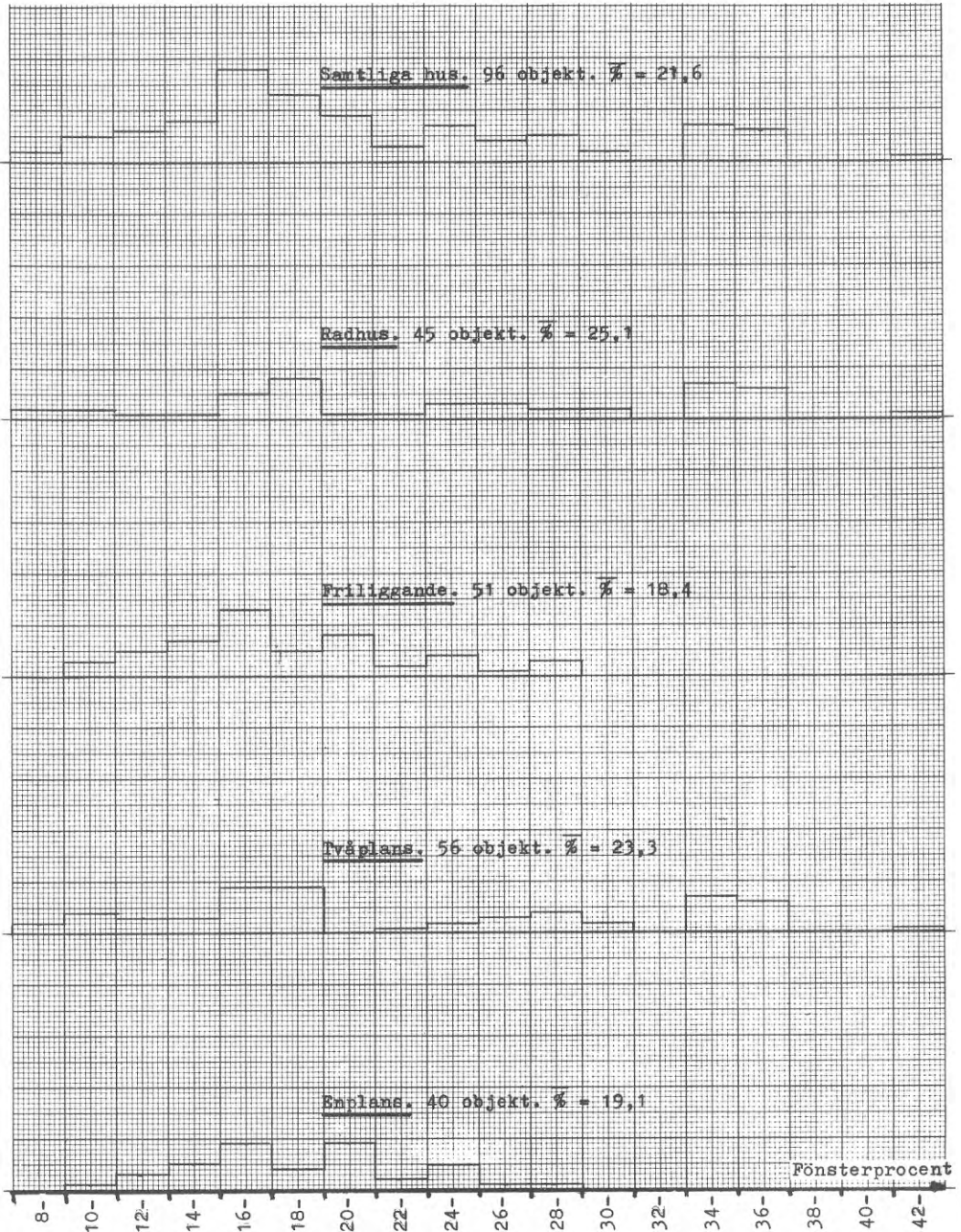


FIG. 21. Bostadsytans fördelning för samtliga 190 objekt från hela landet.

Höjdskala: 1 mm = 1 objekt.

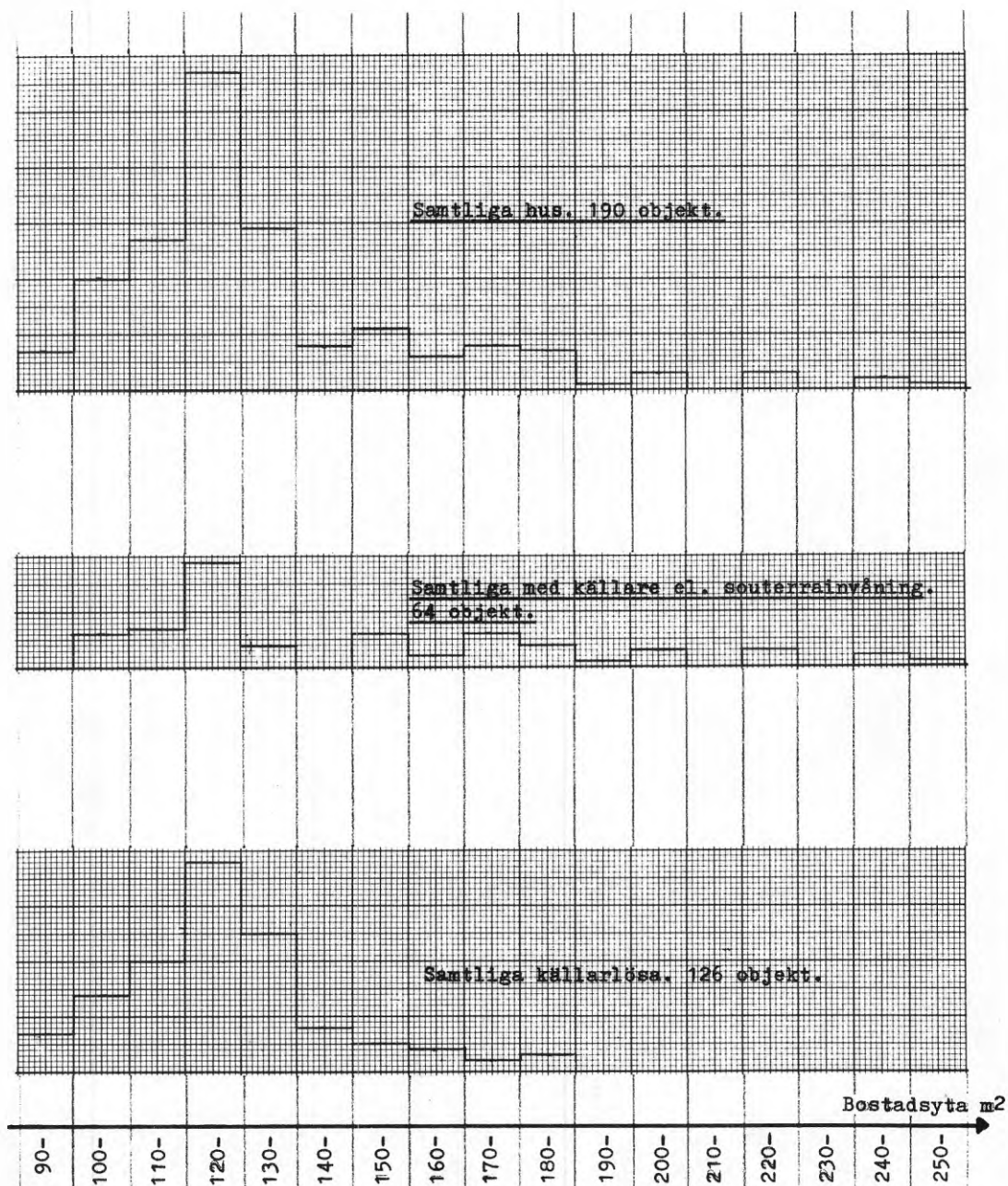
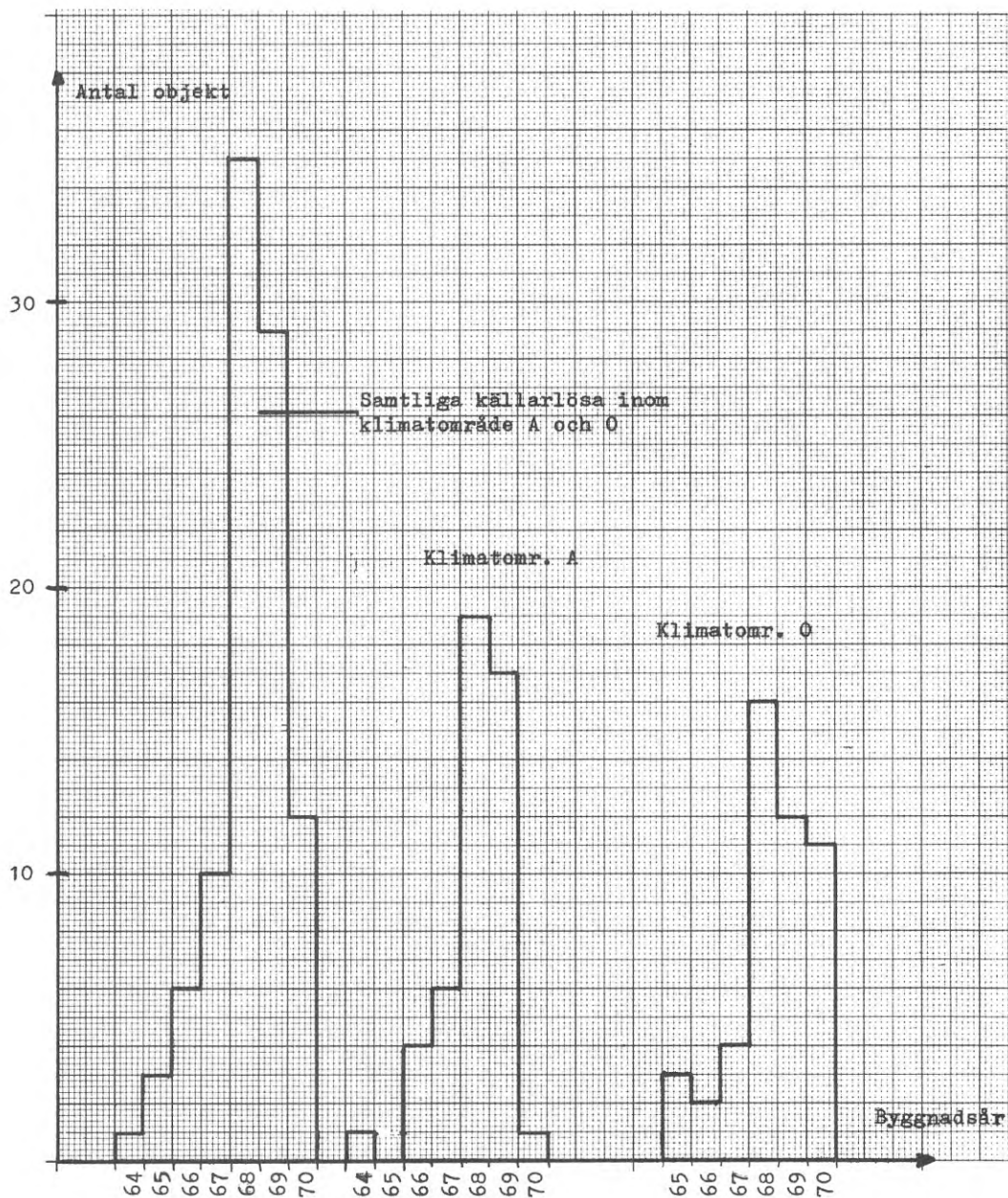


FIG.22. Samtliga källarlösa objekt inom klimatområdena A och O fördelade efter byggnadsår.





## 9 TEORETISK BEHANDLING AV TOTAL ENERGIFÖRBRUKNING.

Det redovisningssätt som ibland används att ange energiförbrukning i kWh/m<sup>2</sup> lägenhetsyta kan inte anses helt tillfredsställande när det gäller småhus.

Energiåtgången varierar helt naturligt med omslutningsytornas relativa storlek i förhållande till lägenhetsytan, isoleringsgrad, förekomst av källare och dylikt. Om hänsyn tas till dessa faktorer borde bättre överensstämmelse kunna erhållas mellan verklig och förväntad förbrukning.

## 9.1 Totala energiförbrukningens sammansättning.

Förenklat kan den årliga energiförbrukningen skrivas:

$$W_{\text{tot}} = W_T + W_V + W_h + W_v - W_s - W_p$$

där  $W_{\text{tot}}$  = elenergi avläst vid mätaren

$W_T$  = energiförlust genom transmission

$W_V$  = energiförlust genom ventilation

$W_h$  = energiåtgång för hushållsförbrukning, ej tillgodogjord

$W_v$  = energiåtgång för varmvattenberedning, "-"

$W_s$  = tillgodogjort energitillskott genom total solstrålning mot omslutningsytor

$W_p$  = tillgodogjort energitillskott från människor

I stort sett kan, när ett helt års förbrukning betraktas, de båda första termerna i högra ledet antas vara direkt proportionella mot den över året tidsintegrerade temperaturskillnaden  $G$  graddygn. Här förutsätts då att även värmeavgivningen till mark beror av  $G$  för året och bortses bl.a. från de variationer i ventilationsgrad som föranleds av olika vindstyrkor.

Övriga ingående förlusttermer liksom energitillskottet  $W_p$  beror däremot av familjestorlek, levnadsvanor och dylikt.

$W_s$  slutligen beror av en mängd faktorer som geografiskt läge, solavskärmning, fönsterytor i olika väderstreck, omslutningsytors relativa storlek, antalet soltimmar under året m.m.

## 9.2 Förbrukning för transmission.

Med rimliga antaganden bör  $W_T$  och  $W_V$  kunna teoretiskt uppskattas om man känner ytor och deras värmeomgångstal samt husets ventilationsvolym.

Årsenergin för transmission anges i byggnadsteknisk litteratur normalt som:

$$W_T = G \cdot 24 \cdot \sum k \cdot A \quad \text{kcal}$$

där  $G$  = antalet graddygn under året

$k \cdot A$  = produkt av värmeomgångstal och yta i kcal/h $^\circ$ C

Om man önskar erhålla energin i kWh blir motsvarande:

$$W_T = \frac{G \cdot 24}{1000} \cdot \sum k \cdot A \quad \text{kWh}$$

där  $k \cdot A$  skall insättas uttryckt i W/ $^\circ$ C

## 9.3 Förbrukning för ventilation.

På motsvarande sätt anges att årsenergin för ventilationsvärmeförlust är:

$$W_V = G \cdot 24 \cdot n \cdot V \cdot \rho \cdot c_p \quad \text{kcal}$$

där

$n$  = antal luftomsättningar per timme

$V$  = ventilerad volym i m<sup>3</sup>

$\rho$  = tätheten för luft i kg/m<sup>3</sup>

$c_p$  = spec. värme för luft i kcal/kg. ( $\rho \cdot c_p \approx 0,31$ ).

$W_V$  uttryckt i kWh erhålls ur detta som:

$$W_V = \frac{G \cdot 24}{1000} \cdot n \cdot V \cdot 0,31 \cdot 1,163 \quad \text{kWh}$$

Om man bryter ut  $\frac{G \cdot 24}{1000}$  ur båda uttrycken erhålls:

$$W_T + W_V = \frac{G \cdot 24}{1000} (\sum k \cdot A + 0,36 \cdot n \cdot V) \quad \text{kWh}$$

Uttrycket inom parentes kan sägas vara ett mått på husets temperaturoberoende värmebehov i W/ $^\circ$ C och betecknas i fortsättningen med  $kA$ .  
Häri ingår alltså både ventilations- och transmissionsdelen utan hänsyn till värmetillskott genom t.ex. solstrålning.

Det vanliga sättet att ange genomsnittlig energiförbrukning i bostäder har varit att ange årsförbrukning per ytenhet t. ex. lägenhetsyta eller bostadsyta.

Speciellt för småhus kan inte detta redovisningssätt anses helt tillfredsställande. Energiåtgången varierar helt naturligt med omslutningsytornas relativa storlek i förhållande till bostadsytan, där olika relationer gäller för radhus och friliggande hus, en- och tvåplanshus o.s.v. Isoleringsgrad och eventuell förekomst av källare påverkar också givetvis den årliga energiåtgången.

Om hänsyn tas till dessa faktorer borde alltså bättre överensstämmelse kunna erhållas mellan verklig och förväntad förbrukning.

Med hänsyn till ytor och deras värmegenomgångstal, ventilationsvolym samt rimliga antaganden om hushålls- och varmvattenförbrukning borde husets energiåtgång kunna förutsägas.

Förf. har offrat lång tid på att med olika antaganden, speciellt för normal ventilationsgrad och tillskott av solstrålning, utvärdera vilka antaganden som ger bäst överensstämmelse. Regressionslinjer med  $W$  som funktion av  $kA$  har beräknats med vägda medelvärden från kombinationer av olika antaganden. Avsikten har varit att värdenas anslutning till regressionslinjen bedöma vilka generella antaganden som ger bästa överensstämmelsen. Den linje har dock tyvärr måst överges.

Lindström & Lundström (1973) har i ett examensarbete redovisat resultat från regressionsanalys med dator för en stor del av de undersökta husen. Regressionslinjer har framtagits med beaktande av förbrukningsvärde för varje enskilt hus. Arbetet har utförts i samarbete med institutionen för Matematisk statistik vid KTH, varifrån värdefulla synpunkter erhållits.

Huvudresultaten som redovisas i examensarbetet kan sammanfattas:

För ett objekt - d.v.s. en grupp ur värmeförbrukningssynpunkt helt likvärdiga hus - är energiförbrukningarna för de enskilda

husen normalfördelade och detta framträder väl vid stora grupper.

Regressionsanalysen visar att kA-värdet är en bättre förklarande variabel än lägenhetsytan vilket var en huvudtes när denna undersökning påbörjades.

Däremot är det inte möjligt att av anslutningen till regressionslinjen avgöra vilka antaganden som bör ligga till grund för beräkningen av kA. Detta beror på att redan k-värden och ytor fångar upp det mesta av den information som går att få ut av materialet.

Att öka kA med ett antaget påslag för ventilation syns inte signifikant minska avvikelserna från den regressionslinje som erhålls. Troligen beror detta på att husets ventilationsgrad i själva verket är starkt beroende av levnadsvanor och varierar mellan husen i samma objekt. Den oberoende variabeln kA belastas på detta sätt med en osäker faktor vilket gör att spridningen inte minskar. När varje hus behandlas separat innebär detta att man för de större husgrupperna använder ett kA-värde ojämförligt fler gånger än för de mindre, trots att värdet kanske ( t.ex. på grund av för vind speciellt skyddat eller utsatt läge ) innehåller ett större fel. Detsamma gäller även t.ex. för antagandet om innetemperatur som ju i verkligheten varierar mellan enskilda hus.

I examensarbetet visas även att den i och för sig relativt stora spridningen inte visar någon tendens till beroende av kA. Standardavvikelsen kan därför anses lika, oberoende av om det gäller små eller stora hus. Den beror i huvudsak på olika levnadsvanor.

Regression med varje enskilt hus behandlat separat visar god överensstämmelse när resultat från de olika klimatområdena jämförs. Detta tyder på att den korrigeringsmetod som använts i denna undersökning ( Jmfr KAP. 6 ) har en för sitt ändamål tillräcklig precision.

De regressionslinjer som erhålls när kA beräknas enbart med ytor och k-värden ger för enplans och tvåplanshus två linjer med framför allt olika lutning.

Denna skillnad i lutning minskar vid de regressionsanalyser som förf. utfört med användande av  $k_A$ -värden som bl.a. tar hänsyn till ventilation och strålningstillskott och där hänsyn också tagits till att avläst årsenergi inte nödvändigt är detsamma som husets temperaturberoende energibehov. Helt går den dock inte att eliminera - troligen beroende på att tvåplanshusen domineras av ett stort antal radhus inom Göteborgs-området.

För den fortsatta behandlingen är det nu viktigt att ha klart för sig de båda fall som behandlas.

I det ena fallet gäller det att, med det bearbetade materialet som grund, göra det möjligt att förutsäga hur stor genomsnittlig årsförbrukning som kan förväntas i olika hus och med vilken sannolikhet. Här spelar då de antaganden som görs vid beräkning av  $k_A$  en relativt underordnad roll om man bara konsekvent använder samma metod. Här kan även  $kWh/m^2$  lägenhetsyta vara ett användbart mått om man bara skiljer på markant olika typer av hus. Detta gäller naturligtvis bara när man vill förutsäga förbrukning i ungefär lika byggda hus. För att generellt kunna tillämpa metoden är det naturligtvis av värde att antagandena förfinas.

I det andra fallet gäller det att med så realistiska antaganden som möjligt förklara hur den avlästa mätarställningen uppkommit. Här kan olika hypoteser uppställas. Det stora och noggrant bearbetade materialet gör det sedan möjligt att testa hypotesen ur olika synpunkter.

Vi övergår nu till att diskutera de olika termer av vilka den totala energibalansen var uppbyggd så som den tecknats i formeln i 9.1.

## 11            GENERELLA ANTAGANDEN FÖR BERÄKNING AV KA.

## 11.1          Transmission genom väggar och tak.

De värmeegenomgångstal som används i denna undersökning är beräknade enligt SBN 1967. Uppmätta ytor avser byggnadernas varma innerytor.

Värmeegenomgångstal beräknade enligt SBN avser att ge k-värden tillämpliga under stationära förhållanden vid en medeltemperatur av +10 °C. Hänsyn tas inte till värmestrålning.

Avsikten är att man skall kunna ange entydiga fordringar ur t.ex. hygienisk synpunkt. När de angivna värdena används för beräkning av värmeeffekt- och årsenergibehov ligger det nära till hands att förutsätta att de i någon mån satts på säkra sidan och alltså ger värden i överkant.

Lyng, Fyrhake (1969) har undersökt hur ytterväggar inom Mälardalen och sydvästra Sverige fungerar i praktiken. För sju olika väggtyper har bestämts kvoten mellan uppmätt värmemotstånd och beräknat värmemotstånd enligt SBN. De uppmätta värmemotstånden innefattade väggkonstruktionens egna köldbryggor, t.ex. regler och fogar, men inte inverkan av bjälklagsanslutningar.

De väggar med lättbetongisolering, som är aktuella i föreliggande undersökning, visade inom de båda klimatområdena högre medelvärmemotstånd än beräknat på risknivån 10 % ( d.v.s. risken var 10 % att en så stor eller större skillnad skulle uppstå slumpmässigt när ingen faktisk skillnad fanns ). Som medeltal gällde att verkligt motstånd var 31 % högre än det beräknade.

För högisolerade väggar var inte skillnaden signifikant men i medeltal var dock uppmätt värmemotstånd 8 % högre än enligt SBN.

Höglund (1963) har undersökt högisolerade ytterväggars praktiska värmemotstånd.

För regelväggar redovisas från 44 mätningar att värmemotstånd inklusive regler uppgått till 9,5 % högre värde än det beräknade. För sandwichväggar uppmättes i medeltal 6,7 % högre och för övriga väggar 1,0 % lägre än beräknat (enligt BABS 1960). För samtliga väggar har Höglund medräknat det utvändiga fasadteg-

lets förhöjning av värmemotståndet. Enligt BABS fick ej ventilerat luftskikt och konstruktionsdelar utanför detta utan vidare medräknas. Detta gör att procenttalet bör höjas något över ovan angivna om man tillämpar värden beräknade strikt enligt BABS.

Höglund (1973) sammanfattar sina undersökningar av totalt 56 väggar med mineralullsisolering: Medelvärdet av totalt 56 väggars värmemotstånd var 16 % bättre än värden beräknade med värmeledningstalet  $0,040 \text{ kcal/m} \cdot \text{h} \cdot \text{C}$ . I föreliggande undersökning är väggens k-värde i de flesta fall beräknat med just detta värde. En sänkning kan alltså vara befogad.

För vindsbjälklag har förf. inte funnit någon större publicerad praktisk undersökning. Det är dock troligt att de använda k-värdena även här något överskattar transmissionsförlusterna med hänsyn till vindsutrymme och liknande. Dessutom tillkommer ju strålningstillskott mot yttertakets som i vissa fall bör komma huset tillgodo.

Kanske kan man också räkna med att isoleringsarbetet utförs med större detaljnoggrannhet vid småhusbyggen än vid flerfamiljshus. De anslutningar mellan vägg och betongbjälklag (ofta med utanförhängande balkong) som kan innebära betydande energiförluster är ju också mer sällan förekommande vid småhus.

Med hänsyn till det ovan anförda syns det vara motiverat att reducera k-värdena både för väggar och vindsbjälklag något. Här väljs att generellt sänka k-värden för väggar och vindsbjälklag med 15 % vid beräkningen av årsenergibehov.

Värmeomgångstal i  $\text{kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{C}$  har antagits till 0,70 för hela dörrytan och 0,85 för fönsterdörrars bröstningsdel mätta med karmyttermått. Även dessa reduceras eftersom de ingår i de beräknade kA-värdena för väggar.

## 11.2 Transmission mot mark.

De värden på värmeegenomgångstal för bottenbjälklag som uppgivits eller framräknats på basis av tillgängliga uppgifter har bedömts så osäkra att i stället följande generella antagande gjorts beträffande källarlösa hus:

Bottenbjälklaget har ett värmeegenomgångstal av  $k=0,20 \text{ kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$  gällande som medelvärde, inklusive mark, i både yttre och inre randfält. Detta har tillämpats så att  $kA$  i  $\text{W}/^\circ\text{C}$  beräknats som bottenytan multiplicerad med

$0,20 \cdot 1,163 = 0,2325 \text{ W}/^\circ\text{C} \cdot \text{m}^2$  för friliggande hus och kedjehus

75 % härav =  $0,1744 \text{ W}/^\circ\text{C} \cdot \text{m}^2$  för gavelradhus och parhus

50 % =  $0,1163 \text{ W}/^\circ\text{C} \cdot \text{m}^2$  för mellanhus i radhuslänga.

Lindskoug (1969) har angivit att värmeförlust mot mark för en källarlös villa på  $100 \text{ m}^2$  med god värmeisolering har storleksordningen  $2.500 \text{ kWh}/\text{år}$ .

Detta ger vid  $G = 5.452$  ( $\text{DIT} = +21^\circ\text{C}$ ) följande samband:

$$2500 = k \cdot 100 \cdot 5452 \cdot 24 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{d.v.s. } k = 0,19 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \text{ eller } k = 0,22 \text{ kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$$

Höglund (1973) redovisar för försökshuset ett ekvivalent  $k$ -värde av  $0,20 \text{ kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$  för yttre och  $0,10$ - $0,13$  för inre randzon under fyra vintermånader. Motsvarande värden enligt SBN 1967 är  $0,33$  resp.  $0,41$ .



### 11.3 Transmission genom fönster.

För samtliga fönster gäller att karmyttermått använts vid ytberäkningen. Det gäller alltså att uppskatta ett rimligt värme-  
mege-  
nomen-  
gångstal för hela fönstret inklusive karmar.

Adamson-Höglund (1956) har vid mätningar nattetid bestämt värme-  
mege-  
nomen-  
gång genom fönster under praktiska förhållanden. Här anges för vanliga tvåglasfönster av modernt utförande ett värmemotstånd för glasdelen av i medeltal 0,24.

Om  $m_i+m_u$  antas till 0,20 ger detta ett k-värde av 2,27 kcal/  
 $m^2 \cdot h \cdot ^\circ C$ . Motsvarande för tre glas är  $m=0,47$  vilket ger  $k=1,49$   
kcal/ $m^2 \cdot h \cdot ^\circ C$ .

Lindskoug (1969) anger för ett kopplat tvåglasfönster (1,4 x  
x 1,4  $m^2$ ) ett k-värde av c:a 2,6 W/ $m^2 \cdot ^\circ C$ , vilket motsvarar c:a  
2,2 kcal/ $m^2 \cdot h \cdot ^\circ C$ .

För hela fönstret redovisas av Schüle (1962) k-värden på 1,8-  
-2,1 för ett kopplat träfönster, medan Kreuger (1941) angivit  
motsvarande värde till 2,03 kcal/ $m^2 \cdot h \cdot ^\circ C$ .

I vårt fall bör vi även beakta att en neddragen persienn mel-  
lan glasen sänker det effektiva k-värdet betydligt, vilket har  
inverkan då medelvärde för hela året skall beräknas. Enligt  
Pleijel (1957) är för ett 35 mm:s luftskikt mellan glas  $m =$   
 $= 0,18$  och ökar till 0,29 med en gullackerad persienn ned-  
dragen mellan glasen. Detta skulle ge ett k-värde av 2,04  
kcal/ $m^2 \cdot h \cdot ^\circ C$  för glasdelen ( 1,6 för hela fönstret).

Det kan alltså vara motiverat att för den fortsatta diskus-  
sionen sätta hela fönstrets k-värde till 1,8 kcal/ $m^2 \cdot h \cdot ^\circ C$   
utan hänsyn till värmetilskott genom strålning.

Här förutsätts då att persienner eller gardiner i allmänhet  
är neddragna under natten (då dygnstemperaturen normalt når  
sitt lägsta värde) och uppdragna under dagen varför ett repre-  
sentativt värde bör ligga mellan 1,6 och 2,0.

Detta värde överensstämmer även väl med de värden som Höglund<sup>1</sup>  
angivit i sitt kompendium vid KTH. Här anges  $k=2,2$  för ett två-  
glasfönster och 1,5 för detsamma med neddragen persienn mellan  
glasen.

<sup>1</sup> Höglund & Åhlgren: Fönsterteknik. Inst. f. Byggnadsteknik,  
KTH. 1973.

#### 11.4 Ventilation.

Ventilationsvolymen i  $m^3$  har beräknats ur uppmätta värden. Det gäller sedan att uppskatta ventilationsgraden genom att anta genomsnittligt antal luftomsättningar per timme.

Elmroth-Höglund (1973) har på basis av egna och utländska mätningar angivit 0,5-0,7 ggr/h som riktvärde för flertalet småhus.

Följande formel har föreslagits för regelhus:

$$n = 0,15 + 0,012 \cdot \Delta t + 0,077 \cdot v$$

där  $\Delta t$  = temperaturskillnad ute-inne

$$n = \text{vindhastighet i m/s}$$

För tegel- och lättbetonghus har författarna redovisat värden som i huvudsak överensstämmer med denna formel.

Medelvindhastigheter för normalår enligt SMHI har tidigare beräknats och redovisats i FIG. 3.

Med utgångspunkt från dessa värden och årsmedeltemperaturer har antal luftomsättningar för ofrivillig ventilation beräknats och införts i TAB.12. Som synes ligger erhållna värden vid  $n=0,5-0,7$ . För Stockholm erhålls 0,59 och för Göteborg 0,56.

Det är naturligtvis tveksamt om formeln kan tillämpas för hela året i stället för eldningssäsongen. Dessutom kan som redan påpekats i 5.3 de använda värdena på medelvindhastighet inte sägas vara representativa för mikroklimatet närmast huset. Värdena är uppmätta 10 meter över en slät, fri yta.

Om  $v$  väljs till 2,0 m/s - vilket inte torde vara ett för lågt värde som årsgenomsnitt i normalt skyddat läge - erhålls  $n=0,47$  för Stockholm och  $n=0,46$  för Göteborg. Speciellt när det gäller gruppbebyggelse bör ett lågt värde på vindhastighet vara befogat.

I SBN anges att  $n=0,7$  ggr/h för total luftomsättning får antas gälla vid bestämning av dimensionerande värmeeffektbehov.

Lindström & Ström (1970) har utfört kontroll av tillämpade värmebehovsberäkningar för 60 flerfamiljshus spridda över hela landet. Byggnaderna är försedda med pumpvarmvattensystem.

TAB. 12. Ofrivillig ventilation. Antal luftomsättningar per timme beräknade ur klimatdata för 28 orter. Formel enligt Elmroth-Höglund.

Ort	v	$t_m$	n
Malmö fp	5.39	8.0	0.72
Lund	3.63	8.0	0.59
Kristianstad	4.52	7,7	0.66
Karlshamn	4.76	7.6	0.68
Kalmar fp	4.14	7.0	0.64
Halmstad fp	4.17	7.2	0.64
Växjö	2.89	6.5	0.55
Visby	4.79	7.2	0.69
Göteborg	3.32	7.9	0.56
Borås	2.61	6.3	0.53
Jönköping	3.50	6.1	0.60
Västervik	2.72	6.9	0.53
Ulricehamn	2.82	6.2	0.55
Vänersborg	2.53	6.6	0.52
Linköping	2.08	6.8	0.48
Örebro-Ekeby	2.28	5.9	0.51
Stockholm	3.47	6.6	0.59
Karlstad fp	3.85	5.9	0.63
Västerås	2.96	5.9	0.56
Falun	2.08	4.6	0.51
Gävle	2.72	5.0	0.55
Sveg	1.94	2.1	0.53
Härnösand	1.73	4.4	0.48
Östersund	3.37	2.7	0.63
Umeå	2.05	3.4	0.52
Piteå	2.27	2.0	0.55
Haparanda	3.32	1.6	0.64
Kiruna	3.40	-1.2	0.68

v = medelvindhastighet i m/s för hela året

$t_m$  = årsmedeltemperatur

n = antal luftomsättningar per timme

Rumstemperaturer och ventilationsluftflöden har uppmätts. Övervägande antalet hus (2-5 år gamla 3-12 vånings bostadshus) har ventilationssystem av typ frånlufts- eller självdragssystem.

Som förklaring till att värmebehovet normalt kraftigt överskattats vid projekteringen anges att de verkliga uppmätta ventilationsluftmängderna ungefär motsvarar 0,5 ggr/h. Detta värde har endast undantagsvis använts vid beräkningarna. Normalt har högre värden antagits.

För den fortsatta bearbetningen önskas ett genomsnittligt värde på antal luftomsättningar per timme att användas för att bedöma hela årets energibehov. Antagandet - som helt naturligt måste bedömas som osäkert - blir att för den fortsatta bearbetningen sätta  $n = 0,7$  ggr/h för total luftomsättning under hela året. Detta skall då anses gälla för alla typer av hus. En stor del av det undersökta materialet utgörs ju av radhus med en något lägre ofrivillig ventilation än friliggande eftersom ytterväggsytan är relativt sett lägre.

I 13.8 diskuteras dock hur ändringar i antagandet förändrar förutsättningarna.

### 11.5 Hushålls- och varmvattenförbrukning.

Det intressantaste för den fortsatta bearbetningen är egentligen inte den absoluta storleken av rubricerade förbrukning utan hur stor energimängd som ej tillgodogörs som värmetillskott. Det är givetvis svårt att bestämma generellt gällande genomsnittsvärden. Några publicerade uppgifter skall dock återges.

Samarbetsgruppen för byggnaders energiförsörjning har i Byggnadsforskningens rapport R 9:1970 angivit energibehovet för varmvattenberedning i lägenheter med kollektiv mätning till  $4.300 + 700 \cdot (p - 3)$  kWh/år, där  $p$  är antalet personer i lägenheten. Energiförbehovet för hushållsförbrukning anges till  $4.000 + 300 \cdot (p - 3)$  kWh/år. I detta ingår fastighetens allmänna behov med c:a 1.500, varför förbrukningen inom lägenheten reduceras till  $2.500 + (p - 3) \cdot 300$ .

Av Fera i Elvärmemeddelanden publicerade värden - som till övervägande delen avser flerfamiljshus - ger värden för varmvatten på c:a 3.700-5.200 och för hushållsel på c:a 2.200-5.000 kWh/år (de högre värdena innefattar normalt även fastighetens allmänna förbrukning).

I Svenska Elverksföreningens statistik anges genomsnittlig hushållsförbrukning till c:a 2.500-3.000 kWh/år. Detta gäller då både småhus och hyreslägenheter.

Vid Vattenfalls värmesymposium redovisade H.Hagen 2.500 kWh/år som medelförbrukning för ett mycket stort antal lägenheter i Norge.

För Råslätt - lägenheter i flerfamiljshus med elvärme - redovisades vid Svenska Elverksföreningens Tekniska möte 1970 en hushållselförbrukning av 2.700 och 2.890. Antalet personer var då 3,2 respektive 3,5 per lägenhet.

För småhus bör förbrukningen vara större. Vid 1969 års marknadsundersökning, utförd på uppdrag av Fera, erhöles följande värden, vilka syns vara baserade på drygt 1.000 småhus väl fördelade över landet:

Medelförbrukning i samtliga permanenta bostäder utan elvärme, alltså inklusive lägenheter, var drygt 2.700. Högst var förbrukningen i Norrlands kustland med 3.707 och lägst i Bergslagen med 2.375.

I småhus erhöjls ett medeltal av 3.600 kWh/år medan motsvarande värde i flerfamiljshus var c:a 2.000 kWh/år och lägenhet.

Vid analys av en rundfråga från Prognosgruppen inom Elverksföreningens nätplaneringskommitté erhöjls för enfamiljshus utan elvärme medelvärde 6.000 kWh/år med standardavvikelsen 3.000. Denna siffra, baserad på c:a 6.000 hus, avser emellertid värden uppmätta i nätstationer, varför lågspänningsnätets förluster och viss energi för t.ex. offentlig belysning och gemensamma lokaler ingår. Utesluts c:a 1.000 stora villor blir värdet c:a 5.000 kWh/år, vilket anges som normalt för mindre villor.

Munther (1971) har undersökt hushållsförbrukning i 3.735 småhus (623 elvärmde och 3.112 oljevärmda). Som medelvärden för elvärmde hus har erhöjllits 3.534 kWh/år för hushållsel medan motsvarande värde är 3.765 för oljevärmda.

Som normalvärden väljs i föreliggande undersökning för den fortsatta bearbetningen total hushållsförbrukning 3.500 kWh/år och varmvattenförbrukning 5.000 kWh/år. Hur stor del som tillgodogörs som värme behandlas senare.

#### 11.6 Strålning och personvärme.

Strålning mot väggar och tak kan anses uppgå till relativt blygsamma värden. En viss hänsyn till denna positiva faktor har tagits genom att de ytor som uppmätts för väggar o.dyl. är varma insidor i stället för medelytor.

Solstrålning genom fönster bör kunna beräknas approximativt då uppmätning av alla fönsterytor skett. Bedömningen av strålningstillskottets storlek behandlas ingående i KAP. 14.

Personvärmen är relativt väl känd. Lindsoug (1969) uppskattar nyttiggjord personvärme till 1.000 kWh/år.

I föreliggande undersökning väljs 1.500 kWh/år som total disponibel energikvantitet från personer.

Innan vi övergår till att närmare diskutera hur stor energimängd som kan tänkas komma husen tillgodo är det nödvändigt att beräkna  $kA$  för transmission och ventilation. Detta har skett och i FIG. 23-25 redovisas resultaten med värden separerade för en- och tvåplanshus samt klimatområdena A och O.

Det vanliga sättet att ta hänsyn till solstrålningens inverkan har ju varit att anta en eldningssäsong utanför vilken solenergin täcker värmebehovet och att även under eldningssäsongen säga att basenergin från hushållsförbrukning och liknande innebär en ökning av innetemperaturen från  $+ 17^{\circ}\text{C}$  (som ligger till grund för graddagsberäkningen) och normal innetemperatur.

Metoden har närmare diskuterats i 5.2.1. Vid denna typ av beräkning antar man således att årets verkliga tidsintegrerade temperaturskillnad kan reduceras med c:a 30 % på grund av basenergin.

Denna metod medför vissa nackdelar t.ex. att

man inte på något sätt tar hänsyn till de variationer i tillgodgjord basenergi mellan olika hus som föranleds av olika fönsterstorlek och -orientering, olika stort värmebehov i förhållande till tillgänglig basenergi och liknande.

ett hus med god individuell reglering av temperaturen förbrukar energi för uppvärmning även utanför den traditionella eldningssäsongen. Termostaterna slår ju till så snart inte basenergin räcker för att hålla den inställda rumstemperaturen.

Det bör vara riktigare att söka beräkna ett ekvivalent värme genomgångstal för fönster, som ger skillnad mellan transmitterad och inläckt energi för hela året. I denna undersökning ligger det i sakens natur att endast ett grovt uppskattat generellt värde kan erhållas. Vid noggrannare beräkning bör det vara möjligt att erhålla exaktare värden. Man kan då använda aktuella glasytor och deras orientering för att fastställa hur mycket det nominella  $k$ -värdet bör minskas för att representera ett realistiskt årsgenomsnitt.

FIG. 23. Fördelning av kA för transmission och ventilation.

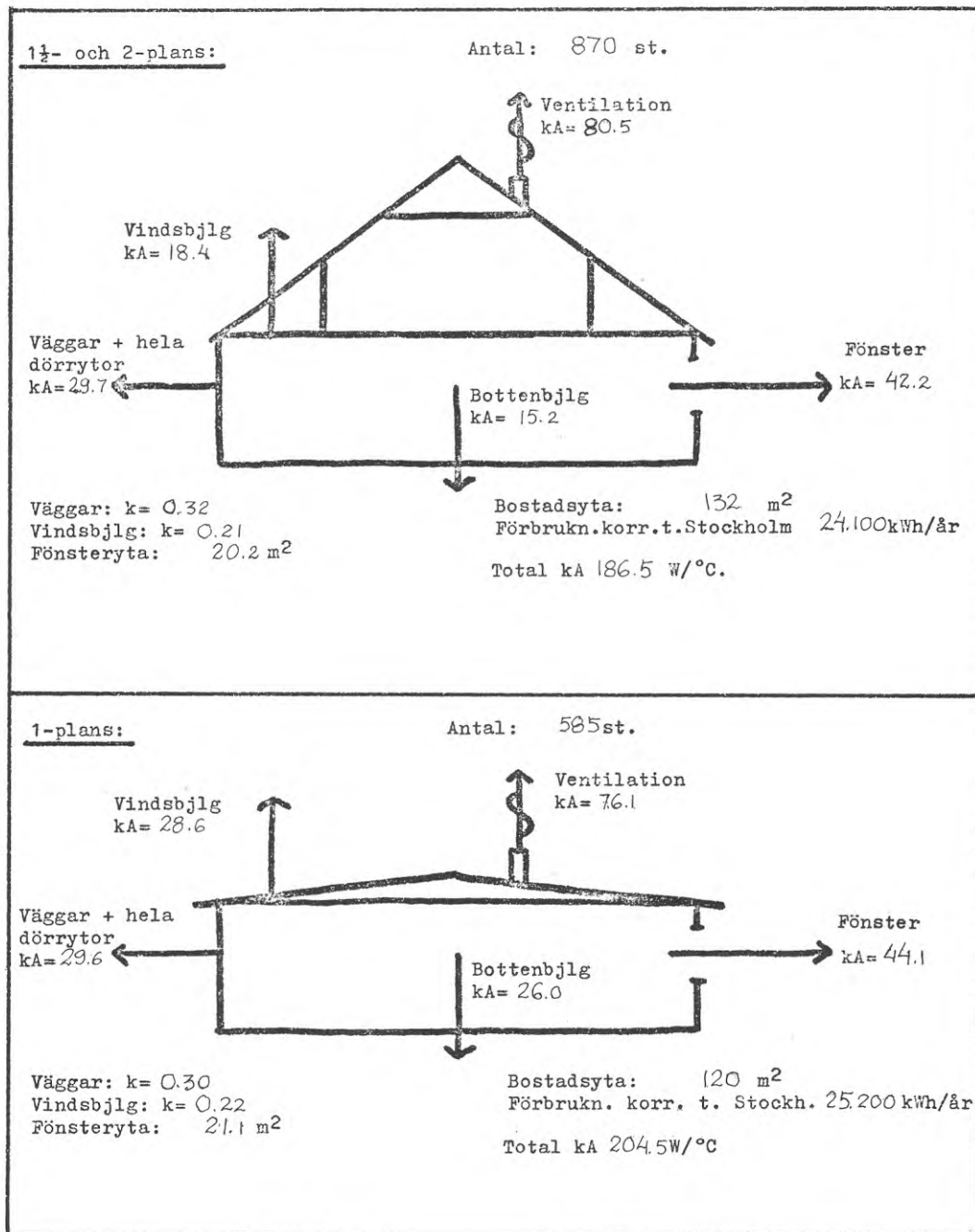
Samtliga hus inom klimateområde A.

Nominellt k-värde för fönster =  $1,8 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$ .

Antal luftomsättningar  $n = 0,7$ .

Medelvärden för samtliga objekt.

Energiförbrukningar korr. till Stockholmsklimat.







**FIG. 25. Fördelning av kA för transmission och ventilation.**

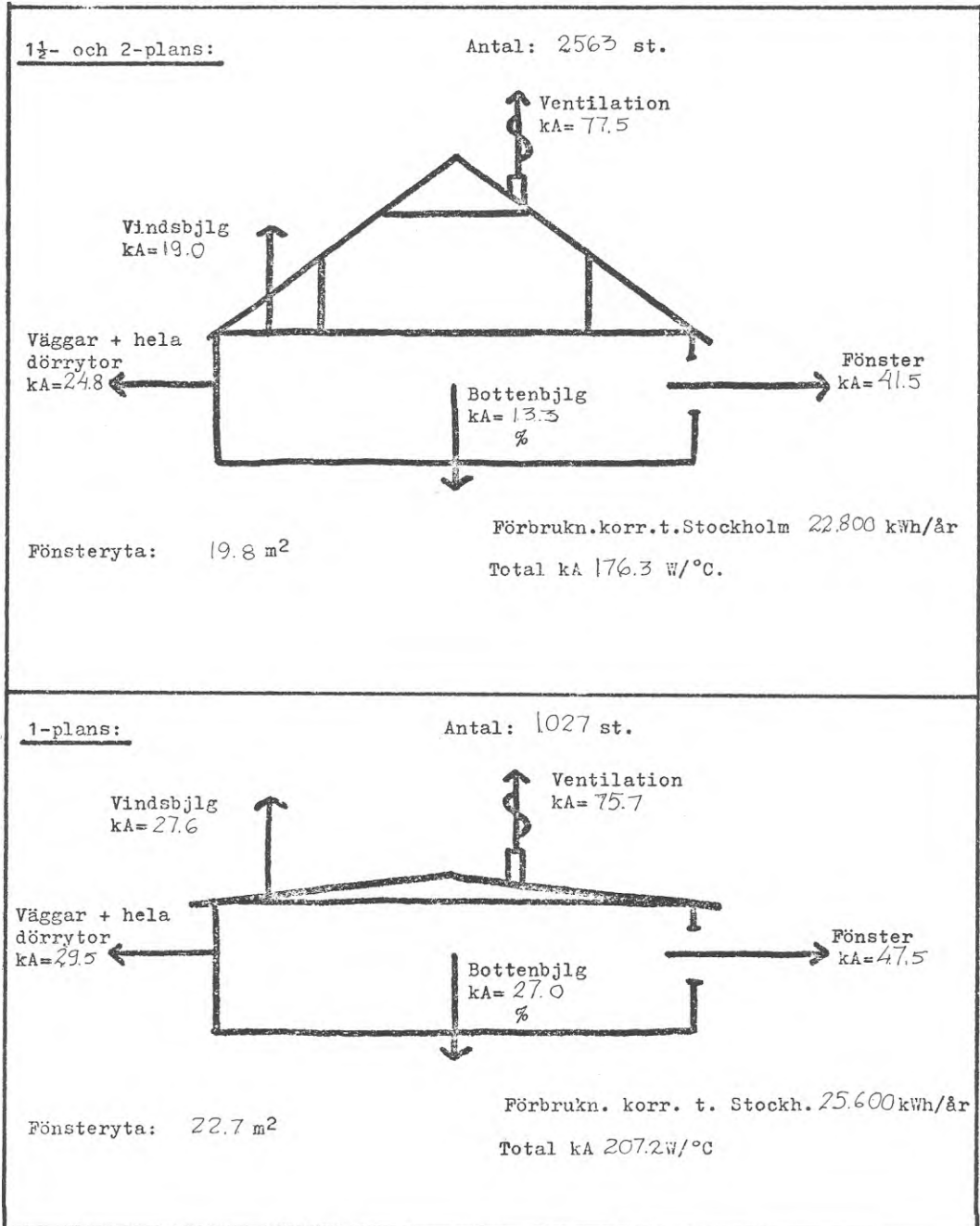
Samtliga hus inom klimatområdena A och O.

Nominellt k-värde för fönster =  $1,8 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{C}$ .

Antal luftomsättningar  $n = 0,7$ .

Medelvärden för samtliga objekt.

Energiförbrukningar korr. till Stockholmsklimat.



## 13 MEDELHUSENS ENERGITILLSKOTT GENOM FÖNSTER.

## 13.1 Energitillskott enligt Lindskoug (1969)

Lindskoug har angivit följande värden som avses gälla eldningssäsongen 18/9 - 14/5 i Stockholmsklimat:

Energitillskott i kWh/m<sup>2</sup> fönster. Eldningssäsongen.

Fönster orienterat mot	Norr	Öst/Väst	Syd
Brutto fönster (utan solavskärmning)	41	121	216
Nyttiggjord värme (med solavskärnm.)	29	82	148

Värdena gäller fönster med en glasyta av 80%. Vid beräkning av nyttiggjord värme har antagits att den direkta strålningen skärmas av med persiennor under 50 % av all soltid och att då 65 % av solvärmeenergin ej tillgodogörs.

## 13.2 Energitillskott enligt Adamson-Lindskoug (1965)

I "Den elvärmda villans värmebalans och värmebehov" visas bl. a. för Stockholms latitud kurvor över hur stora värmemängder i Mcal/m<sup>2</sup>.dygn som under solskensdagar transmittteras genom treglasfönster.

Med hjälp av klarhetsprocent enligt Pleijel (1957) och beaktande av antalet dagar i varje månad kan värden för hela året beräknas. Omräknat till kWh/m<sup>2</sup> erhålls:

Energitillskott i kWh/m<sup>2</sup> fönster.

	Norr	Öst/Väst	Syd
Brutto fönster. Hela året (utan solavskärmning)	69	228	315
D:o men med avdrag för juni, juli och aug., d.v.s. eldn.säsongen	31	116	213

## 13.3 Energitillskott enligt Pleijel (1959)

I "Fönstrets värmebalans" har Pleijel angivit värmebalans för tvåglasfönster utan solskydd i Stockholmsklimat. Här återfinns följande värden - omräknade till kWh/m<sup>2</sup>:

Energitillskott i kWh/m<sup>2</sup>. Anges gällande för fönster med en glasyta av 70 %.

	Norr	Öst/Väst	Syd
Brutto fönster. Hela året. Utan solavskärmning.	116	253	337
D:o men endast för eldningssäsongen	50	111	203

## 13.4 Energitillskott enligt Elmroth-Höglund (1973)

Elmroth-Höglund har för ett regelhus i Nälsta beräknat ekvivalent värmegenomgångstal för fönster under sex månader av den s.k. eldningssäsongen.

Fönstren är treglas med nominellt k-värde  $1,5 \text{ kcal/m}^2 \text{ h C}$ . Glasytornas orientering är: Syd  $8,7 \text{ m}^2$ , Öst  $3,4 \text{ m}^2$  och Norr  $4,7 \text{ m}^2$ .

Följande ekvivalenta k-värden har erhållits för samtliga fönster under sex månader:

Månad	Nov	Dec	Jan	Febr	Mars	April
Ekvivalent k-värde	1,3	1,4	1,4	1,0	0,3	0,1
D.v.s. minskning av nom. k-värdet med	0,2	0,1	0,1	0,5	1,2	1,4

Anm.: Ekvivalent k-värde kan sägas vara det resulterande värmegenomgångstal, som erhålls när hänsyn tagits till den värmeinläckning som sker p.g.a. solstrålning.

I TAB.13 redovisas specifik värmeinläckning, varvid bör observeras att fönstrens orientering närmast motsvarar SV,NO och SO.

TAB. 13 . Värmeinläckning, kWh per  $\text{m}^2$  glasyta, genom 3-glasfönster i Nälsta, månadsmedelvärden.

Månad	Värmeinläckning kWh/ $\text{m}^2$ glasyta, mån		
	Fönsterorientering		
	S (+36°)	N (-144°)	O (-54°)
1964 okt.	18,0	5,7	10,6
nov.	8,2	2,4	5,2
dec.	4,0	1,3	2,9
1965 jan.	3,9	2,1	4,5
febr.	19,5	9,0	15,3
mars	44,4	14,1	29,1
april	36,8	14,5	25,7

Värmetillskottet p.g.a solinstrålning under mätningsserierna framgår av TAB.14. Summeras sista kolumnen erhålls att huset under den aktuella tiden tillförts 1513 kWh i form av "gratisvärme". Eftersom den s.k. eldningssäsongen för Stockholm omfattar ytterligare 47 dygn under normalår, och april under det aktuella året haft betydligt färre soltimmar än normalt, bör de angivna värdena uppgå till c:a 2.000 kWh för hela eldningssäsongen under normalår.

TAB. 14 . Värmetillskott p. g. a. solinstrålning genom fönster.

Mätperiod		Direkt solinstrålning	Diffus strålning	Total instrålning	
		kcal	kcal	Mcal	kWh
1964 okt.	15-31	43.588	52.980	97	112
nov.	1-30	23.397	63.472	87	101
dec.	1-31	1.547	42.222	44	51
1965 jan.	1-31	8.960	42.426	51	60
febr.	1-28	69.211	157.922	227	263
mars	1-31	263.412	222.599	486	564
april	1- 6, 12-30	152.319	159.708	312	362

## 13.5 Energitillskott enligt Brown-Isfält (1969)

Med hjälp av Tabellgrupp 1 i "Instrålning från sol och himmel i Sverige under klara dagar" kan värden gällande för Stockholms latitud beräknas. Med beaktande av klarhetsprocent enligt Pleijel och verkliga antalet dagar i varje månad erhålls de värden på total instrålad energi genom tvåglasfönster under ett normalår som redovisas i TAB.15.

TAB.15. Energitillskott under normalår i kWh/m<sup>2</sup> glasyta. Beräknade enl. Brown-Isfält med klarhetsprocent enl. Pleijel. Horisonten skärmd 5 grader.

Fönster mot	Norr	Öst	Väst	Syd
Energitillskott helår. Utan solavskärmning.	108,2	333,4	331,4	456,9
Varav under april månad	9,6	39,0	38,6	52,0
-"- maj månad	19,3	57,1	57,2	55,3
-"- juni -"	24,5	59,2	58,9	48,5
-"- juli -"	23,3	60,1	59,3	51,8
-"- aug. -"	12,3	43,9	43,2	50,4
sept.-"	6,9	26,9	27,1	50,0
okt. -"	2,9	11,6	11,4	35,1

I TAB.15 angivna värden reduceras med 20 % om man antar att 80 % av den yta som erhålls med karmyttermått utgörs av glas. På detta sätt erhållna värden redovisas i TAB. 16

TAB.16. Energitillskott under normalår i kWh/m<sup>2</sup> fönsteryta beräknad med karmyttermått. Enligt Brown-Isfält med klarhetsprocent enl. Pleijel. Horisonten skärmd 5°.

Fönster mot	Norr	Öst	Väst	Syd
Energitillskott helår. Utan solavskärmning.	86,6	266,7	265,1	365,5
Varav under april månad	7,7	31,2	30,9	41,6
-"- maj månad	15,4	45,7	45,8	44,2
-"- juni -"	19,6	47,4	47,1	38,8
-"- juli -"	18,6	48,1	47,4	41,4
-"- aug. -"	9,8	35,1	34,6	40,3
-"- sept -"	5,5	21,5	21,7	40,0
-"- okt -"	2,3	9,3	9,1	28,1
-"- övr.månader	7,7	28,4	28,5	91,1

## 13.6 Värmebalans för medelhusen

Som medelvärden gäller för de behandlade objekten inom de två klimatområdena:

För enplanshuset är fönsterytan 22,7 m<sup>2</sup> och för tvåplanshuset 19,8 m<sup>2</sup>. Med de gjorda antagandena ( n=0,7 och k=1,8 för hela fönstret ) blir kA för transmission och ventilation

kA = 207,2 W/°C för enplanshuset och

kA = 176,3 W/°C för tvåplanshuset.

Dessa värden avser alltså totalt behov för transmission och ventilation utan hänsyn till strålningstillskott genom fönster.

## 13.6.1 Fönsteryornas orientering.

Det är naturligtvis mycket svårt att bestämma hur fönsterytorna rimligen bör antas orienterade i väderstreck. Klart är emellertid att vardagsrummet, som normalt har största fönsterandelen, om möjligt läggs mot söder. I Byggeforskningens informationsblad 1962:25 redovisas bl.a. en stickprovsundersökning från 1957 omfattande 384 friliggande småhus. Av denna framgår att vardagsrum till nästan 90 % var vända mot väster, öster eller söder. Den ökning av fönsteryta som skett sedan dess kan anses till stor del hänföra sig till fönster med ur dagsljussynpunkt - och därmed även värmeekonomiskt - gynnsam fördelning.

Antagen fördelning av fönster i väderstreck måste dock bli grovt antagen. För medelhusen kan det vara rimligt att förutsätta att ytorna uppdelas på följande sätt:

Av hela fönsterytan antas 50 % lika fördelade på öst och väst. Resterande 50 % antas orienterade med 15 % mot norr och 35 % mot syd. Detta innebär följande ytor:

Antagen orientering av medelhusens fönsterytor.

Enplanshus:

Orientering	Norr	Öst	Väst	Syd	Totalt
Fönsteryta i m <sup>2</sup>	3,4	5,7	5,7	7,9	22,7

Tvåplanshus:

Orientering	Norr	Öst	Väst	Syd	Totalt
Fönsteryta i m <sup>2</sup>	3,0	5,0	5,0	6,9	19,8

### 13.6.2 Total disponibel strålningsenergi för medelhusen.

Vi återgår nu till de värden som beräknats i TAB.16. Med antagande om 80 % glasyta och ovanstående fördelning i olika väderstreck skulle total tillgänglig energi vara

5.423 kWh/år för 2-planshuset och

6.218 kWh/år för 1-planshuset.

Dessa värden skulle gälla hela året om fönstren ej var solavskärmade med persienner o.dyl. och utan hänsyn till skuggverkan från smyggar och liknande.

### 13.6.3 Tillgodogjord strålningsenergi.

I vårt fall - där vi beräknar energibehovet med användande av verkliga tidsintegrerade temperaturskillnaden under året - måste hänsyn tas till energitillskott även utanför eldnings-säsongen. Det är naturligtvis svårt att ange hur stor del av instrålade energin som går förlorad i form av övertemperaturer. Ett försök skall dock göras att uppskatta detta.

Enligt beräkning av graddygn (Jfr BIL. 3) är medeltemperatur-differansen till  $+21^{\circ}\text{C}$  under juli månad  $3,9^{\circ}\text{C}$ . Några dygn med medeltemperatur över  $+21^{\circ}\text{C}$  (Jfr 5.2.2) har då medtagits men denna inverkan torde vara försumbar.

För ett hus med  $kA=207,2$  (enplanshuset) innebär detta ett värmebehov för transmission och ventilation på  $207,2 \cdot 24 \cdot 3,9 \cdot 10^{-3}$  kWh/dygn i medeltal under juli månad, d.v.s 19,39 kWh/dygn. Motsvarande för ett hus med  $kA=176,3$  (tvåplanshuset) är 16,50 kWh/dygn.

På samma sätt beräknas värden för övriga aktuella månader varvid erhålles

Energibehov för transmission och ventilation under olika månader för medelhusen. Dygnssummor i kWh.

---

Månad	april	maj	juni	juli	aug	sept	okt
DIT - $t_m$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	17,2	11,7	6,7	3,9	5,4	9,3	14,4
Energibehov i kWh/dygn:							
Enplanshuset	85,53	58,18	33,32	19,39	26,85	46,25	71,61
Tvåplanshuset	72,78	49,51	28,35	16,50	22,85	39,35	60,93



Vi antar att vi förutom solstrålningen disponerar följande basenergi för hela året:

Personer 1.500 kWh/år

Värmeavgivning från varmvatten och beredare 1.500 kWh/år

Hushållsenergi 2.500 kWh/år

D.v.s. totalt 5.500 kWh/år

Approximativt kan denna energi anses jämnt fördelad under året. Möjligen vore det riktigare att anse att den vore mer koncentrerad till vinterhalvåret, vilket i så fall skulle innebära större utnyttjande av solenergin än följande överslagskalkyl visar.

5.500 kWh för helår innebär 15,07 kWh/dygn. Skillnaden mellan ovan antagna erforderliga värden ( 19,39 och 16,50) blir 4,32 resp. 1,43 kWh/dygn. Det skulle innebära att enplanshuset under juli behöver utnyttja 134 kWh och tvåplanshuset 44 kWh av solenergin mot fönster.

Med avdrag för basenergin 15,07 kWh/dygn erhålls för aktuella månader

Energibehov för transmission och ventilation som ej täcks av antagen basenergi. Dygnssummer i kWh.

---

Rest.energibehov för	april	maj	juni	juli	aug	sept	okt
Enplanshuset	70,46	43,11	18,25	4,32	11,78	31,18	56,54
Tvåplanshuset	56,71	34,44	13,28	1,43	7,78	24,28	45,86

Med beaktande av antal dagar i varje månad omräknas värdena nu till månadssummer

TAB. 17. Energibehov för transmission och ventilation som ej täcks av antagen basenergi. Månadssummer i kWh.

---

Rest.energibehov för	apr	maj	jun	jul	aug	sep	okt
Enplanshuset	2114	1336	548	134	365	935	1753
Tvåplanshuset	1701	1068	398	44	241	728	1422

Anm.: Inramade värden = resterande energibehov är lägre än tillgänglig solenergi enligt TAB.18.

Det kan nu vara lämpligt att återgå till de värden som redovisats i TAB.16. I denna tabell redovisades total tillgänglig solenergi vid olika fönsterorientering. Med de antagna fönstertyorna i olika väderstreck erhålls

TAB.18. Disponibel solenergi genom tvåglasfönster utan solavskärmning vid antagen fönsterfördelning.  
Månadssummor i kWh.

Disp.energi för	apr	maj	jun	jul	aug	sep	okt	övr.mån.
Enplanshuset	708	924	910	935	749	581	336	1075
Tvåplanshuset	618	806	794	816	653	507	293	936

Anm.: Inramade värden = Resterande energibehov enligt TAB.17. är högre än disponibel solenergi.

I TAB.17 inramas nu de månader där husets resterande energibehov är lägre än den disponibla solenergin. Dessa värden anger vad huset kan tänkas tillgodogöra sig under de tre sommar-månaderna. På motsvarande sätt har i TAB.18 inramats de månader där den disponibla energin är lägre än husets resterande energibehov. Dessa värden anger vad huset kan antas tillgodogöra sig under resterande del av året.

### 13.7 Ekvivalent k-värde för hela årets energibehov.

Summeras de ovan inramade värdena erhålls för hela året

4.671 kWh för enplanshuset och

3.843 kWh för tvåplanshuset.

Skulle hela denna energi genom fönstren komma huset tillgodo innebär det att de nominella k-värdena för hela fönstren skall minskas med

$$W_s / A_f \cdot G \cdot 24 \cdot 10^{-3}$$

där  $W_s$  = instrålad energi under året i kWh

$A_f$  = fönsteryta i  $m^2$

För enplanshuset innebär detta att nominella k-värdet för transmission ut ur huset bör minskas med

$$4671 / 22,7 \cdot 5452 \cdot 24 \cdot 10^{-3} = 1,57 \text{ W/m}^2 \cdot \text{C d.v.s. } 1,35 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{C}.$$

Observera åter att k-värden gäller hela fönster inkl. karmar.

För tvåplanshuset blir med motsvarande beräkning resultatet att  $k$  borde sänkas med  $1,48 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C} = 1,27 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$ .

Ovanstående skulle alltså innebära att ekvivalent värmeledningstal för hela fönstret - beräknat som ett medelvärde för hela årets energibehov skulle ligga vid c:a  $1,8-1,3 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$ , d.v.s.  $0,5 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$  ( $\approx 0,6 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ )

### 13.8 Diskussion av solavskärmningens inverkan.

Mot ovanstående kan anföras att det ekvivalenta  $k$ -värdet gäller utan avdrag för solavskärmning. Låt oss se närmare på den inverkan som neddragna persienner under solskenstid kan ha.

En neddragen persienn mellan rutorna i ett tvåglasfönster kan antas ha en avskärmningsfaktor  $F_1 = 35 \%$ , vilket i stort innebär att  $65 \%$  av solenergin inte tränger in i huset. En invändig persienn har  $F_1 = 56 \%$ , vilket alltså betyder att  $44 \%$  av den disponibla solenergin fortfarande läcker in genom fönstret.

För en mörk rullgardin innanför fönstret är  $F_1 = 67 \%$  - alltså relativt liten inverkan. En helt ogenomskinlig ljus gardin har  $F_1 = 28 \%$ . Den är alltså effektiv som solskydd beroende på att den ljusa färgen reflekterar en stor del av strålningen medan den direkta transmissionen genom gardinen är försumbar.

Under de tre sommarmånaderna finns ingen anledning att reducera de värden som inramats i TAB.17. Den utnyttjade energin utgör en relativt liten del av den disponibla enligt TAB.18.

Maximalt utnyttjas  $60 \%$  av disponibel solenergi vilket gäller för enplanshuset som medeltal för juni månad. Antag att solen avskärmas med persienn under  $x \%$  av all soltid under månaden. Gränsen för när inte den inläckande solvärmern räcker att täcka husets resterande energibehov blir

$$548 = (1 - x/100 \cdot 0,65) \cdot 910 \text{ vilket ger } x = 61 \%$$

För att den inläckande energin inte skall räcka för att täcka energibehovet fordras i detta fall att persiennerna är neddragna i samtliga fönster under  $61 \%$  av all solskenstid under månaden.

Under september - mars är strålningsintensiteten relativt låg. Den torde i liten utsträckning ge upphov till övertemperaturer annat än lokalt i vissa rum och under kortare tid. Det bör därför inte finnas anledning anta att man i nämnvärd utsträckning söker undvika övertemperaturer genom neddragna persienner.

Under april och maj kan det vara motiverat att räkna med en viss reducering av de värden som inramats i TAB. 18 (1632 kWh för enplanshuset och 1424 kWh för tvåplanshuset).

Säg att persienner dras ned under t.ex. 30 % av solskenstid i samtliga fönster. Detta innebär att inläckande energi minskas med  $(1 - 0,30 \cdot 0,65) \cdot 100 = 19,5 \%$ .

Inläckande energin skall i så fall minskas med 318 kWh för enplanshuset och 278 kWh för tvåplanshuset. Alltså en relativt måttlig reducering.

Några ytterligare faktorer bör dock nämnas. Visserligen har inte skuggverkan från fönstersmygar och liknande kunnat beräknas. Men eftersom energisummorna beräknats med klarhetsprocent enl. Pleijel har endast tagits hänsyn till klara dagar. Även under molniga dagar erhålls strålningsenergi.

Dessutom har de inramade värdena ju valts med hänsyn till det värmebehov husen har upp till  $DIT = +21^{\circ}\text{C}$ . Energi som höjer innetemperaturen över detta värde har ej medräknats som tillgodogjord solenergi.

Odiskutabelt är dock att den solenergi som resulterar i övertemperatur på grund av husets - inte minst möblers och inredningars - värmekapacitet har en gynnsam inverkan på värmeenergiebehovet. Den värme som upplagrats i form av invändiga övertemperaturer utnyttjas ju senare när utetemperaturen sjunker om den inte vädrats bort.

Med hänsyn till svårigheten att för medelhusen beräkna denna gynnsamma inverkan föreslås att ovan nämnda för energiåtgången positiva faktorer antas kompensera den negativa effekt som solavskärmning under våren utgör.

Det torde inte innebära någon väsentlig avvikelse från verkliga förhållanden att sätta det ekvivalenta k-värdet för hela fönstret under hela året till  $0,5 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h}^{\circ}\text{C}$  ( $\approx 0,6 \text{ W/m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$ )

13.9           Ekurs: Samband mellan antal luftomsättningar och ekvivalent värmeomgångstal för fönster.

Ytterligare en möjlighet att approximativt kontrollera antagandena ges. Låt oss betrakta FIG. 26 som schematiskt åskådliggör värmebalansen för huset.

Om  $G$  = antal graddygn och  $W_{T+W}$  = totalt energibehov för transmission och ventilation gäller att:

$$W_{T+V} = G \cdot 24 \cdot 10^{-3} kA_{T+V} \dots\dots\dots (1)$$

Ur FIG.26 erhålls vidare följande samband:

$$W_{T+V} = W_{tot} - W_v^- - W_h^- + W_s + W_p \quad \text{vilket kan omformas till}$$

$$W_{T+V} = W_{tot} - W_{förl} + W_s \dots\dots\dots (2)$$

där  $W_{förl} = W_v^- + W_h^- - W_p$ , d.v.s. förluster från fasta förbrukningen med avdragen personvärme.

$$\text{Men } W_s = (k_o - k_e) \cdot A_f \cdot 1,163 \cdot G \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots (3)$$

där  $k_o$  = nominellt k-värde för fönster p.g.a. transmission  
 $k_e$  = ekvivalent k-värde för fönster efter strålningstillskott  
 $A_f$  = fönsteryta i  $m^2$

Insätt (3) i (2).

$$W_{T+V} = W_{tot} - W_{förl} + (k_o - k_e) \cdot A_f \cdot 1,163 \cdot G \cdot 24 \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots (4)$$

(1) + (4) ger efter division med  $G \cdot 24 \cdot 10^{-3}$ :

$$kA_{T+V} = \frac{W_{tot} - W_{förl}}{G \cdot 24 \cdot 10^{-3}} + (k_o - k_e) \cdot A_f \cdot 1,163 \dots\dots\dots (5)$$

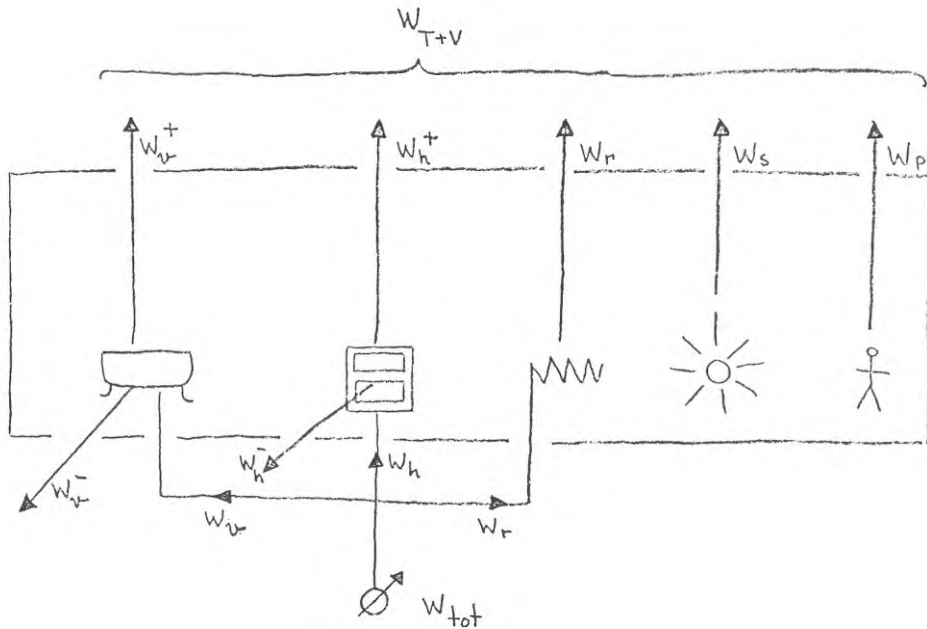
$kA_{T+V}$  är uppbyggd på följande sätt:

$$kA_{T+V} = kA_{övr} + k_o \cdot A_f \cdot 1,163 + n \cdot V \cdot 0,36 \dots\dots\dots (6)$$

där  $kA_{övr}$  =  $kA$  för väggar, golv och vindsbjälklag  
 $n$  = antal luftomsättningar per timme  
 $V$  = ventilationsvolym i  $m^3$

Insätt (6) i (5) så erhålls efter förenkling:

FIG. 26, Schematisk bild av totala värmebalansen för ett bebott bostadshus. Figuren åskådliggör hur mätarställningen uppkommer och vilken energimängd som totalt avgivits genom transmission och ventilation.



Förklaringar:

- $W_{tot}$  = Total energi avläst vid mätaren.  
 $W_v$  = Varmvattenenergi. - Förlust. + Tillgodogjord.  
 $W_h$  = Hushållsenergi. -"- -"  
 $W_r$  = Radiatorenergi.  
 $W_s$  = Solenergi inläckt genom fönstren.  
 $W_p$  = Personvärme.  
 $W_{T+V}$  = Total energi avgiven genom transmission och ventilation.

$$kA_{\text{övr}} + n \cdot V \cdot 0,36 = \frac{W_{\text{tot}} - W_{\text{förl}}}{G \cdot 24 \cdot 10^{-3}} - k_e \cdot A_f \cdot 1,163 \quad \dots\dots\dots (7)$$

Härur kan n lösas:

$n = \frac{\frac{W_{\text{tot}} - W_{\text{förl}}}{G \cdot 24 \cdot 10^{-3}} - kA_{\text{övr}} - k_e \cdot A_f \cdot 1,163}{V \cdot 0,36} \quad \dots\dots\dots (8)$
--

I formel (8) kan  $W_{\text{tot}}$  (mätarställningen),  $A_f$  (fönsterytan),  $V$  (ventilationsvolymen) och  $kA_{\text{övr}}$  ( $kA$  för väggar, golv och vindsbjälklag) insättas med sina verkliga värden.

Graddygnstal och förlusttermen  $W_{\text{förl}}$  måste däremot antags.

Medelvärden från samtliga källarlösa hus.

Med de kända värdena insatta i formel (8) erhålls för medelhuset av samtliga 3.590 källarlösa hus:

$$n = \frac{23700 - W_{\text{förl}}}{G \cdot 24 \cdot 10^{-3}} - 68,3 - k_e \cdot 21,0 \cdot 1,163$$

$$\qquad \qquad \qquad 304 \cdot 0,36$$

$$n = \frac{23700 - W_{\text{förl}}}{G \cdot 24 \cdot 10^{-3}} - 0,62 - 0,223 \cdot k_e$$

Med  $G = 5.452$  (DIT=+21) och  $W_{\text{förl}} = 3.000$  erhålls

$n = 0,82 - 0,22 \cdot k_e$
-----------------------------

En ökning av DIT till +22 °C ger  $n = 0,73 - 0,22 \cdot k_e$

En minskning av DIT till +20 °C ger  $n = 0,93 - 0,22 \cdot k_e$

Med DIT +21 °C ger en ändring av förlusttermen till

2.000 att  $n = 0,90 - 0,22 \cdot k_e$ , och förlusttermen satt till

4.000 ger  $n = 0,76 - 0,22 \cdot k_e$

En förändring av DIT med en grad ger alltså en ändring av  $n$  med ungefär 0,10. En ökning eller minskning av förlusttermen ger en förändring av  $n$  med ungefär 0,07 ggr/h per 1000 kWh.

Medelvärden från enplans- och tvåplanshus.

Med  $DIT = +21^{\circ}C$  och fasta förlusten 3.000 erhålls med medelvärden från samtliga enplanshus insatta:

$$n = \frac{\frac{25000-3000}{5452 \cdot 24 \cdot 10^{-3}} - 84,1 - k_e \cdot 22,7 \cdot 1,163}{300 \cdot 0,36}$$

d.v.s.  $n = 0,78 - 0,24 \cdot k_e$

På samma sätt erhålls med medelvärden från tvåplanshusen:

$$n = \frac{\frac{22800-3000}{5452 \cdot 24 \cdot 10^{-3}} - 57,1 - k_e \cdot 19,8 \cdot 1,163}{307 \cdot 0,36}$$

d.v.s.  $n = 0,85 - 0,21 \cdot k_e$

Diskussion.

Vid  $DIT = +21^{\circ}C$  och fast förlust 3.000 kWh/år erhålls alltså följande samband för

enplanshus  $n = 0,78 - 0,24 \cdot k_e$

tvåplanshus  $n = 0,85 - 0,21 \cdot k_e$

samtliga hus  $n = 0,82 - 0,22 \cdot k_e$

Beräkningar i KAP.13 visar att  $k_e = 0,5$  kan vara ett realistiskt värde. Med  $k_e = 0,5$  erhålls för

enplanshus  $n = 0,66$

tvåplanshus  $n = 0,75$

samtliga hus  $n = 0,71$

För att hypotesen om den totala värmebalansen skulle ge fullständig överensstämmelse i alla avseenden skulle med  $DIT = +21$ ,



förlust 3.000 och  $k_e = 0,5$  skulle olika värden på  $n$  behöva användas. Man skulle räkna med att antal luftomsättningar i enplanshus vore i genomsnitt  $n = 0,66$  ggr/h medan  $n = 0,75$  skulle gälla för tvåplanshus.

På detta sätt kunde man få medelvärdena både för enplanshus och tvåplanshus i FIG.35 och FIG.36 att falla exakt på den teoretiska linjen  $W_{tot} = kA \cdot G \cdot 24 \cdot 10^{-3} + 3000$  kWh/år.

I och för sig är det inte otänkbart att genomsnittlig ventilationsgrad vid självdragssystem är högre i ett tvåplanshus än i ett enplans. Med tanke på de osäkra antagandena om bl.a. inne-temperatur och fast förlust vore detta att dra alltför långtgående slutsatser. Det vore kanske naturligare att anta att genomsnittliga innetemperaturen är olika i de två hus typerna.

Om man betraktar den formel som erhållits för samtliga hus

$$n = 0,82 - 0,22 \cdot k_e$$

finner man att  $k_e = 0$  ger  $n = 0,82$  och  $k_e = 1,0$  ger  $n = 0,60$ .

$k_e = 0,5$  är naturligtvis ett relativt osäkert genomsnittsvärde (Jmfr 13.6-7). Emellertid kan sägas att om ekvivalent k-värde för fönster är högre så bör antal luftomsättningar troligen sät-  
tas lägre än 0,7 ggr/h. Det är knappast troligt att fönstren under året tillgodogör sig mer solenergi än den uppskattade, som givit  $k_e = 0,5$ . Skulle så vara fallet borde antal luftomsättningar höjas i motsvarande grad.

## 14 HYPOTES OM TOTAL ENERGIBALANS FÖR MEDELHUSEN.

En sammanställning av de antaganden som legat till grund för beräkningarna får följande utseende:

Energikvantiteter som ej är temperaturberoende i kWh/år.

Energislag	Totalt	Tillgodogjort
Hushållsförbrukning	3.500	2.500
Varmvatten	5.000	1.500
Personer	1.500	1.500
Solstrålning, enplanshuset	6.200	4.500
Solstrålning, tvåplanshuset	5.400	3.900

För att få en bättre överblick över de olika kvantiteternas roll i värmebalansen ritas schematiska figurer, som visar hur den avlästa mätarställningen kan tänkas ha uppkommit och storleken av den energi som avgivits i form av värmeförluster från huset. Den senare energimängden bör vara beroende av husets totala kA för transmission och ventilation.

Förhållandena illustreras i FIG. 27-29.

Här måste nu kraftigt understrykas att denna undersökning inte syftat till att i detalj kartlägga energibalansens olika komponenter. Avsikten är ju primärt att fastställa normal total årsförbrukning.

Trots detta har det varit nödvändigt att åtminstone få en överlagsmässig bild av hur den avlästa förbrukningen kan tänkas ha uppstått. Bland annat måste man ju känna till förhållandet mellan mätarställning och temperaturberoende värmebehov.

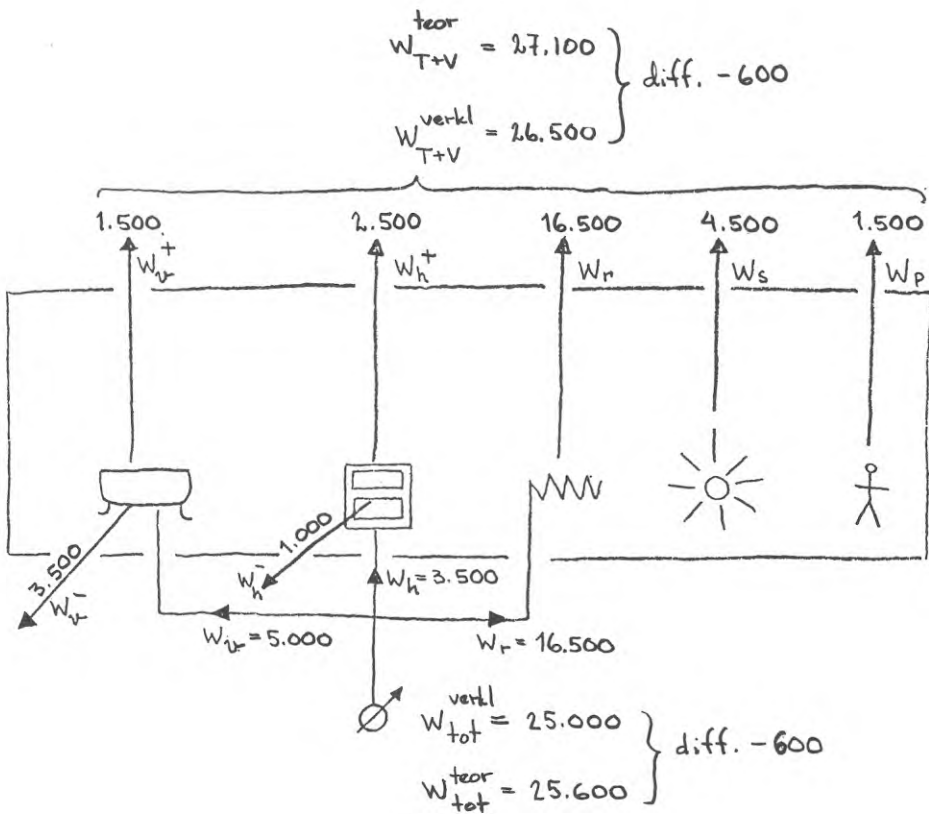
Figurerna får tillsvidare alltså endast ses som en illustration av möjlig fördelning som ger god överensstämmelse för det bearbetade materialet. Avläst värde vid elmätaren är emellertid det medelvärde som erhållits för verklig förbrukning i de undersökta husen.

I FIG. 33 redovisas hur kA efter hänsynstagande till solstrålningens positiva inverkan antas fördela sig för medelhuset. Fördelningen av kA mellan fönster och ventilation måste anses osäker (Jmfr 13.7 och 13.8). Om kA för fönster ökas bör dock troligen kA för ventilation minskas och vice versa.

Med den antagna kA-fördelningen kan den värme som avgivits genom transmission och ventilation uppskattas till de värden som angivits i FIG.34. Även i denna figur gäller alltså en viss osäkerhet beträffande relationerna mellan ventilations- och fönsterförluster.

FIG.27. Antagen energibalans för enplanshuset.

Samtliga värden i kWh/år.

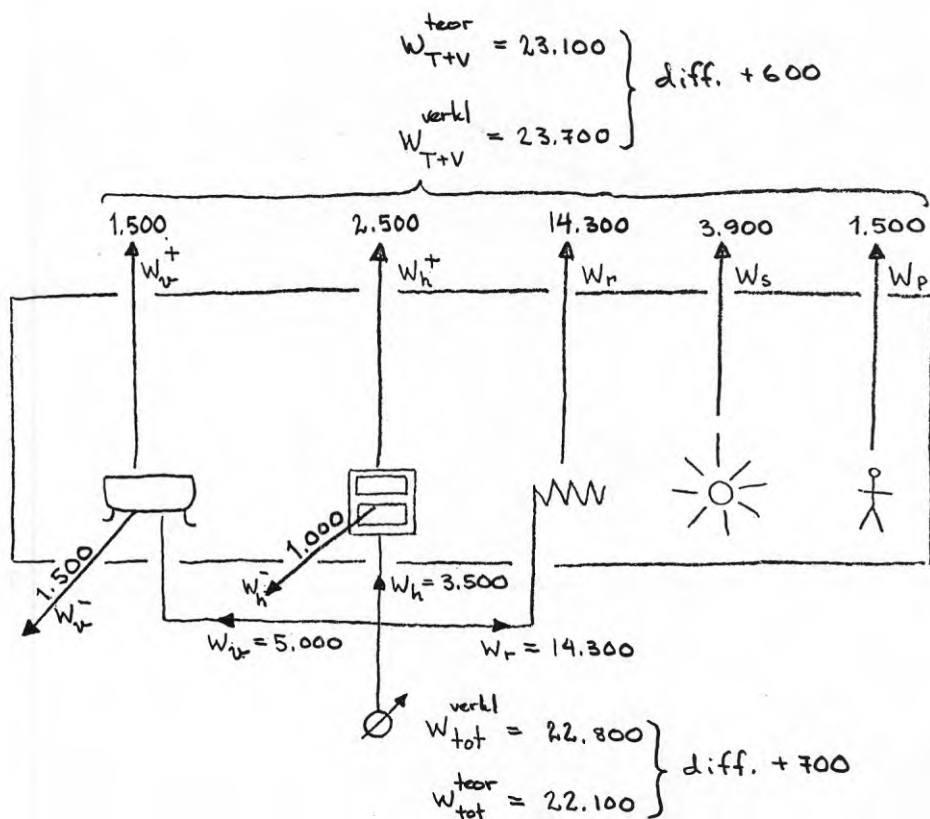


Förklaringar:

- $W_{tot}$  = Total energi avläst vid mätaren.  
 $W_V$  = Varmvattenenergi. ~ Förlust. + Tillgodogjord.  
 $W_h$  = Hushållsenergi.        "-                        "-  
 $W_R$  = Radiatorenergi.  
 $W_S$  = Solenergi inläckt genom fönstren.  
 $W_P$  = Personvärme.  
 $W_{T+V}$  = Total energi avgiven genom transmission och ventilation.

**FIG.28. Antagen energibalans för tvåplanshuset.**

Samtliga värden i kWh/år.



Förklaringar:

$W_{\text{tot}}$  = Total energi avläst vid mätaren.

$W_v$  = Varmvattenenergi. = Förlust. + Tillgodogjord.

$W_h$  = Hushållsenergi.        "-        "-

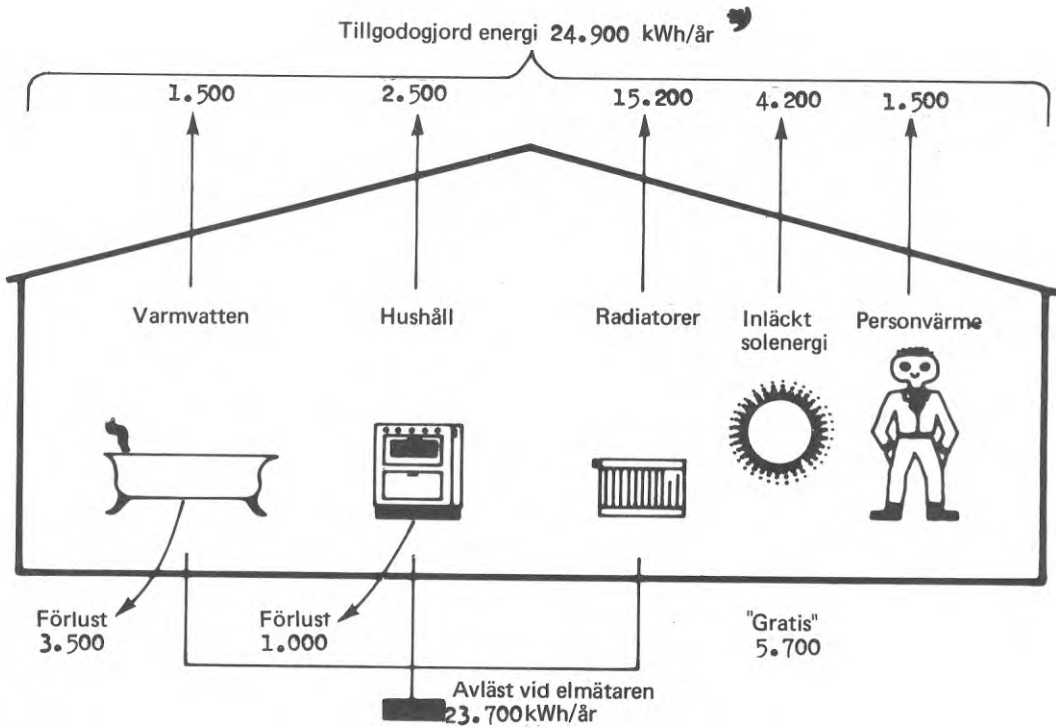
$W_r$  = Radiatorenergi.

$W_s$  = Solenergi inläckt genom fönstren.

$W_p$  = Personvärme.

$W_{T+V}$  = Total energi avgiven genom transmission och ventilation.

FIG.29. Antagen energibalans för medelhuset av både en- och tvåplanshus.  
 Samtliga värden i kWh/år.



Den energimängd som erfordras för att täcka temperaturberoende transmissions- och ventilationsförluster under hela året vid  $G = 5.452$  graddygn.

FIG.30. Sammanställning av energiförbrukningsdata.

Vägda medelvärden från samtliga obj.inom Klimatområde A.

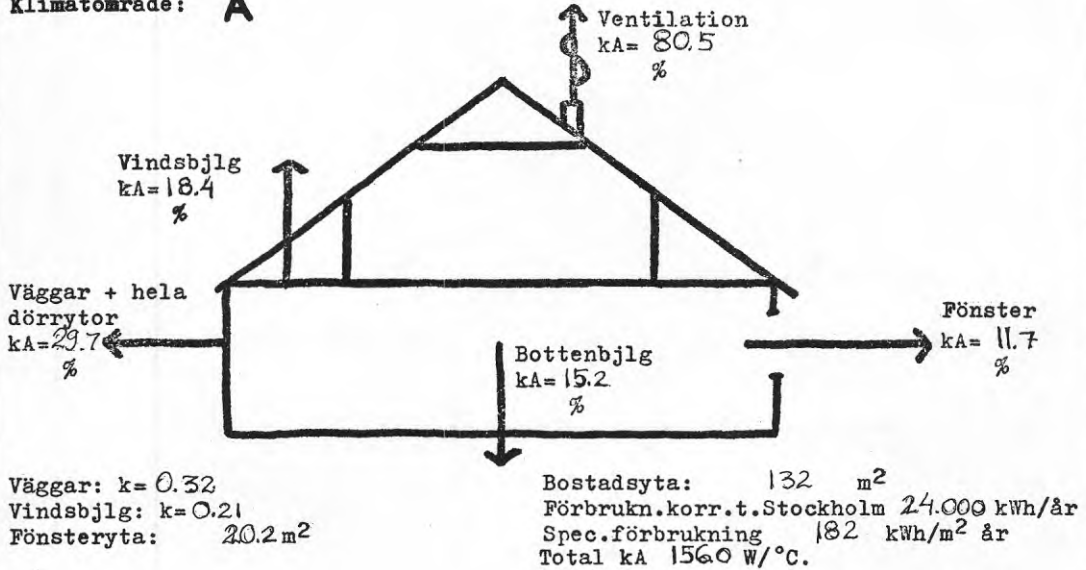
$k_A$  har beräknats med  $k_{ekv} = 0,5 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$  för fönster och antal luftomsättningar  $n=0,7 \text{ ggr/h}$ . Hänsyn till strålingstillskott har alltså tagits.

Samtliga värden korrigerade till Stockholms normalår.

1½- och 2-plans:

Antal: 870 st.

Klimatområde: **A**



1-plans:

Antal: 585 st.

Klimatområde: **A**

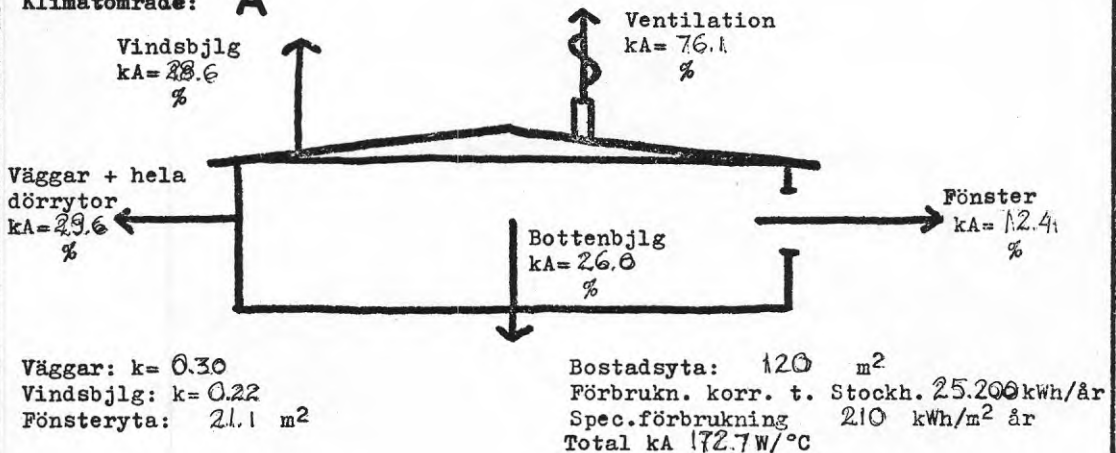


FIG.31. Sammanställning av energiförbrukningsdata.

Vägda medelvärden från samtliga obj.inom klimatområde 0.

$k_A$  har beräknats med  $k_{ekv} = 0,5 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$  för fönster och antal luftomsättningar  $n=0,7 \text{ ggr/h}$ . Hänsyn till strålningstillskott har alltså tagits.

Samtliga värden korrigerade till Stockholms normalår.

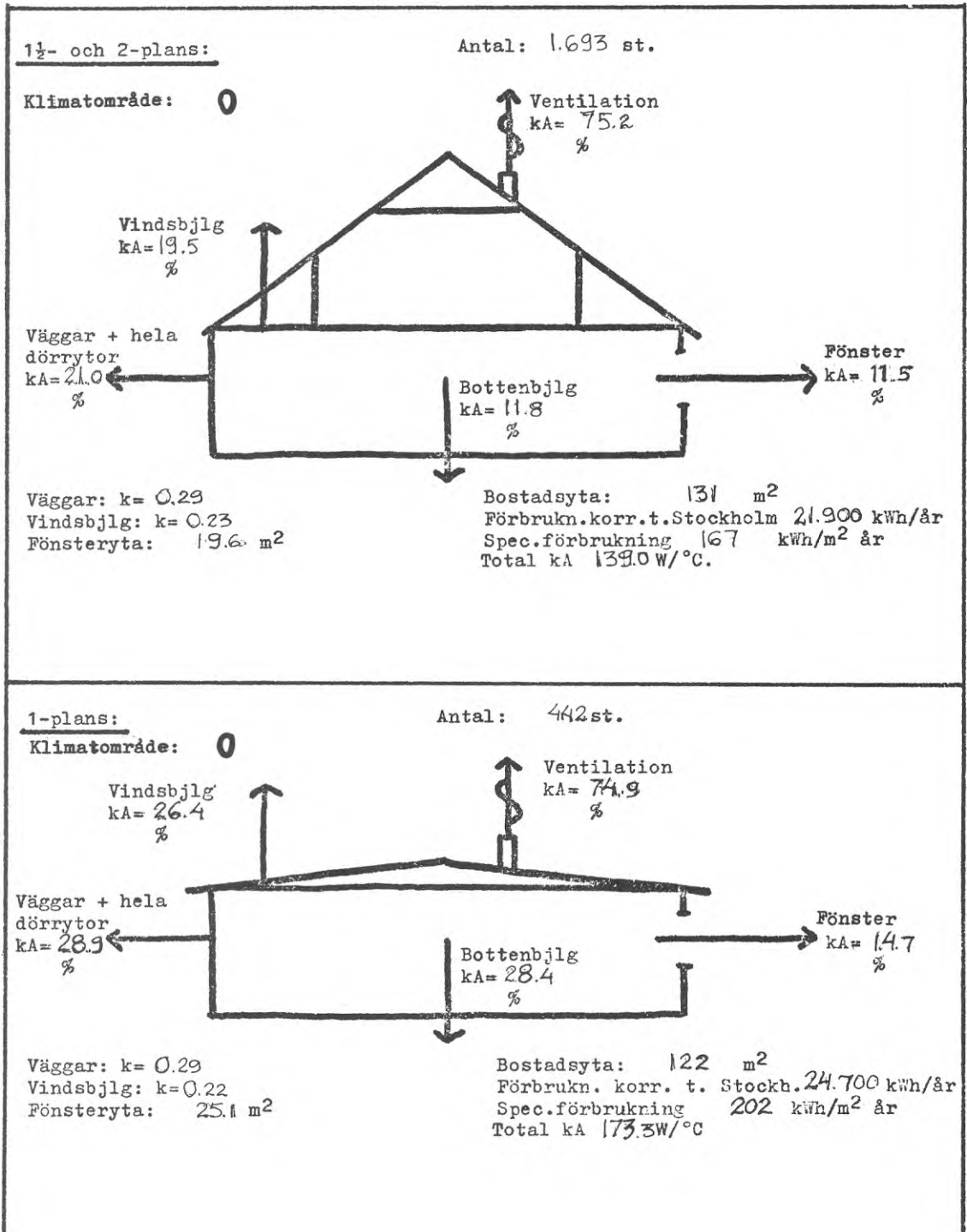




FIG.32. Sammanställning av energiförbrukningsdata.

Vägda medelvärden från samtliga obj.inom klimatmr. A och O.

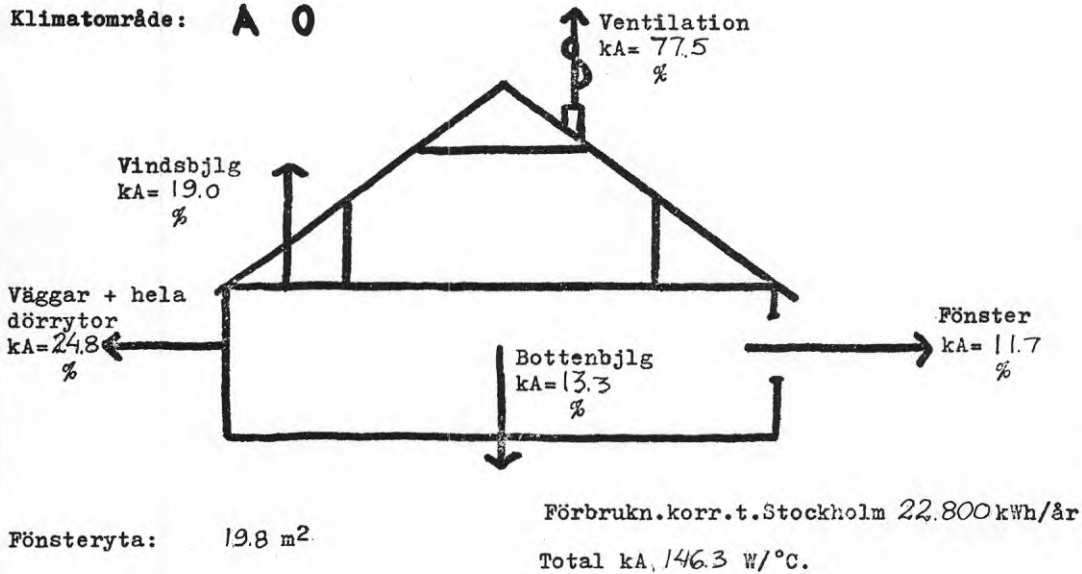
$k_A$  har beräknats med  $k_{ekv} = 0,5 \text{ kcal/m}^2 \text{ h C}$  för fönster och antal luftomsättningar  $n=0,7 \text{ ggr/h}$ . Hänsyn till strålningsstillskott har alltså tagits.

Samtliga värden korrigerade till Stockholms normalår.

1½- och 2-plans:

Antal: 2.563 st.

Klimatområde: **A O**



1-plans:

Antal: 1.027 st.

Klimatområde: **A O**

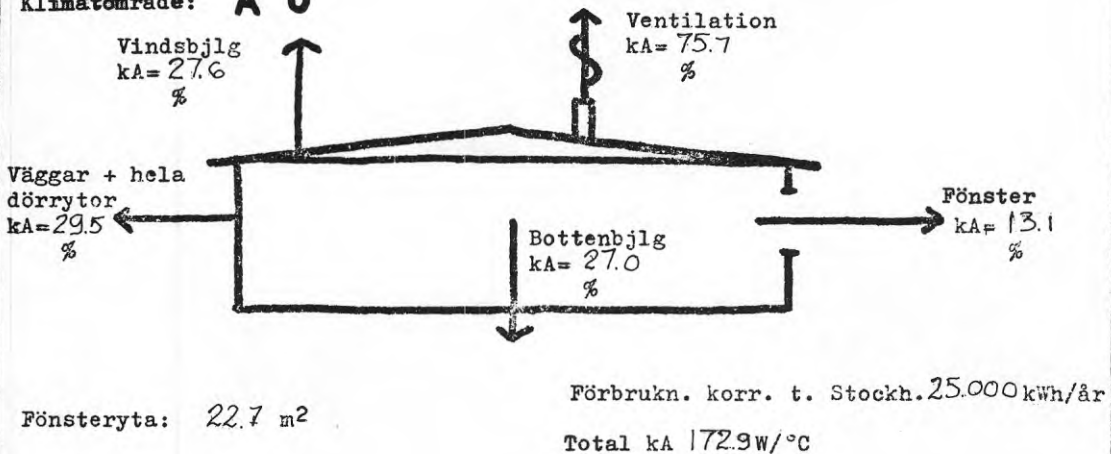


FIG.33. Fördelning av  $k_A$  för medelhuset. Vägda medelvärden från samtliga källarlösa obj. inom klimateområdena A och O. Samtliga värden korrigerade till Stockholms normalår.

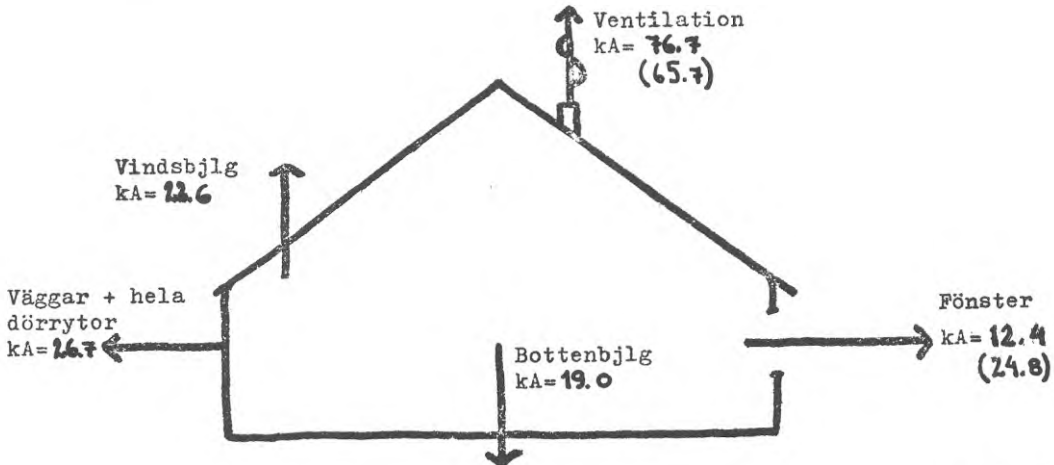
$k_A$  har beräknats med  $k_{ekv} = 0,5 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$  som värmege-nomgångstal för fönster och antal luftomsättningar  $n = 0,7 \text{ ggr/h}$ . Hänsyn till strålningstillskott har alltså tagits.

I figuren redovisas för varje byggnadsdel  $k_A$ 's värde i  $\text{W}/^\circ\text{C}$  samt dess andel av  $k_A$  för hela huset.

Obs! Värden inom parentes gäller för  $k_{ekv}=1,0$  och  $n=0,6$ .

Medelvärden från samtliga  
källarlösa hus inom klimat-  
områdena A och O.

$\text{W}/^\circ\text{C}$



Förbrukn.korr.t.Stockholm **23.700** kWh/år

Fönsteryta: 21.0  $\text{m}^2$

Total  $k_A$  **157.4**  $\text{W}/^\circ\text{C}$ .  
(158.8)

FIG.34. Uppskattad fördelning av den värmemängd som avgivits under normalår. Vägda medelvärden från samtliga källarlösa hus inom klimatområdena A och O. Samtliga värden korrigerade till Stockholms normalår.

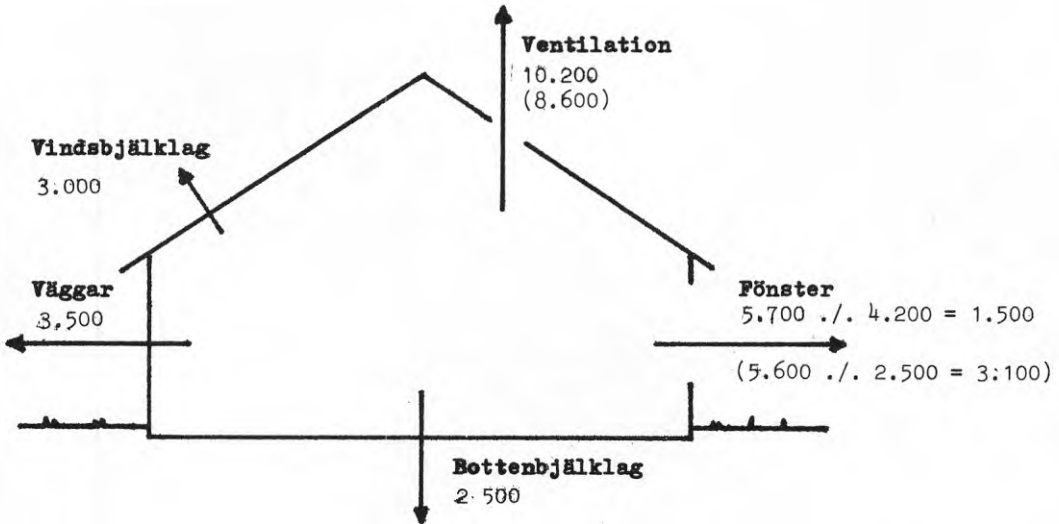
För fönster anges nettotransporten ut, d.v.s. transmission minus strålningstillskott.

Totalt har energimängden 24.900 kWh proportionerats i förhållande till varje byggnadsdels  $kA_{tot}$ -värde. 24.900 kWh/år är det uppskattade värdet på husets totala värmebehov och får inte förväxlas med radiatorenergin, som i detta fall uppgår till c:a 15.200 kWh/år.

Den avgivna värmeenergin antas ha förts in i huset på följande sätt:

Tillgodogjord hushålls- och varmvattenenergi	4.000
Tillgodogjord solstrålning mot glasytor	4.200
Tillgodogjord personvärme	1.500
Radiatorenergi	15.200

Avgivna värmemängder genom omslutningsytor och ventilation =  
 $= kA_{ekv} \cdot \Delta T = 20.700 \text{ kWh/år}$  efter hänsyn till solinstrålning.



OBS! Figuren har upprättats med antagen luftomsättning  $n=0,7$  ggr/h och  $k_{ekv}=0,5$  kcal/m<sup>2</sup> h C för brutto fönsterytor.

Värden inom parentes gäller för antagandet  $n=0,6$  och  $k_{ekv}=1,0$ . I detta fall proportioneras 23.200 mellan byggnadsdelarna. (Strålningstillskott antas till 2.500.)

Vi har sökt komma fram till antaganden som skall göra KA till en lämplig parameter för att bestämma husets totala energibehov efter avdrag för strålningsstillskott genom fönster. Vid kontrollen bör det vara riktigast att betrakta medelvärden erhållna från olika objekt som likvärdiga oberoende av hur många hus de baserats på.

Visserligen kan ett förbrukningsmedelvärde från många hus anses tillförlitligare än ett från en mycket liten grupp. Men om vi använder vägda medelvärden eller separata värden för varje hus vid regressionsanalysen innebär ju detta att vi värderar ett värde erhållet från 200 hus som 20 gånger mer värt än ett från 10 hus - eller rättare sagt att vi använder det 20 gånger fler med samma fel i KA. I verkligheten är det ju så att med de avvikelser som förekommer är sannolikheten 95 % att ett värde från 200 hus ligger inom c:a 500 kWh från det "teoretiskt riktiga" medan ett värde från 10 hus bör ligga inom  $\pm 2.000$  kWh med samma sannolikhet.

Vi har alltså alltid samma osäkerhet vid beräkning av den oberoende variabeln KA och dessutom påverkas den egentligen av levnadsvanor i varje enskilt hus. Medelvärdet av energiförbrukning kan bedömas vara osäkert för objekt med få hus. Emellertid har genomgående vid den statistiska bearbetningen aldrig några extremvärden strukits. I konsekvens med detta behandlas vid beräkning av regressionslinjer alla objekt lika.

Kontroll av de små gruppernas inverkan - ett objekt består t. ex. av endast ett hus - har dock skett genom att i samtliga fall alternativa linjer beräknats med uteslutande av alla objekt med färre än 10 hus. Det har genomgående visat sig att detta inte påverkat regressionslinjer och medelvärden i nämnvärd grad. Av denna anledning redovisas endast bearbetningen med samtliga objekt medtagna.

15.1 Diagram:  $W = f(kA)$ .

I FIG.35-38 redovisas årsförbrukning som funktion av  $kA$ .  $kA$  har då beräknats med  $k_{ekv} = 0,5 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{C}$  ( $\approx 0,6 \text{ W/m}^2 \cdot \text{C}$ ). Om glasytan antas utgöra 80 % av karmyttermåttens yta innebär detta ett  $k$ -värde för glasdelen på  $k \approx 0,6 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{C}$  ( $\approx 0,7 \text{ W/m}^2 \cdot \text{C}$ ). Antal luftomsättningar i medeltal under året har satts till  $m = 0,7 \text{ ggr/h}$ .

Med de antaganden som gjorts om den totala energibalansen betyder detta att värdena teoretiskt skulle falla på linjen

$$W_{\text{avläst}}^{\text{teor}} = kA \cdot G \cdot 24 \cdot 10^{-3} + 3000 \text{ kWh/år.}$$

Hänsyn till energitillskottet genom fönster har ju tagits vid beräkningen av  $kA$ . Däremot bör skillnaden mellan ej tillgodogjord energi från den fasta förbrukningen och gratisenergi från människor ge en ökning med c:a 3.000 kWh i medeltal.

I diagrammen redovisas den teoretiska linjen med en heldragen linje. Den streckade linjen är den regressionslinje som erhöles när varje förbrukningsmedelvärde behandlats som likvärdigt oberoende av det antal hus det baseras på. Att utesluta värden från objekt med lågt antal hus ger ingen förändring av regressionslinjerna.

FIG.35 visar samtliga enplans och FIG.36 samtliga tvåplanshus. Som tidigare nämnts faller totala medelvärdet nästan på den teoretiska linjen i båda fallen.

I FIG.37 har samtliga värden införts i samma diagram. Medelvärdet faller nu på den teoretiska linjen. Den gemensamma regressionslinjens lutning avviker något från den teoretiska. Detta kan bero på den sneda fördelningen bland tvåplanshusen. Som framgår av FIG.38 ingår i tvåplansmaterialet en mycket stor mängd små radhus i klimatområde 0.

Överensstämmelsen mellan regressionslinjer och den teoretiskt antagna är dock god.

FIG.35. Energiförbrukning som funktion av  $kA$  för enplanshus.

$kA$  har beräknats med  $k_{ekv} = 0,5 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$  för fönster och antal luftomsättningar  $n = 0,7 \text{ ggr/h}$ .

Heldragen linje = teoretisk förbrukning enligt formeln  $W = kA \cdot G \cdot 24 \cdot 10^{-3} + 3000 \text{ kWh/år}$ .

Streckad linje = regressionslinje för samtliga objekt.

$\oplus$  = medelvärde av  $W$  och  $kA$  för samtliga objekt.

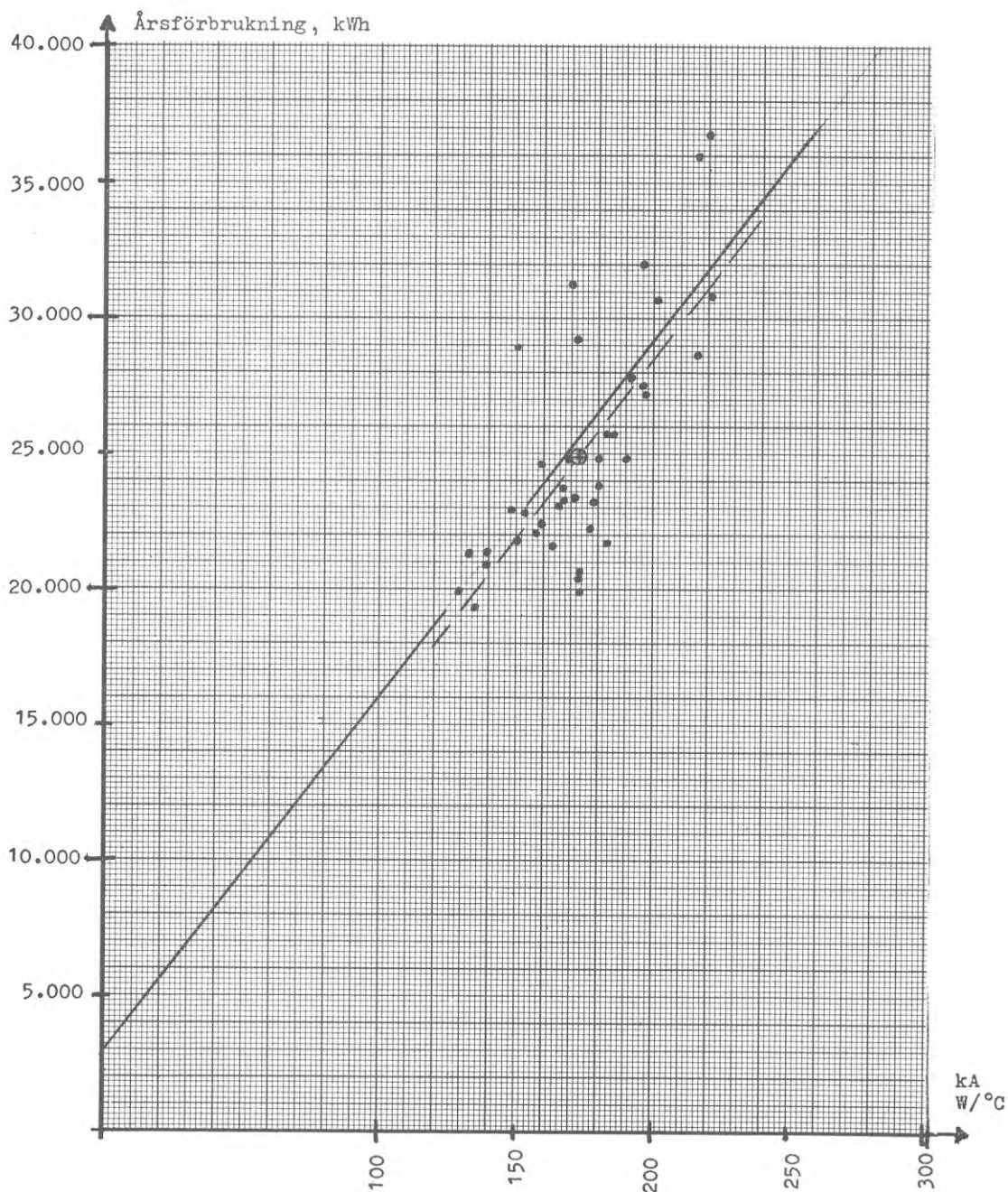


FIG.36. Energiförbrukning som funktion av  $kA$  för tvåplanshus.

$kA$  har beräknats med  $k_{ekv} = 0,5 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$  för fönster och antal luftomsättningar  $n = 0,7 \text{ ggr/h}$ .

Heldragen linje = teoretisk förbrukning enligt formeln  $W = kA \cdot G \cdot 24 \cdot 10^{-3} + 3000 \text{ kWh/år}$ .

Streckad linje = regressionslinje för samtliga objekt.

$\oplus$  = medelvärde av  $W$  och  $kA$  för samtliga objekt.

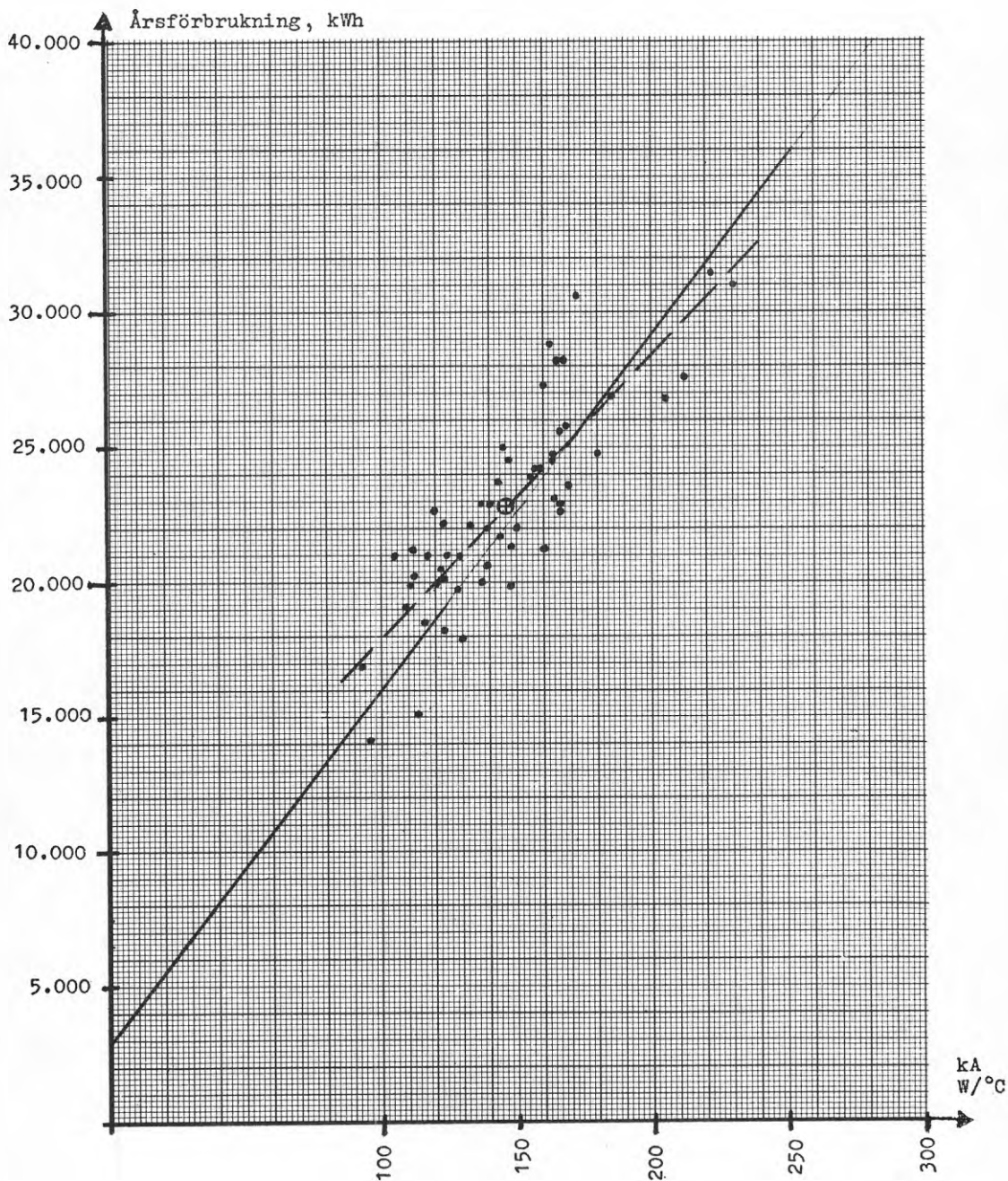


FIG.37. Energiförbrukning som funktion av  $kA$  för samtliga hus.

$kA$  har beräknats med  $k_{kv} = 0,5 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{C}$  för fönster och antal luftomsättningar  $n = 0,7 \text{ ggr/h}$ .

Heldragen linje = teoretisk förbrukning enligt formeln  $W = kA \cdot G \cdot 24 \cdot 10^{-3} + 3000 \text{ kWh/år}$ .

Streckad linje = regressionslinje för samtliga objekt.

$\oplus$  = medelvärde av  $W$  och  $kA$  för samtliga objekt.

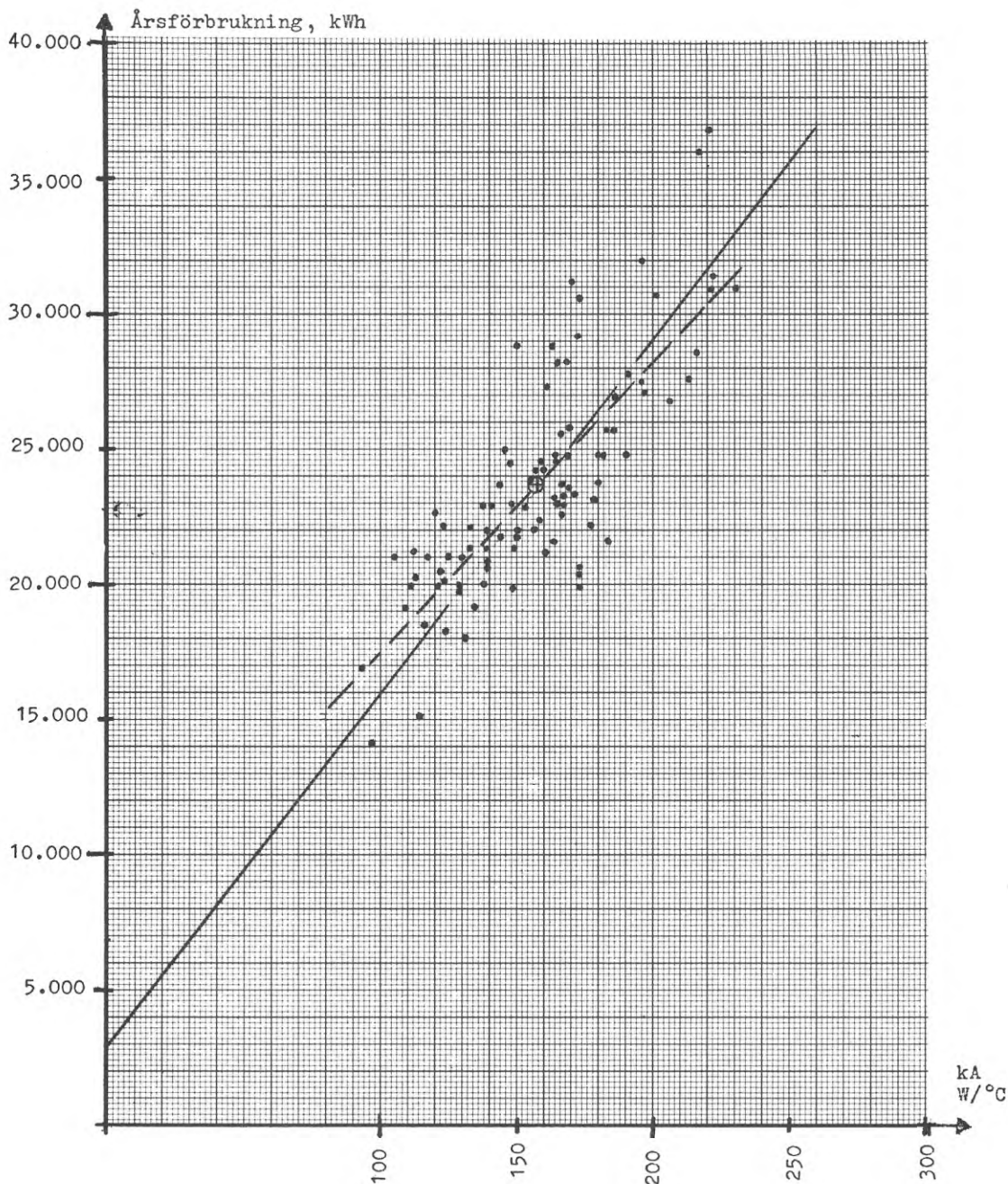




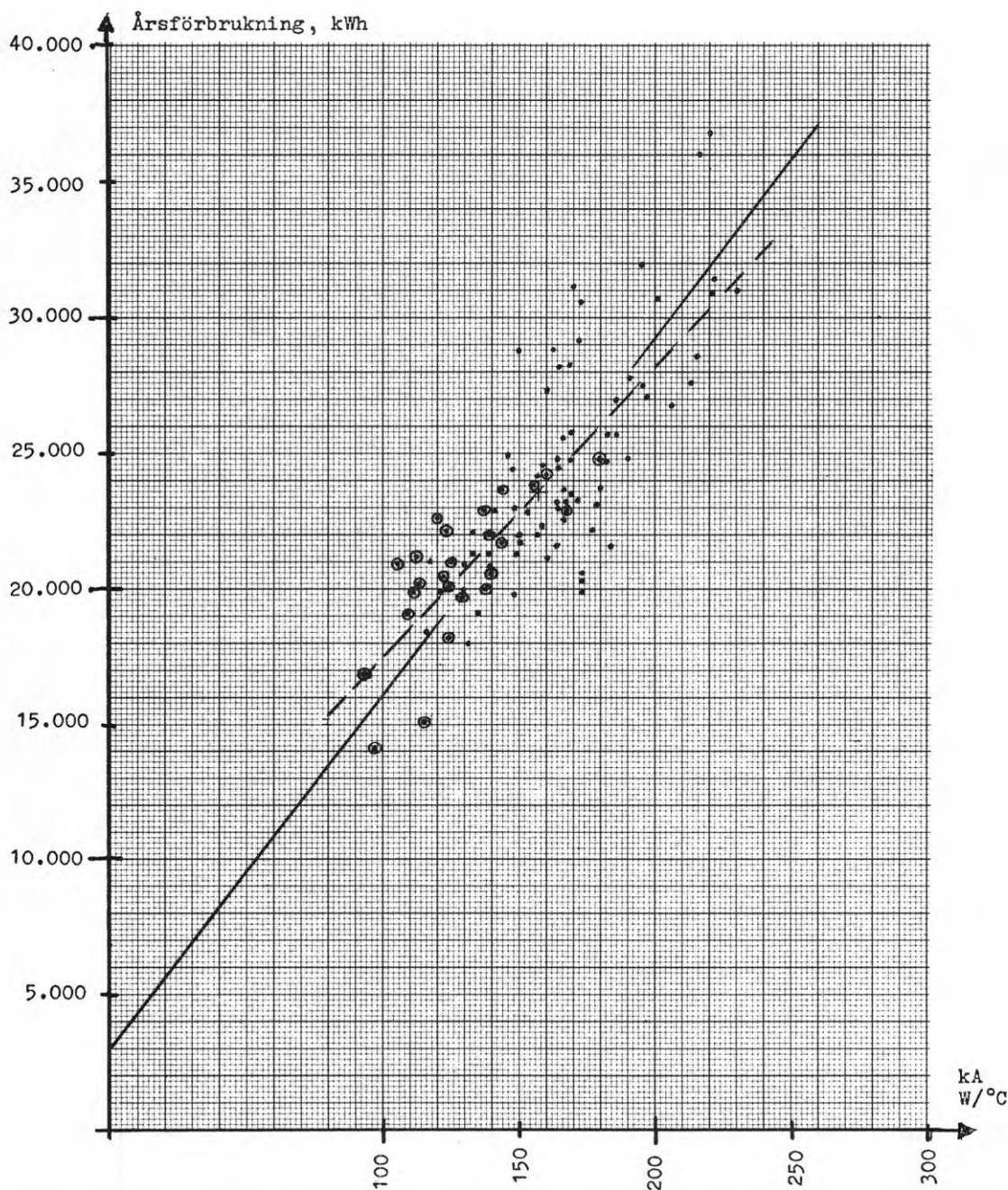
FIG.38. Energiförbrukning som funktion av  $kA$  för samtliga hus.

$kA$  har beräknats med  $k_{ekv} = 0,5 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{C}$  för fönster och antal luftomsättningar  $n = 0,7 \text{ ggr/h}$ .

Heldragen linje = teoretisk förbrukning enligt formeln  $W = kA \cdot G \cdot 24 \cdot 10^{-3} + 3000 \text{ kWh/år}$ .

Streckad linje = regressionslinje för samtliga objekt.

⊙ = tvåplans radhus inom klimatområde 0



## 15.2 Prediktionsintervall.

Vid bestämning av förväntad förbrukning är man naturligtvis intresserad av att veta inom vilka gränser medelförbrukningen varierar.

Lindström-Lundström, (1973) har i sitt examensarbete ingående behandlat prediktionsintervall, d.v.s. det band kring regressionslinjen inom vilket förbrukningsvärdena med en viss sannolikhet kommer att återfinnas.

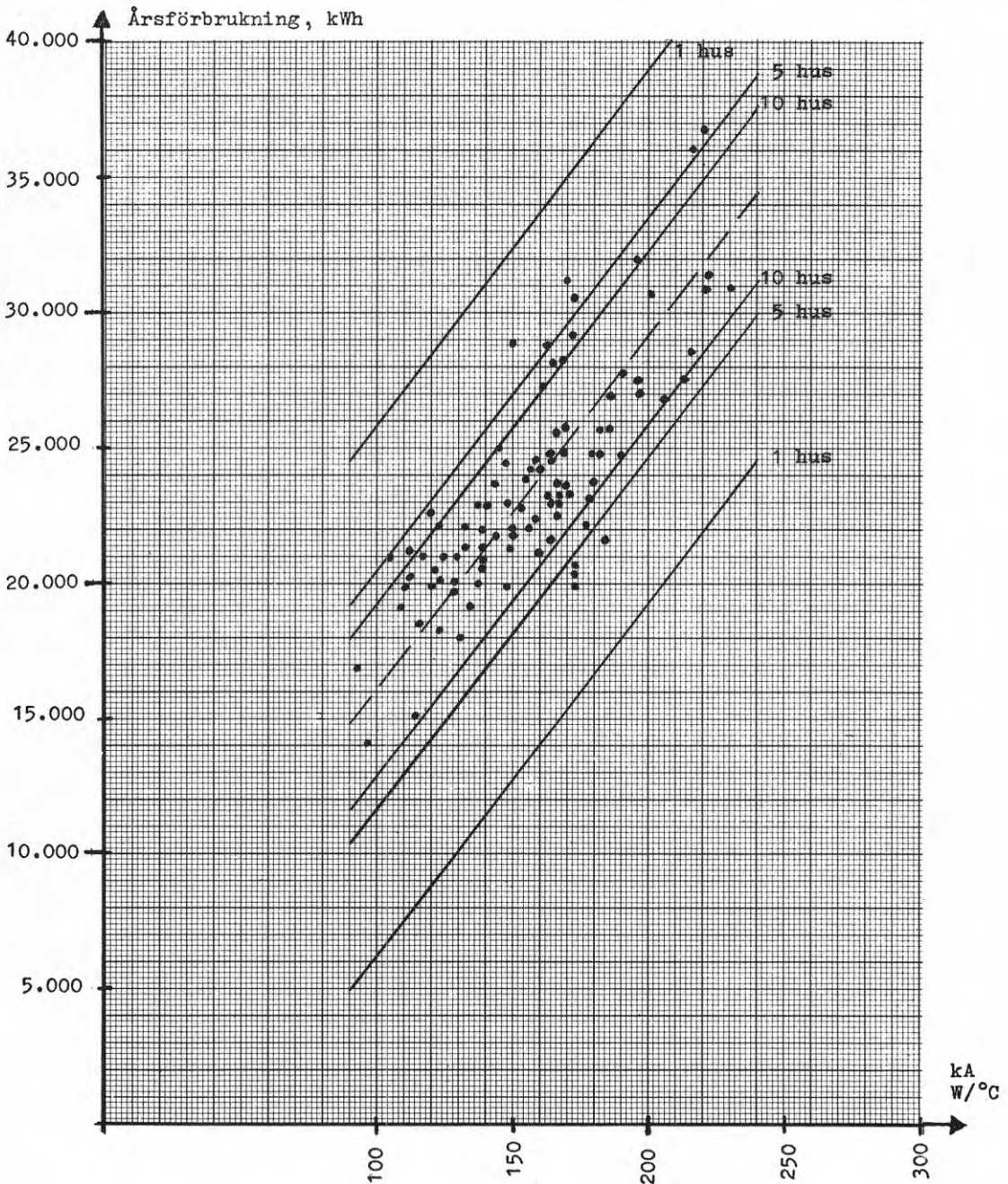
Den speciellt intresserade hänvisas till denna skrift. Med den i examensarbetet beskrivna metoden kan bl.a. med hjälp av enskilda observationers avvikelse från regressionslinjen prediktionsintervallet bestämmas.

Med det bearbetade materialet som grund beräknas nu de värden som ligger till grund för kurvan i FIG. 53. Diagrammet är beräknat för 95 %-igt prediktionsintervall. Detta innebär att verkliga värdenas avvikelser från förbrukningsdiagrammets värde med 95 % sannolikhet ligger inom de gränser som erhålls ur FIG. 53 .

Diagrammet har upprättats på basis av värden från källarlösa hus. För hus med källare har inte några försök gjorts att fastställa prediktionsintervall med tanke på den stora skillnad i utnyttjande som kan förekomma. Det torde vara naturligt att något större avvikelser förekommer än de som framgår av det nämnda diagrammet.

I FIG. 39 har införts prediktionsintervall för objekt med olika antal hus. Med hjälp av diagrammet i FIG.53 kan avvikelser för godtyckligt antal hus bestämmas.

FIG.39. Prediktionsintervall för energiförbrukning som funktion av  $kA$ .  
 Samtliga objekt utan källare inom klimatområdena A och O.  
 Prediktionsintervall har införts för objekt bestående av 1, 5 och 10 hus.  
 Linjerna representerar maximal avvikelse (med 95 % sannolikhet) från den streckade linjen för teoretisk förbrukning enligt  $W = 130,8 kA + 3000 \text{ kWh/år}$ .



### 15.3 Enskilda objekts avvikelser från teoretiska värden.

I TAB.19 har samlats ytterligare beräknade data för de aktuella objekten.

Där återfinns bl.a. differens mellan det på avläsningar grundade medelvärdet för verklig förbrukning och teoretisk årsförbrukning enligt formeln  $W = 130,8 \cdot kA + 3000$  kWh/år. Standardavvikelsen för uppmätta förbrukningsvärden i procent av objektmedelvärdet finns även angiven.

Största total avvikelse finner man hos objekten 54 och 55, vilket är naturligt då dessa består av ett resp. två hus. Alla objekt har ju medtagits oberoende av antal och standardavvikelse hos primärmaterialet.

Genomsnittligt ligger standardavvikelsen vid 13,7 % för enplanshus och 14,9 % för tvåplanshus. Standardavvikelserna skulle naturligtvis ha minskat om extremvärden strukits. Den största procentuella standardavvikelsen gäller för objekt 12 där den utgör 31,8 % av medelvärdet. Den minskas dock till 16,7 om extremvärdet 68.600 kWh/år tas bort.

Det är emellertid svårt att ange var gränsen skall dras. Förf. har därför valt att behålla extremvärden både uppåt och nedåt i medvetandet om att de mycket litet kommer att påverka slutliga regressionslinjer.

Om man vill söka ange medelförbrukningar för att t. ex. anlägga nationalekonomiska synpunkter bör det vara riktigt att behålla extremvärden. Om man däremot vill erhålla värden giltiga för den genomsnittlige småhusägaren kan det vara mer befogat att utesluta ytterlighetsvärden eller bearbeta medianvärden. Överensstämmelsen mellan medelvärde och median visar emellertid att extremvärdena inte i någon större utsträckning kan påverka slutresultatet.

Det ligger nu nära till hands att undersöka inverkan av några faktorer som kan tänkas påverka energiförbrukningen.

### 15.3.1 Uppvärmade utrymmen utanför huset.

Vid beräkning av  $kA$  har inga påslag gjorts för friliggande eller motbyggda förråd, eftersom det är svårt att avgöra om de verkligen hålls uppvärmda och till vilken temperatur. För husen inom klimatområde 0 har dock en noggrannare undersökning gjorts beträffande förekomst av värmeisolering och radiatorer i sådana utrymmen. I TAB.19 har markerats vilka objekt som kan antas ha uppvärmda garage eller förråd.

Man finner att av dessa 16 objekt har 14 st eller 88 % högre förbrukning än den teoretiska. Genomsnittligt ligger förbrukningen 2.000 kWh/år över den teoretiska. Bland dessa objekt ingår dock ett (nr 210) med värmeslinga i sockel, vilken kan tänkas öka årsförbrukningen något.

### 15.3.2 Kedjehus

Den gynnsamma effekt som ett motbyggt ouppvämt förråd kan ha har inte heller beaktats vid beräkningen av  $kA$ . Tendens till något lägre förbrukning än den förväntade kan skönjas hos kedjehusen.

Av de 26 objekt som klassificerats som kedjehus har 19 st eller 73 % en förbrukning som underskrider den teoretiska.

### 15.3.3 Platta på mark - kryputrymme.

Det kan vara intressant att se om någon signifikant avvikelse finns mellan objekt med platta på mark och objekt med s.k. torpargrund. De antaganden som använts vid beräkning av värmestånd mot mark är ju ytterst schablonmässiga.

Man finner att av 55 objekt med platta på mark har 20 st högre förbrukning än teoretisk. Detta motsvarar 36 %. För 41 objekt med kryputrymme gäller att 66 % har högre förbrukning än beräknad.

### 15.3.4 Radhus.

Nästan hälften av objekten utgörs av radhus. För radhusen gäller att 67 % av de 43 objekten har högre förbrukning än teore-

tisk. För övriga hustyper däremot har 35 % av de 52 objekten högre förbrukning än förväntad.

#### 15.3.5 Fönsterprocent.

I TAB.19 har även fönsterprocent införts. Här har beräknats hur stor procent av totala väggytan som utgörs av fönster inklusive karmar. Medelvärdena utgör 19,1 % för enplanshus och 23,3 % för tvåplanshus.

För samtliga objekt gäller att 46 objekt har fönsterprocent som överskrider det för respektive hustyp gällande medelvärdet. Av dessa har 59 % förbrukning över den teoretiska. Man finner alltså ingen markant avvikelse från teoretiska värden om objekten har högre eller lägre fönsterprocent än den normala för hustypen ifråga.

#### 15.3.6 Byggnadsår.

Även byggnadsår redovisas i TAB.19. Det bör vara av intresse att se om någon signifikant skillnad kan spåras mellan nya och något äldre hus.

Medelvärde och median för samtliga objekt ligger vid byggnadsår 1968. Låt oss se på hus byggda senare d.v.s. under åren 1969 och 1970. Totalt är 41 objekt byggda under de två senast nämnda åren. Av dessa har 23 st eller 56 % en förbrukning som ligger över den teoretiska. Medelvärdet för samtliga 41 objekt är en differens av 500 kWh/år.

Man skulle förmoda att de senare byggda husen kanske hade en bättre individuell reglering av temperaturen, vilket skulle medföra lägre årsförbrukning. Detta kanske motverkas av att de relativt svårinställda, i radiatorerna inbyggda termostater som blev vanliga dessa år.

Detta bevisas naturligtvis inte på något sätt av det ovan anförda. Någon påtaglig skillnad finns inte mellan hus av yngre datum och något äldre. Inte heller kan man räkna med att marginella variationer p.g.a. till exempel skillnader i reglerbarhet skall kunna framträda med de grova beräkningsmetoder som använts.

Man måste ha klart för sig att de ovan gjorda jämförelserna inte avser att visa att metoden att generellt beräkna  $k_A$  - lika för alla olika hustyper - ger exakta värden.

Differenserna kan ju uppstå som en kombination av olika faktorer och är dessutom även marginella medan levnadsvanor starkt påverkar årsförbrukningen. Inget tyder emellertid på att avvikelserna skulle signifikant bero av något grundläggande fel i de gjorda antagandena.

### 15.3.7 Jämförelse med teoretiska värden på differens.

Om man endast beaktar beloppen av differenserna, oberoende av deras tecken, finner man att medeldifferensen för ett enplanshus utgör 2.400 kWh/år medan den för tvåplanshus är 1.900. Här avses alltså summan av differensernas belopp dividerad med antalet objekt. Om man tar hänsyn till tecken utjämnas ju avvikelserna eftersom metoden att beräkna förväntad förbrukning utgår från de verkliga förbrukningsmedelvärdena. För samtliga 96 objekt är medeldifferensen 2.100 kWh/år.

I KAP. 18 visas ett diagram som illustrerar hur den sannolika differensen varierar med antalet hus i objektet. Som exempel gäller för en grupp på 10 lika hus att differensen med 95 %:s sannolikhet bör ligga inom  $\pm 3.100$  kWh/år medan den för 5 hus bör ligga inom  $\pm 4.400$ .

För samtliga objekt beräknas nu de teoretiska maximivärdena på differenser. För enplanshus inom klimatområde A erhålls för objekt 36 (8 hus) differens 3.500, för objekt 41 (15 hus) differens 2.500 kWh/år o.s.v.

Om man nu beräknar medelvärdet av dessa teoretiska värden på differens och jämför med medelvärdet av verkligt uppkomna differenser finner man att följande gäller:

Enplanshus	Medelvärde av teor.differens	Medelvärde av verklig diff.
Enplanshus	2.815	2.353
Tvåplanshus	2.105	1.857
Samtliga	2.401	2.064

Medelvärdet av de verkliga differenserna ligger således inom de gränser som med 95 % sannolikhet skall gälla.









TAB.19. Ytterligare data för källarlösa objekt.

## Tvåplanshus. Klimatområde O.

Objekt nummer	Antal hus	x = radhus	x = platta på mark	x = uppvärmt garage eller förråd	x = kedjehus	Bostadsyta m <sup>2</sup>	Byggnadsår	Teoretisk förbrukning MWh/år	Verklig förbrukning MWh/år	Differens (+ = verkl. förbr. större än teor.)	Standardavvikelse hos primärlast. (% av medelvärdet)	Fönsteryta i % av total vägyta
134	24	X				103	70	15.6	14.1	-1.5	10.3	37.9
144	89	X		X		99	68	15.2	16.4	+1.7	15.6	35.9
204	60	X		X		106	70	16.7	21.0	+4.3	13.7	30.5
208	78	X	X			109	69	17.5	21.2	+3.7	15.1	42.1
233	8	X				103	70	17.8	15.1	-2.7	13.4	15.8
243	30	X		X		99	68	17.3	19.1	+1.8	16.0	35.4
203	29	X		X		106	70	18.7	22.7	+4.0	17.5	17.2
207	68	X	X			109	67	19.1	22.2	+3.1	10.3	22.1
211	8	X	X			112	70	17.7	20.2	+2.5	10.1	37.2
220	24	X		X		133	70	19.2	21.0	+1.8	14.0	34.5
221	48	X				130	66	20.9	22.9	+2.0	16.4	34.3
225	147	X	X			122	65	19.1	18.2	-0.9	15.5	34.1
240	72	X		X		132	68	19.0	20.5	+1.5	18.7	36.4
242	56	X		X		132	68	19.1	20.1	+1.0	14.7	37.5
247	24	X	X			112	69	19.7	19.8	+0.1	12.1	34.8
248	46	X	X			112	69	17.5	19.9	+2.4	27.8	34.8
216	15	X				151	68	21.8	21.7	-0.1	11.5	28.7
219	13	X		X		133	70	21.7	23.7	+2.0	16.3	17.1
222	10	X				130	66	23.3	23.9	+0.6	22.0	11.2
224	96	X	X			122	65	20.9	20.0	-0.9	13.2	19.3
239	35	X		X		132	68	21.2	22.0	+0.8	15.3	36.4
241	28	X		X		132	68	21.2	20.6	-0.6	13.9	37.5
263	101		X		X	124	68	23.9	21.2	-2.7	14.1	16.1
213	33		X		X	124	68	24.3	24.5	+0.2	16.1	17.5
215	20	X				151	68	23.8	24.2	+0.4	12.5	18.2
262	70			X	X	151	70	24.3	24.7	+0.4	10.6	17.3
226	107	X	X			162	69	26.6	24.8	-1.8	18.4	19.9
227	46	X	X			162	69	24.7	22.9	-1.8	18.4	26.1
231	63					140	70	23.7	24.2	+0.5	12.8	25.9
260	8			X		133	68	24.7	28.3	+3.6	17.0	25.6
261	5					173	69	29.8	26.8	-3.0	8.1	17.4
223	232		X		X	163	65	32.0	31.5	-0.5	21.0	29.7

#### 15.4 Jämförelser hos klassindelad material.

Regressionslinjer kommer i viss mån att påverkas av snedfördelning hos det undersökta materialet. Det kan därför vara av intresse att redovisa resultat från bearbetning med husen klassindelade efter  $k_A$ 's storlek. Här har varje enskilt hus' energiförbrukning korrigerats till Stockholms normalår.

Av FIG. 40 och 41 framgår att medelvärdet av energiåtgång stiger jämnt med ökande  $k_A$ . En uppdelning av materialet inom varje  $k_A$ -intervall dels på en- och tvåplanshus, dels på klimatområde A och O, visar inga tecken på signifikant avvikelse hos medelvärdet eller spridning.

Här visas i FIG. 42 en uppdelning av husen med  $k_A = 151-170$ , som omfattar ett stort antal hus med ungefär samma  $k_A$  från de båda klimatområdena. Som framgår av figuren erhålls ungefär samma fördelning oberoende av antal plan och klimatområde.

FIG.40. Energiförbrukning hos källarlösa hus inom klimatområdena A och O. Klassindelät efter kA i 20-intervall. Samtliga energiförbrukningar korrigerade till Stockholms normalår. — . — . — = medelvärde.

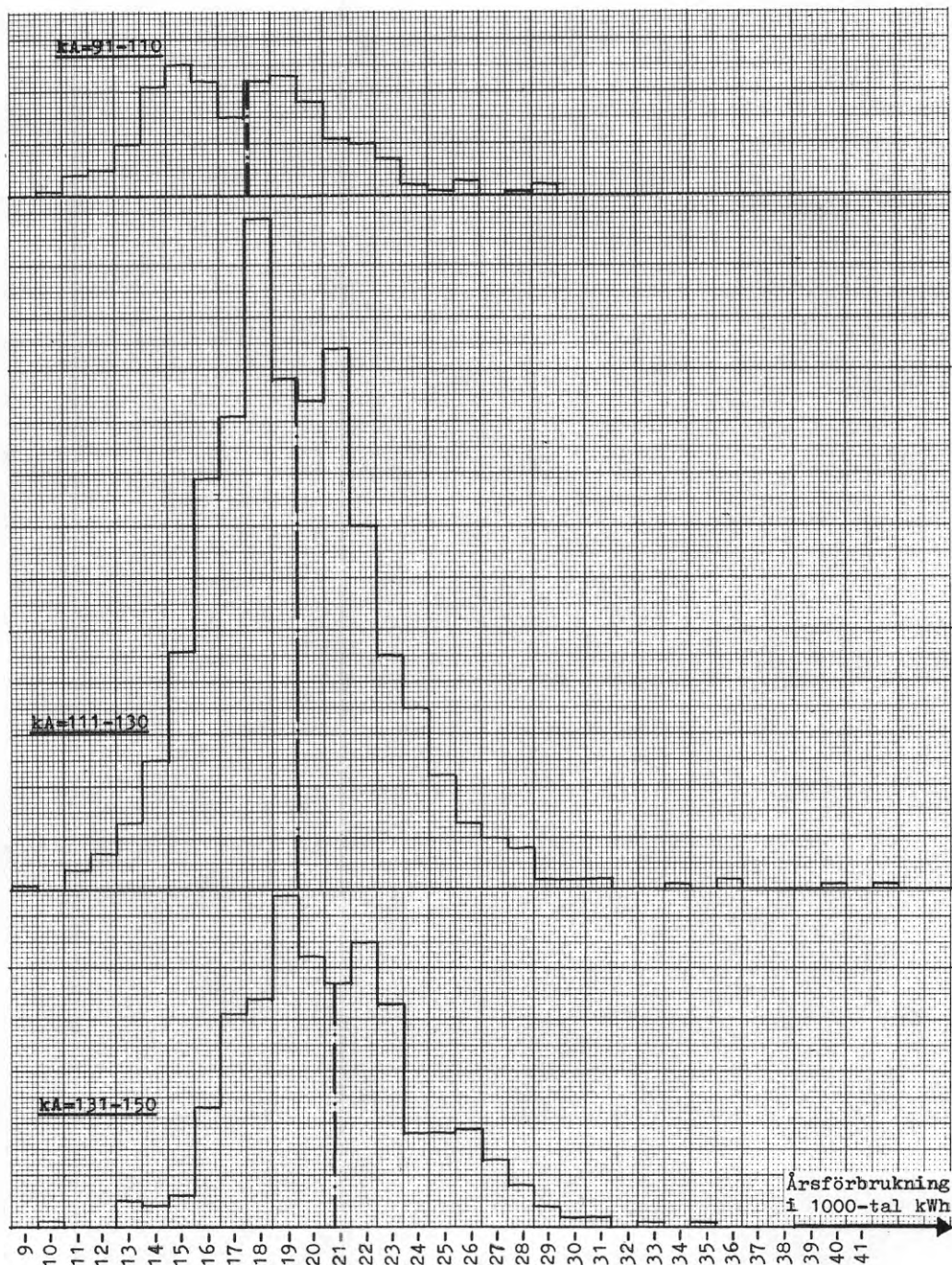


FIG. 41. Energiförbrukning hos källarlösa hus inom klimatområdena A och O. Klassindelät efter kA i 20-intervall. Samtliga energiförbrukningar korrigerade till Stockholms normalår. — · — · — = medelvärde.

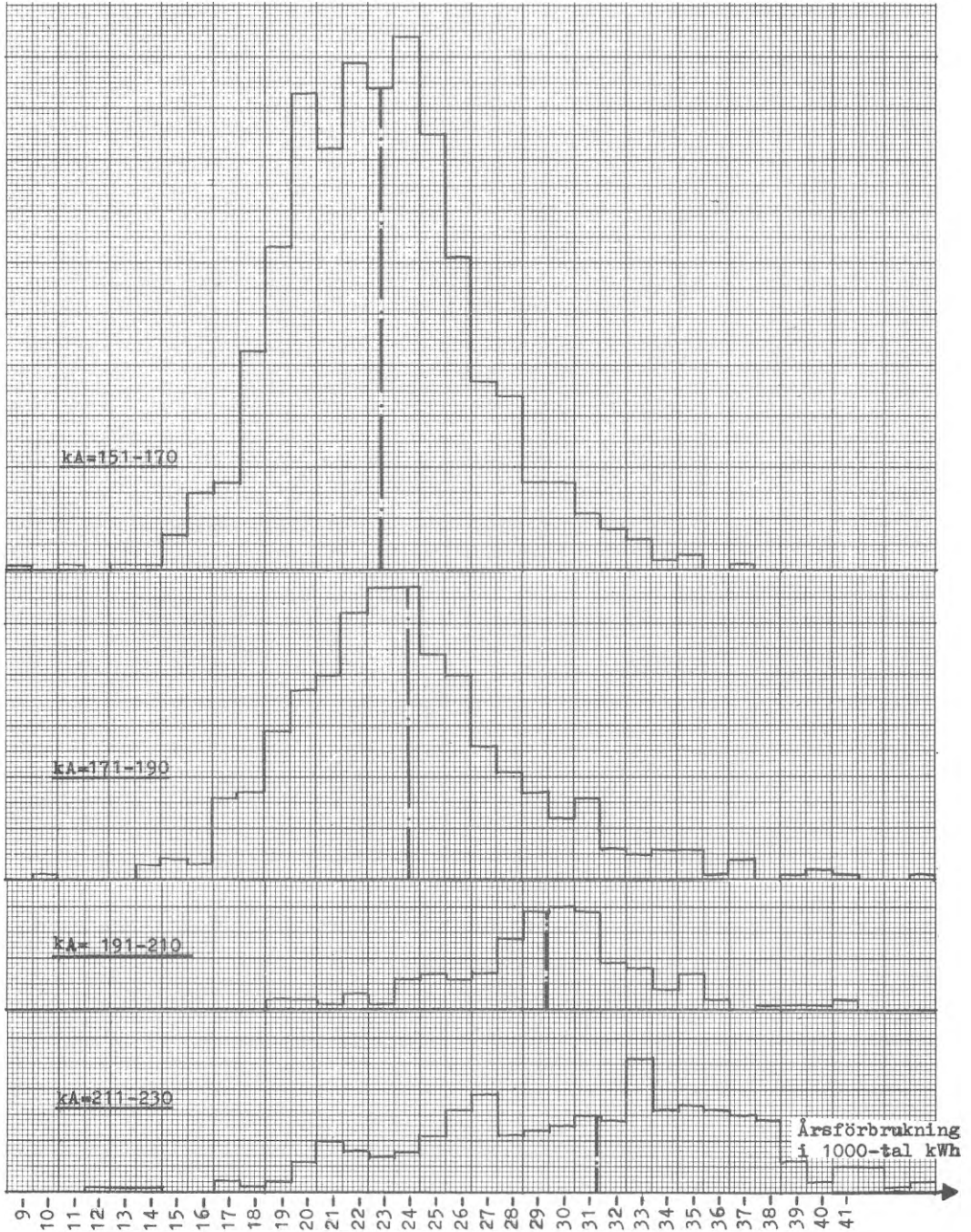
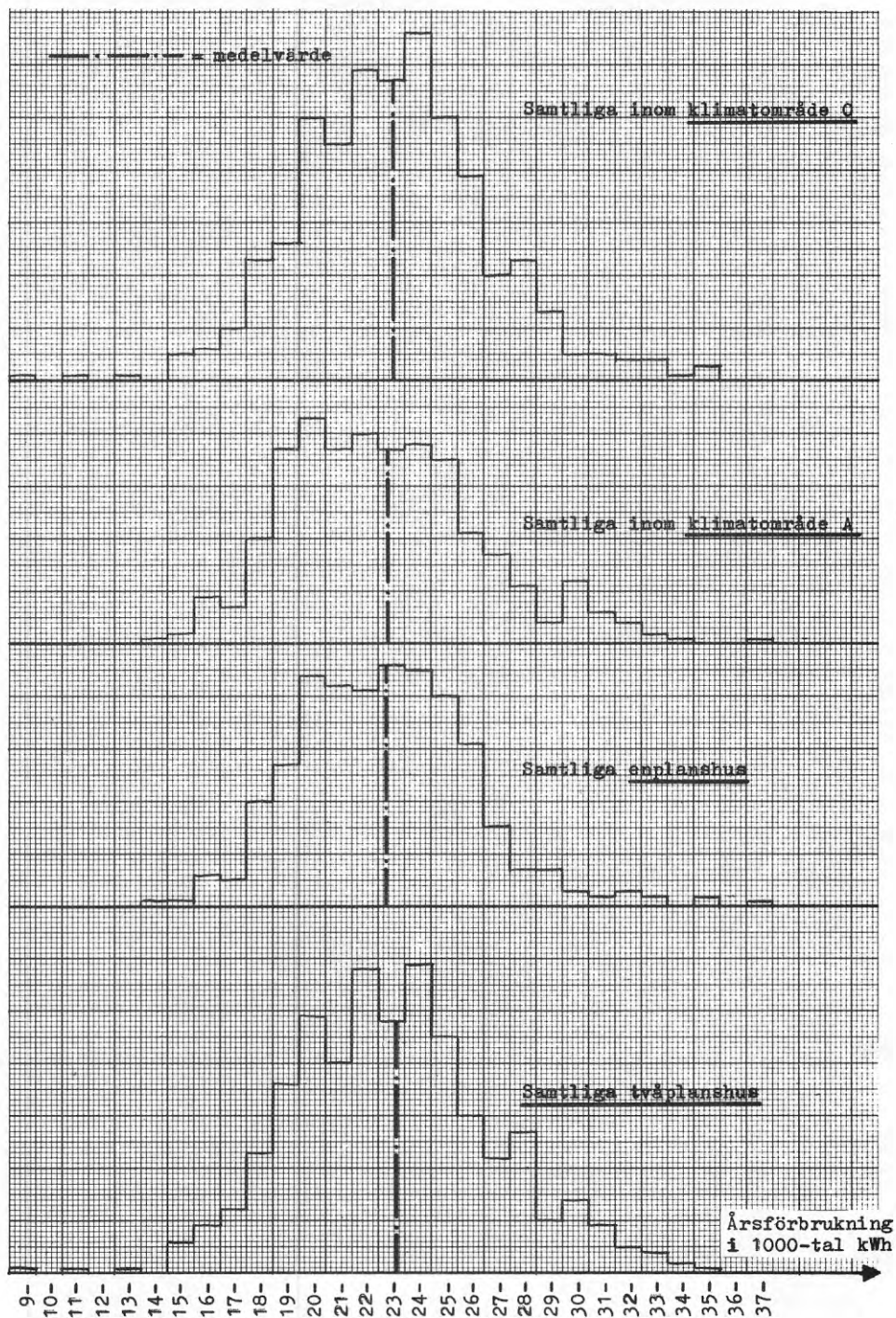


FIG.42. Jämförande uppdelning av samtliga hus med  $k_A = 151-170$ .  
 Höjdskala: 1 mm = 1 hus. Totalt 904 hus.



## 15.5 Kontroll av omräkning mellan de två klimatområdena.

Vid bearbetningen har förbrukningsvärden från klimatområde 0 omräknats till Stockholms normalår. Den använda metoden för korrigerings har tidigare diskuterats ( Jmfr 6.2.2).

Principen var att anta att gratisvärme och rena förluster var av samma storleksordning varför mätarställningen skulle vara direkt proportionell mot klimatområdets graddygnstal.

Sedan hela materialet bearbetats ges möjlighet att kontrollera om medelvärden från klimatområde 0 nämnvärt avviker från motsvarande värden erhållna i klimatområde A. Detta kan ske genom att teoretiska värden på total mätarställning jämförs med de verkligt uppmätta både för Stockholms- och Göteborgshusen. Med de antaganden som gjorts ( Jmfr FIG. 29 ) bör teoretiskt värde på mätarställning vara

$$W_{\text{tot}} = kA \cdot G \cdot 24 \cdot 10^{-3} + 3000 \text{ kWh/år}$$

där  $kA$  beräknat med ekvivalent värmegenomgångstal för fönster skall insättas.

För samtliga hus inom klimatområde 0 är medelvärdet av  $kA$  med hänsyn till strålningstillskott  $150,4 \text{ W/}^\circ\text{C}$ .  $W$  har med ovan nämnda metod korrigerats till Stockholms normalår varvid  $W = \underline{22.800 \text{ kWh/år}}$  erhållits.

Med  $G = 5.452$  erhålls teoretiskt värde på mätarställning:

$$W_{\text{tot}}^{\text{teor}} = 150,4 \cdot 5452 \cdot 24 \cdot 10^{-3} + 3000 = \underline{22.700 \text{ kWh/år.}}$$

Här erhålls alltså mycket god överensstämmelse.

För en- och tvåplanshusen behandlade separat blir inte överensstämmelsen mellan teoretiska och verkligt uppmätta värden lika god. Emellertid gäller att avvikelserna har samma tecken och storleksordning oberoende av klimatområde.

Den grundläggande skillnaden, att avlästa värden för enplanshus blir något lägre och för tvåplanshus något högre än de teoretiskt beräknade, har diskuterats tidigare.

I TAB.20 jämförs teoretiskt förväntade värden med verkligt avlästa värden korrigerade till Stockholmsklimat. Av denna framgår att omräkningen av Göteborgsförbrukningar till Stockholmsklimat ger förvånansvärt god överensstämmelse.



TAB.20. Jämförelse mellan teoretiskt beräknade och verkligt uppmätta värden på årlig totalförbrukning.

Samtliga värden gäller totalförbrukning i kWh/år korr. till Stockholms normalår (  $G = 5.452$  )

	$W_{\text{teor}}$ avläst	$W_{\text{verkl}}$ avläst	diff.
Enplans. Klimatområde A.	25.167	25.585	-418
Enplans. Klimatområde O.	24.669	25.661	-992
Tvåplans. Klimatområde A.	24.050	23.400	+650
Tvåplans. Klimatområde O.	21.872	21.185	+687
Samtliga enplans. A och O.	24.968	25.615	-647
Samtliga tvåplans. A och O.	22.805	22.135	+640
Samtliga hus från A och O.	23.706	23.585	+121
Samtliga hus från A.	24.609	24.501	+108
Samtliga hus från O.	22.679	22.804	-125

Differenser: + = verklig avläst mätarställning överstiger teoretiskt beräknad.

$$W_{\text{teor}}^{\text{avläst}} = kA \cdot G \cdot 24 \cdot 10^{-3} + 3000 \text{ kWh/år}$$

där  $kA$  beräknats med ekvivalent  $k$ -värde för fönster.

## 15.6 Jämförliga värden från andra klimatområden.

Från andra län än de tidigare behandlade finns insamlade värden från totalt 30 objekt omfattande 642 hus.

Eftersom materialet från varje klimatområde är så begränsat kan inga säkra slutsatser dras. Husen inom M och BD län utgör objekt där Fera publicerat förbrukningsvärden eller som använts av lokala eldistributörer i informations skrifter.

För samtliga hus har dock insamlandet av primära uppgifter och byggnadstekniska uppgifter skett på samma sätt som för övriga undersökta hus.

Även om värdena alltså inte med säkerhet kan antas vara representativa för klimatområdena kan en jämförelse vara av intresse. För samtliga objekt har värden införts i FIG.43 där avvikelser från den teoretiska linjen kan studeras. Dessutom finns införda medelvärden för samtliga objekt inom länet.

Alla värden har korrigerats till Stockholms normalår med den schablonmetod som tidigare beskrivits.

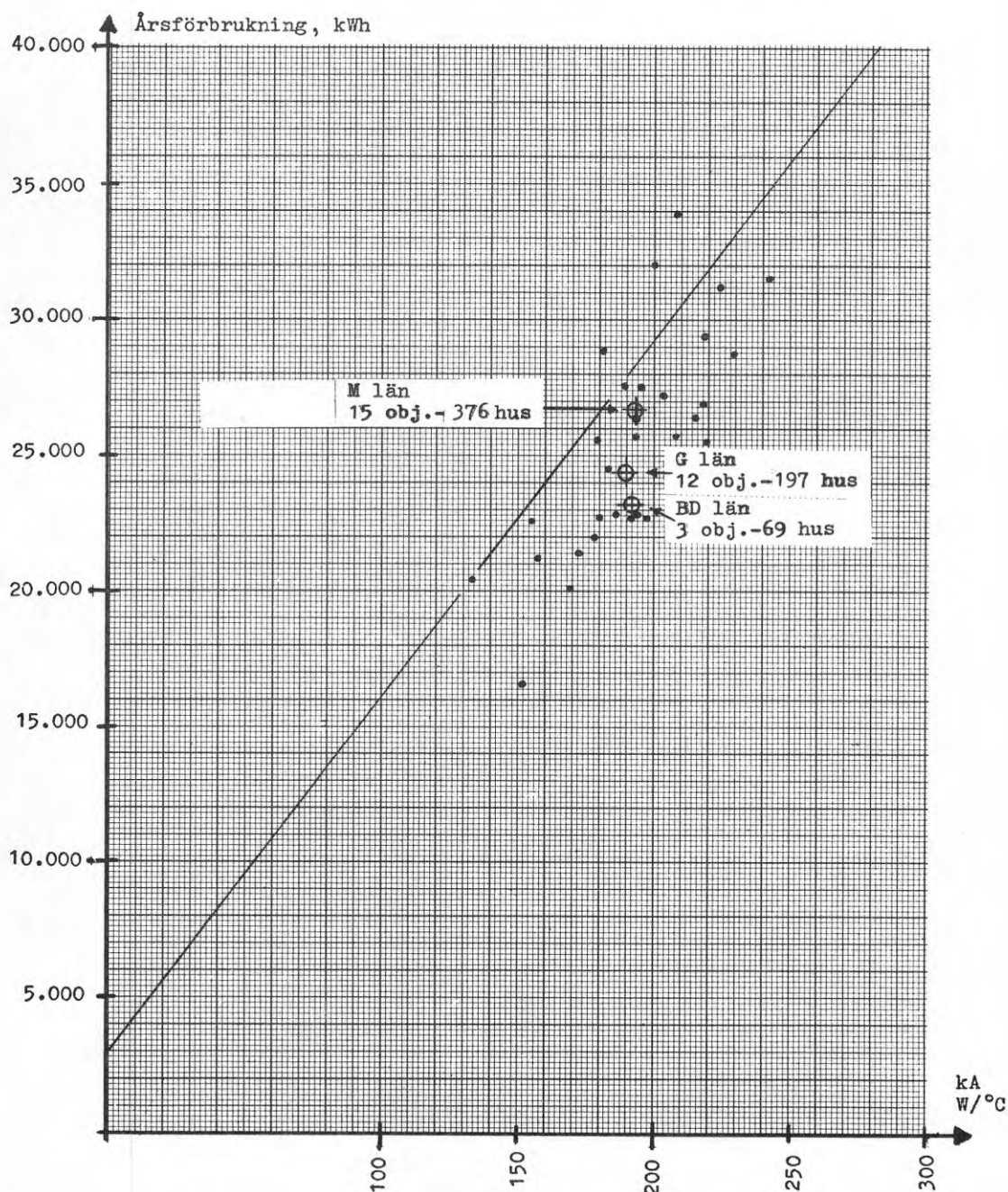
Husen i BD län har omräknats från  $G \approx 7.500$  graddygn. Avvikelsen från det teoretiska värdet är 18 %. Eftersom det kan antas att husen i detta klimat tillgodogör sig mer basenergi är avvikelsen inte så betydande.

FIG. 43. Jämförliga värden från andra klimatområden.

Medelvärden av  $W$  och  $kA$  har införts för samtliga objekt. Dessutom har medelvärden för samtliga objekt inom länet beräknats och markerats med  $\oplus$ .

Samtliga energivärden korrigerade till Stockholms normalår.

Den heldragna linjen representerar teoretisk mätställning enl.  $W = kA \cdot G \cdot 24 \cdot 10^{-3} + 3000$  kWh/år.



15.7 Speciell kontroll för gavel- och mellanhus i radhuslänga.

En intressant möjlighet att kontrollera antagandena erbjuds vid radhus, varav en stor del ingår i det bearbetade materialet.

I TAB.21 har värden för samtliga sammanhörande gavel- och mellanhus införts.

Dessa hus är ur teknisk synpunkt identiska med undantag av att gavelhusen har en yttervägg som saknas för mellanhusen. Dessutom har  $k_A$  för värmetransport till mark satts olika. Differensen i  $k_A$  hänför sig alltså till  $k_A$  för den extra ytterväggen och det schablonvärde för  $k_A$  mot mark som använts (Jmf. 11.2) För mellanhuset har  $k_{A_{\text{golv}}}$  satts till  $2/3$  av  $k_{A_{\text{golv}}}$  för gavelhuset.

Vid bearbetning av värdena i TAB.21 finner man:

Gavelhus	593 st	$k_A = 145,0 \text{ W/}^\circ\text{C}$	$W = 21.900 \text{ kWh}$
Mellanhus	1002 st	$k_A = 120,4 \text{ W/}^\circ\text{C}$	$W = 19.400 \text{ kWh}$

Differenser:  $k_A = 24,6 \text{ W/}^\circ\text{C}$        $W = 2.500 \text{ kWh}$

Med  $DIT = +21^\circ\text{C}$  ( $G=5.452$ ) borde en differens i  $k_A$  på  $24,6 \text{ W/}^\circ\text{C}$  motsvaras av en differens i  $W$  på  $24,6 \cdot 5452 \cdot 24 \cdot 10^{-3} = \underline{3.200 \text{ kWh}}$ .

Den verkliga skillnaden är 2.500 kWh.

Med tanke på den schablonmässiga hänsyn till strålning som här tagits och det synnerligen förenklade antagandet om skillnad i värmemotstånd mot mark måste avvikelserna anses som fullt godtagbara.

TAB.21. Värden på kA och W för sammanhörande gavel- och mellanhus i radhuslängor.

kA angivet i W/°C och W i 100-tal kWh/år.

Gavelhus			Mellanhus		
kA	W	Antal	kA	W	Antal
120	227	29	105	210	60
123	222	68	111	212	78
159	242	20	144	217	15
143	237	13	124	210	24
155	239	10	137	229	48
137	200	96	123	182	147
180	248	107	166	229	46
113	151	8	96	141	89
139	220	35	122	205	72
139	206	28	123	201	56
109	191	30	93	169	89
128	198	24	111	199	46
150	218	2	133	213	15
170	313	1	150	289	2
183	257	9	169	249	17
145	250	3	117	210	5
148	213	10	121	200	19
150	220	23	129	210	51
168	258	15	140	229	14
148	199	62	130	179	109

I det insamlade och bearbetade materialet ingår även 549 hus med källare och 613 souterrainhus.

Att urvalet här blivit relativt begränsat följer av metoden att inom ett visst geografiskt område samla in uppgifter för alla befintliga elvärmda grupphus. Helt naturligt kommer då källarlösa hus att dominera.

Av flera skäl har det inte ansetts möjligt att som tidigare beräkna regressionslinjer med enbart detta material som grund:

1. Svårigheter att bestämma DIT i källarplanet. I vissa fall kan temperaturen i en stor del av vad som betecknas som källarplan motsvara normal rumtemperatur (gillestuga, hobbyrum, öppen förbindelse med bostadsplan o.dyl.). I andra fall innehåller källaren endast förrådsutrymmen el. likn. och ett litet utnyttjande förekommer.
2. Det har visat sig omöjligt att utan individuell granskning av varje hus fastställa verkliga värme genomgångstal för väggar och golv. Till skillnad från normala ytterväggar i bostadsutrymmen varierar k-värdena i källaren mellan olika rum beroende på användningssätt. Det är också normalt att värmeisoleringen succesivt förbättras efter inflyttningen. Hur stor del av väggytan som är motfylld påverkar ju även värmeåtgång.

Det är därför nödvändigt att finna en annan metod som åtminstone kan ge ungefärliga värden på skillnaden mellan källarlösa hus och hus med källar- eller souterrainvåning.

### 16.1 Metod att bestämma genomsnittlig energiåtgång.

Den metod som nu kommer att redovisas utgår från följande:

Om vi för huset över mark beräknar  $k_A$  exakt som tidigare gjorts för källarlösa hus och gör samma påslag för  $k_A$  mot mark, kan vi bestämma hur stor årsförbrukningen teoretiskt skulle vara för motsvarande fiktiva hus grundlagt utan källare.

Differensen mellan den verkligt uppmätta förbrukningen och den ovan nämnda teoretiska blir ett mått på hur mycket större förbrukningen blir i detta hus genom att det har källarplan i stället för platta på mark eller torpargrund.

Det källarlösa huset har antagits ha en förbrukning mot mark som är  $k_{A_{\text{golv}}} \cdot G \cdot 24 \cdot 10^{-3}$  kWh/år. Denna förbrukning bör läggas till den tidigare nämnda differensen om man önskar ett mått på källarplanets totala energiåtgång i kWh/m<sup>2</sup>.

Den beskrivna metoden kan för enskilda hus inte ge någon hög grad av tillförlitlighet eftersom enskilda värden varierar starkt på grund av levnadsvanor. Däremot bör den ge rimliga värden på genomsnittlig energiåtgång i de här behandlade och redovisade källar- och souterrainhusen - så som de är byggda och används.

Eftersom materialet är begränsat har här medtagits värden även från M, G, Y och BD län trots att det inte säkert har visats att korrigering till Stockholmsklimat ger helt korrekta värden. Att utesluta dessa objekt syns inte medföra någon större förändring i de medelvärden på specifik förbrukning som erhålls ( maximal förändring 4 kWh/m<sup>2</sup> och år ).

## 16.2 Specifik förbrukning i källare och souterrainplan.

I TAB. 22-23 redovisas de värden som erhålls enligt den ovan beskrivna metoden. Här redovisas i kolumn:

1. Objektets nummer.
2. KA för motsvarande fiktiva källarlösa hus. W/°C.
3. Yta i planet närmast över källarplanet. m<sup>2</sup>.
4. KA för platta på mark i det fiktiva huset. W/°C.
5. Län för hus utanför klimatområde A och O.
6. Årsförbrukning för fiktivt källarlöst hus. 100-tal kWh/år.
7. Medelvärde av husens verkliga förbrukning. -"-
8. Differens mellan verklig och teoretisk förbrukning, d.v.s. hur mycket större förbrukningen är i källarhuset.
9. KA för platta på mark i fiktiva huset. W/°C.
10. Förbrukning som avser värmeavgivning till mark hos källarlöst hus och som nu alltså bör läggas till differens enl. 8.
11. Total förbrukning för källarplan. 100-tal kWh/år.
12. Källarplanetets yta i m<sup>2</sup>.
13. Antal hus.
14. Specifik förbrukning i kWh/m<sup>2</sup> invändig yta för källarplanet.
15. Väggtyp specificerad i TAB. 24.
16. Procent av källarväggsyta som ligger över mark.
17. Fönsteryta i källarplan. m<sup>2</sup>.
18. Takhöjd i källar- resp. souterrainplan. m.

Med hjälp av uppgifter på ritningar, väggmaterial, fönsterytor, andel väggyta över mark och liknande har vid insamlandet en uppdelning gjorts på källarhus och souterrainhus. I enlighet med denna har i TAB. 23 införts hus som klassificerats som källarhus. I TAB. 22 finns införda de värden som gäller souterrainhus. Eftersom materialet är så begränsat har det inte ansetts meningsfullt att göra någon ytterligare uppdelning.

Det finns skäl att anta att man erhåller realistiska genomsnittsvärden för förbrukning i plan under mark. Visserligen används tidigare gjorda antaganden om ekvivalent k-värde för fönster och liknande för att få fram den aktuella förbrukningen. Medelvärden av differensen enligt kolumn 8 blir emellertid ungefär densamma när den beräknas med andra antaganden ( t.ex. med nominella k-värden för fönster utan hänsyn till strålning ) under förutsättning att den regressionslinje som erhållits med dessa antaganden används för att bestämma teoretisk förbrukning. Däremot sker naturligtvis individuella förändringar mellan de olika objekten.

Som exempel kan nämnas de värden som erhålls med de (felaktiga!) antaganden som gjordes när bearbetningen påbörjades. Då antogs k-värde för fönster till 2,4 för hela fönstret, vilket givetvis är för högt som helårsvärde. Luftomsättningen antogs till 0,5 ggr/h.



Med dessa antaganden erhöles i genomsnitt 87 kWh/m<sup>2</sup> för källarhus och 149 kWh/m<sup>2</sup> för souterrainhus.

Med senaste antaganden ( n= 0,7, k<sub>fönster</sub>= 0,5, k för vind och vägg reducerade med 15 % och W = 130,8 kA + 3000 kWh/år ) erhöles:

För samtliga källarhus enligt TAB.23 gäller att specifik förbrukning som medelvärde av 25 objekt blir 81 kWh/m<sup>2</sup> inv.yta. För souterrainhus erhöles som medelvärde av 39 objekt förbrukningen 167 kWh/m<sup>2</sup>.

För samtliga 64 objekt erhöles förbrukningen 133 kWh/m<sup>2</sup> i det nedersta planet.

Om man som ett alternativ använder takhöjden som grund för bedömning, d.v.s. räknar hus med takhöjd 2,4 m som souterrain, finner man att spec. förbrukning i dessa hus är 152 kWh/m<sup>2</sup> medan den är 112 kWh/m<sup>2</sup> i nederplan med lägre takhöjd.

Man kan även välja verklig grad av motfyllnad som uppdelningsgrund. Väljer man att kalla hus med 50 % eller mer av källarväggsytan över mark för souterrainhus, erhöles man för dessa förbrukningen 152 kWh/m<sup>2</sup> medan övriga hus får 115 kWh/m<sup>2</sup>.

Helt naturligt blir energiåtgången i en souterrainvåning, trots bättre isolering av väggar och golv, betydligt högre än i en källare utnyttjad på traditionellt sätt. De erhölesna värdena 81 resp. 167 kWh/m<sup>2</sup> synes därför helt rimliga.

Värdet 167 kWh/m<sup>2</sup> i souterrainplanet kan ju även jämföras med det tidigare redovisade värdet för källarlösa tvåplanshus där specifika förbrukningen ligger vid c:a 170 kWh/m<sup>2</sup> bostadsyta. Det bör vara naturligt att spec. förbrukning i souterrainplan är av samma storleksordning. Markens isolerande inverkan kompenserar de normalt något högre k-värdena för t.ex. väggkonstruktioner.

För den fortsatta diskussionen väljs att sätta normal förbrukning - som den visat sig i det undersökta materialet till

80 kWh/m<sup>2</sup> invändig yta i traditionellt isolerade och utnyttjade källarplan och 170 kWh/m<sup>2</sup> i souterrainplan där större delen utgör bostadsutrymmen.

Dessa värden gäller naturligtvis endast i Stockholmsklimat.

TAB.22. Data för samtliga souterrainhus.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Nummer	KA inklusive Golv W/°C	Yta i våringsplan	KA för Golv i fiktiv källarl.	Slån utanför klimatomr. A & 0	W för fiktiv källarlös	W verklig förbr.	Differens	Ej bef. platta KA	W för ej bef. platta	W total för källarplan	Yta källar- el. sout. plan	Antal hus	Förbrukning i kWh/m <sup>2</sup> souterr.	Vägstyp	% väggyta över mark	Fönsteryta m <sup>2</sup>	Takhöjd m
138	169.6	141	16.4		252	406	154	11.3	15	169	97	14	174	22	60	8.0	2.4
139	182.6	141	24.7		269	501	232	17.0	22	255	97	3	263	22	46	8.0	2.4
31	159.2	114	26.5		238	248	10	19.2	25	35	87	15	40	23	43	5.2	2.1
33	153.7	114	26.4		231	237	6	26.4	35	41	114	52	36	23	14	4.8	2.4
34	117.5	91	15.9		184	228	44	13.3	17	61	76	4	80	23	26	6.3	2.4
35	106.2	91	10.6		169	221	52	8.9	12	64	76	18	84	23	44	6.3	2.4
37	150.3	107	18.7		227	337	110	13.1	17	127	75	18	169	3	66	4.2	2.3
38	136.8	107	12.4		209	346	137	8.7	11	148	75	33	197	3	74	4.2	2.3
39	163.7	107	24.9		244	389	145	17.5	23	168	75	3	224	3	62	4.2	2.3
42	93.7	56	9.8		153	306	153	9.8	13	166	56	4	216	5	50	2.2	2.4
43	81.0	56	6.6		136	320	184	6.6	9	193	56	22	345	5	50	2.2	2.4
48	127.6	65	11.1		197	339	142	11.1	15	157	37	5	424	12-13	25	1.5	2.4
49	105.3	65	7.4		168	289	121	7.4	10	131	37	13	354	12-13	25	1.5	2.4
50	141.3	69	15.9		215	307	92	10.2	13	105	44	2	239	12-13	50	7.6	2.4
51	127.4	69	15.9		197	319	122	10.2	13	135	44	3	307	12-13	50	7.6	2.4
56	136.5	69	12.0		209	280	71	12.0	16	87	69	1	126	12-13	76	8.3	2.4
57	114.3	69	8.0		180	257	77	8.0	10	87	69	5	126	12-13	50	6.8	2.4
17	167.0	122	29.1		248	411	163	29.1	38	201	125	8	168	8	27	5.4	2.2
18	188.4	90	20.9		276	448	172	20.9	27	199	90	9	221	10	70	14.1	2.4
22	86.9	75	8.8		144	233	89	8.8	12	101	75	40	135	8-2	70	7.7	2.4
23	97.1	75	13.1		157	248	91	13.1	17	108	75	19	144	8-2	67	7.7	2.4
89	154.0	107	24.9	G	231	322	91	22.6	30	121	97	17	125	8	18	2.0	2.1
201	120.2	53	9.2		187	257	70	5.2	7	77	30	7	257	6	65	4.3	2.2
202	105.1	53	6.2		167	233	66	3.5	5	71	30	13	237	6	50	4.3	2.2
205	141.6	85	14.8		180	279	99	14.8	19	118	85	8	139	7	25	10.6	2.4
206	106.0	85	9.9		169	272	103	9.9	13	116	85	17	136	7	50	10.6	2.4
212	162.8	81	18.9		243	336	93	18.9	25	118	81	8	146	21	50	4.1	2.4
228	166.7	125	29.0		248	344	96	29.0	38	134	123	7	109	12	52	7.0	2.3
229	131.9	99	23.0		203	280	77	23.0	30	107	98	7	109	11	16	4.0	2.2
232	174.9	83	19.3		259	303	44	19.3	25	69	91	12	76	20	49	8.1	2.4
235	90.4	69	12.0		148	183	35	10.4	14	49	60	42	82	18	92	4.7	2.4
236	77.7	69	8.0		132	163	31	6.9	9	40	60	42	67	18	100	4.7	2.4
237	90.4	69	12.0		148	201	53	10.4	14	67	60	38	112	17	92	4.7	2.4
238	77.7	69	8.0		132	166	34	6.9	9	43	60	38	72	17	100	4.7	2.4
252	95.1	75	13.1		159	239	85	13.1	17	102	75	6	136	26-9	44	3.0	2.4
253	84.2	75	8.8		140	206	68	8.8	12	80	75	11	107	26-9	50	3.0	2.4
258	145.6	106	12.3		220	338	118	11.1	15	133	96	8	139	16	62	3.2	2.4
59	102.2	71	16.4	Y	164	202	38	8.8	12	50	38	24	132	15	65	5.3	2.4
94	161.1	81	18.9		241	360	119	18.9	25	144	81	17	178	1	38	6.8	2.4

TAB. 23. Data för samtliga källarhus.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Nummer	KA inklusive golv W/°C	Yta i våningsplan	KA för golv i fiktiv källarl.	Lån utanför klimatomr. A & O	W för fiktiv källarlös	W verklig förbr.	Differens	Ej bef. platta KA	W för ej bef. platta	W total för källarplan	Yta källar-el. sout.plan	Antal hus	Förbrukning i kWh/m <sup>2</sup> källare	Väggtyp	% väggyta över mark	Fönsteryta m <sup>2</sup>	Takhöjd m
99	185.2	92	21.3		272	292	20	21.3	28	48	91	28	53	1	10	2.0	2.3
127	138.9	60	7.0		212	256	34	7.0	9	43	60	51	72	24-12	50	2.3	2.1
128	160.0	60	10.5		239	284	45	10.5	14	59	60	32	98	24-12	55	2.3	2.1
129	139.1	60	7.0		212	245	33	7.0	9	42	60	46	70	24-12	0	0	2.1
130	160.3	60	10.5		240	278	38	10.5	14	52	60	31	87	24-12	0	0	2.1
131	138.9	60	7.0		212	242	30	7.0	9	39	60	4	65	24-12	43	1.6	2.2
132	160.0	60	10.5		239	276	37	10.5	14	51	60	6	85	24-12	53	1.6	2.2
134	172.4	78	18.0		255	288	33	18.0	24	57	78	15	73	20	41	1.7	2.1
135	172.4	78	18.0		255	271	16	18.0	24	40	78	16	51	20	38	4.5	2.1
144	127.6	61	7.0		197	243	46	7.0	9	55	64	25	86	14	61	3.9	2.2
145	143.0	61	10.6		217	258	41	10.6	14	55	64	16	86	14	50	3.9	2.2
146	127.6	61	7.0		197	230	33	7.0	9	42	64	13	66	14	22	1.8	2.2
147	143.0	61	10.6		217	274	57	10.6	14	71	64	7	111	14	22	1.8	2.2
47	156.2	110	25.6		234	279	45	23.3	30	75	100	3	75	12	50	7.6	2.4
84	147.6	103	24.0	G	223	294	71	24.0	31	102	103	8	99	25	12	1.2	2.2
85	179.5	132	30.7	G	265	295	30	23.3	30	60	100	7	60	12	51	3.7	2.4
107	164.1	92	21.4	G	245	299	54	21.4	28	82	92	16	89	12	21	1.9	2.2
109	142.5	101	23.5	G	216	295	79	23.5	31	110	101	9	109	8	24	2.1	2.2
66	205.5	94	13.1	M	299	378	79	8.5	11	90	61	51	148	19	0	0.3	2.2
121	170.9	112	26.0	M	254	272	18	14.8	19	37	64	92	58	23	11	1.1	2.4
60	162.4	120	27.9	Y	242	292	50	27.9	37	87	120	5	73	2	37	7.2	2.4
61	142.2	105	24.4	Y	216	266	50	24.4	32	82	105	20	78	2	37	3.6	2.4
62	154.8	122	21.3	Y	232	284	52	21.3	28	80	122	5	66	2	22	1.8	2.2
63	123.5	104	12.1	Y	192	231	39	12.1	16	55	104	27	53	2	22	1.2	2.2
82	125.3	60	7.8	BD	194	248	54	7.8	10	64	60	16	107	4	17	0.5	2.4

TAB.24. Ytterväggar i källar- och souterrainplan.

1. 20 cm betonghålstén.
2. 25 cm        "-"
3. 30 cm        "-"
4. 25 cm betonghålstén + 6 cm träullsplatta
5. 25 cm        "-        + 7 cm        "-"
6. 20 cm        "-        + 8 cm mineralull
7. 12 cm betong        + 12 cm        "-"
8. 25 cm lättklinker
9. 15 cm betong + 20 cm lättklinker
10. 20 cm lättklinker + 7 cm mineralull
11. 20 cm lättbetong
12. 25 cm        "-"
13. Källarväggselement KE 0,5
14. 27,5 cm lättbetong = 0,65
15. 30 cm lättbetong = 0,4
16. 20 cm        "-        + 5 cm mineralull
17. 18 cm betong        + 3 cm träullsplatta
18. 18 cm        "-        + 5 cm        "-"
19. 20 cm        "-        + 1,5 Och 3 cm cellplast
20. 15 cm        "-        + 6 cm cellplast
21. 15 cm        "-        + 7 cm lättbetong
22. 15 cm        "-        + 10 cm        "-"
23. 18 cm        "-        + 5 cm mineralull, invändigt
24. 12 cm        "-        + 7 cm        "-        "-"
25. 18 cm        "-        + 7 cm        "-        "-"
26. 15 cm        "-        + 10 cm        "-        "-"

## 17 ENERGIFÖRBRUKNING SOM FUNKTION AV BOSTADSYTA.

Det bör nu vara möjligt att uppställa uttryck för normal energiförbrukning som funktion av bostadsyta för normala hus. Hur bostadsyta definieras i denna undersökning framgår av

I FIG.44-46 har införts medelvärden av energiförbrukning och bostadsyta för samtliga objekt samt regressionslinjer. Som väntat finner man här att anslutningen till linjerna inte är så god och att linjernas lutning är olika.

I allmänhet gäller att man vid ett tvåplanshus får fler  $m^2$  bostadsyta per kA-enhet. Eftersom viss förbrukning kan antas beroende av bostadsytan blir förbrukningen per kA-enhet högre för små tvåplanshus - speciellt naturligtvis radhus. Skillnader i omslutningsytors relativa storlek bör även ge skillnader i tillgodogjord solstrålning och motstrålning mot rymden. Allt detta gör det naturligt att skilja mellan olika typer av hus med avseende på antal plan.

I båda fallen ingår - speciellt bland tvåplanshusen - ett betydande antal radhus där den specifika förbrukningen bör vara lägre än i friliggande hus. Det är alltså nödvändigt att ta hänsyn till om husen är friliggande eller hopbyggda.

Som nämnts påverkar förekomst av källare eller souterrainplan naturligtvis även förbrukningen per  $m^2$  bostadsyta. Även dessa faktorer bör alltså beaktas. Dessutom är det önskvärt att i största möjliga utsträckning ta hänsyn till skillnader i isolering.

## 17.1 Energiförbrukning hos normalhus.

Vi har tidigare funnit att kA är en bättre parameter än bostadsyta när det gäller att förutsäga energiförbrukningen. Man har vid användningen av kA också möjlighet att ta hänsyn till skillnader i isolering, omslutningsytor, tillgodogjord solenergi genom fönster och liknande. Vi väljer därför att ta fram förbrukningen per  $m^2$  bostadsyta genom att gå via beräkning av kA-värden för normalhus.

Husen indelas i tre isoleringsgrader: hög- (H), normal- (N) och lågisolerade (L). För alla hustyper kan vi sedan beräkna kA vid olika bostadsytor i huset och därefter med det generella sambandet bestämma normal energiförbrukning.

Fönsterprocent väljs i enlighet med genomsnittliga värden hos de undersökta husen och fönsterorientering antas lika genomsnittet.

$k_A$  beräknas med senaste antaganden d.v.s. antal luftomsättningar 0,7 ggr/h, ekvivalent värmeegenomgångstal 0,5 för fönster och  $k$ -värden för vind och vägg reducerade med 15 %. Energiåtgången beräknas som  $W = k_A \cdot G \cdot 24 \cdot 10^{-3} + 3000$  kWh/år.

För att bestämma förändring av energiåtgång vid annan isolergrad förutsätts att energiförbrukningen ändras med  $W = k_A \cdot G \cdot 24 \cdot 10^{-3}$  kWh/år där  $k$  avser förändring i värmeegenomgångstal för den aktuella konstruktionsdelen.

På detta sätt kan förväntad förbrukning beräknas för varje aktuell hustyp och förbrukningsdiagram upprättas där förbrukningen anges som funktion av bostadsytan.

Beräkningen av  $k_A$  sker för hus med en invändig bredd av 8 m. För källare och souterrainhus tilläggs sedan de tidigare erhållna värdena (Jmfr 16.2), d.v.s. 80 kWh/m<sup>2</sup> för källare och 170 kWh/m<sup>2</sup> för souterrainplan.

#### 17.2 Inverkan av husets bredd.

Husets bredd har en viss betydelse för energiåtgången. Speciellt för radhus erhålls en lägre förbrukning om husets bredd ökas. I FIG. 47-48 visas hur till exempel en minskning av husbredden till 6 meter inverkar. De skuggade fälten markerar den ökning av energiåtgången som blir följd av en minskning av invändig bredd från 8 till 6 m. Ändringen blir naturligtvis störst för mellanradhus där båda gavelväggarna saknas.

#### 17.3 Inverkan av andra antaganden.

Att använda andra antaganden för beräkning av  $k_A$  förändrar inte i någon högre grad resultatet - om de regressionslinjer som erhålls ur grundmaterialet med dessa antaganden används för att bestämma förbrukningen.

Detta illustreras i FIG. 49. Här har linjerna som alternativ även beräknats med ett radikalt skilt antagande nämligen antal luftomsättningar 0,5 ggr/h, ekvivalent  $k$ -värde 1,2 för fönster och  $k$ -värden för vind och vägg utan reduktion. I detta fall erhålls energiförbrukningen som  $W = 100 k_A + 7300$  kWh/år.

Som framgår av figuren blir avvikelserna relativt blygsamma och försvinner helt i närheten av medelbostadsytorna.

#### 17.4 Jämförelse med regressionslinjer.

I FIG. 50-51 jämförs de regressionslinjer som erhållits utan beaktande av hopbyggnad och isoleringsgrad med de värden som erhålls för ett normalisolerat hus med invändig bredd 8 m.

Man ser att regressionslinjerna i stort ligger mellan linjerna för friliggande hus och mellanhus i radhuslängor. Speciellt för tvåplanshusen, där ett stort antal radhus ingår, syns det riktigt att regressionslinjen i huvudsak faller inom radhusfältet.

FIG.44. Energiförbrukning som funktion av bostadsyta.

Samtliga källarlösa enplanshus inom klimatomr. A och O.

Den heldragna linjen är regressionslinje, erhållen när alla enskilda hus behandlats separat.

Medelvärden av totalförbrukning har införts för samtliga objekt.

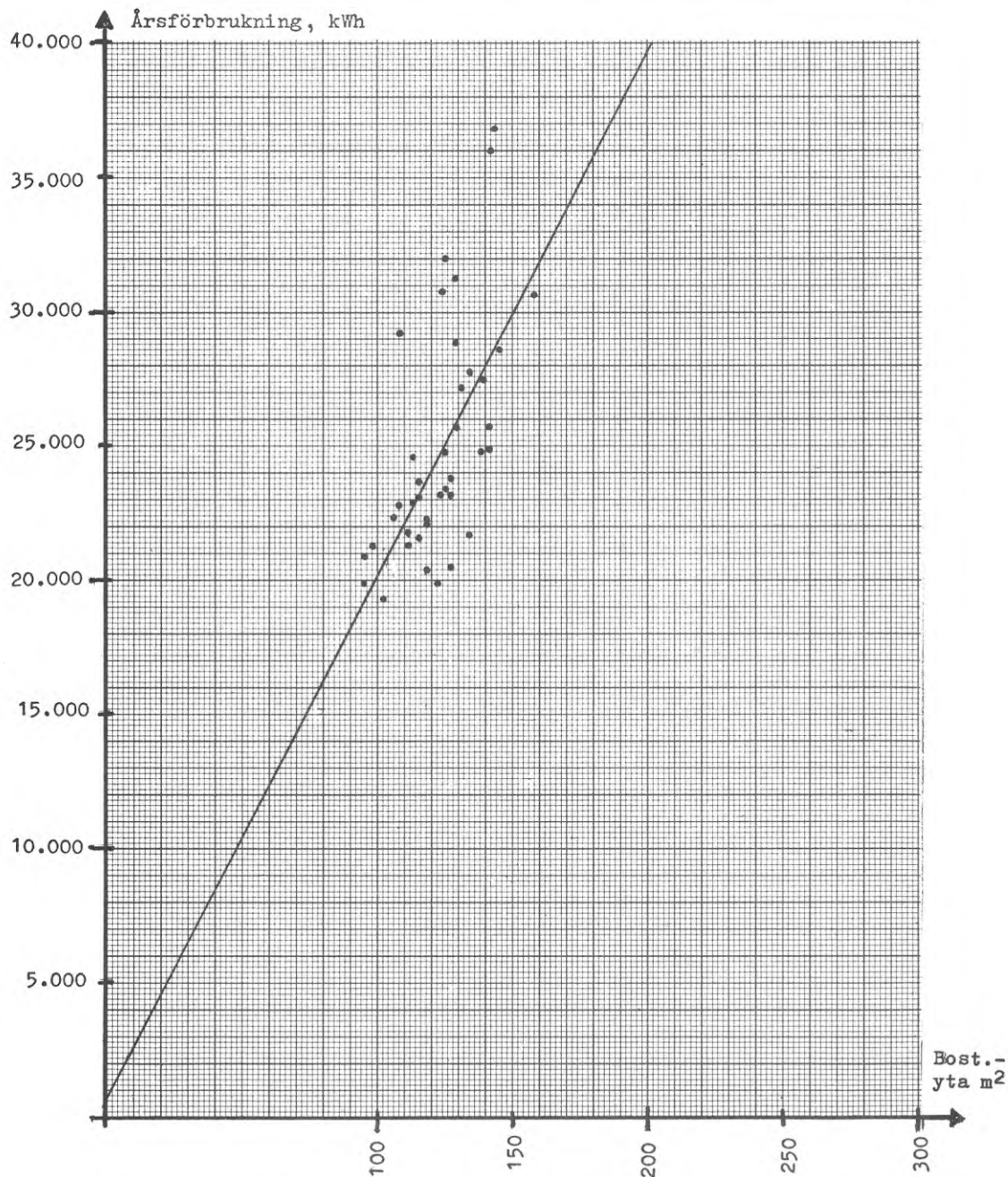




FIG.45. Energiförbrukning som funktion av bostadsyta.

Samtliga källarlösa tvåplanshus inom klimatomr. A och O.

Den heldragna linjen är regressionslinje, erhållen när alla enskilda hus behandlats separat.

Medelvärden av totalförbrukning har införts för samtliga objekt.

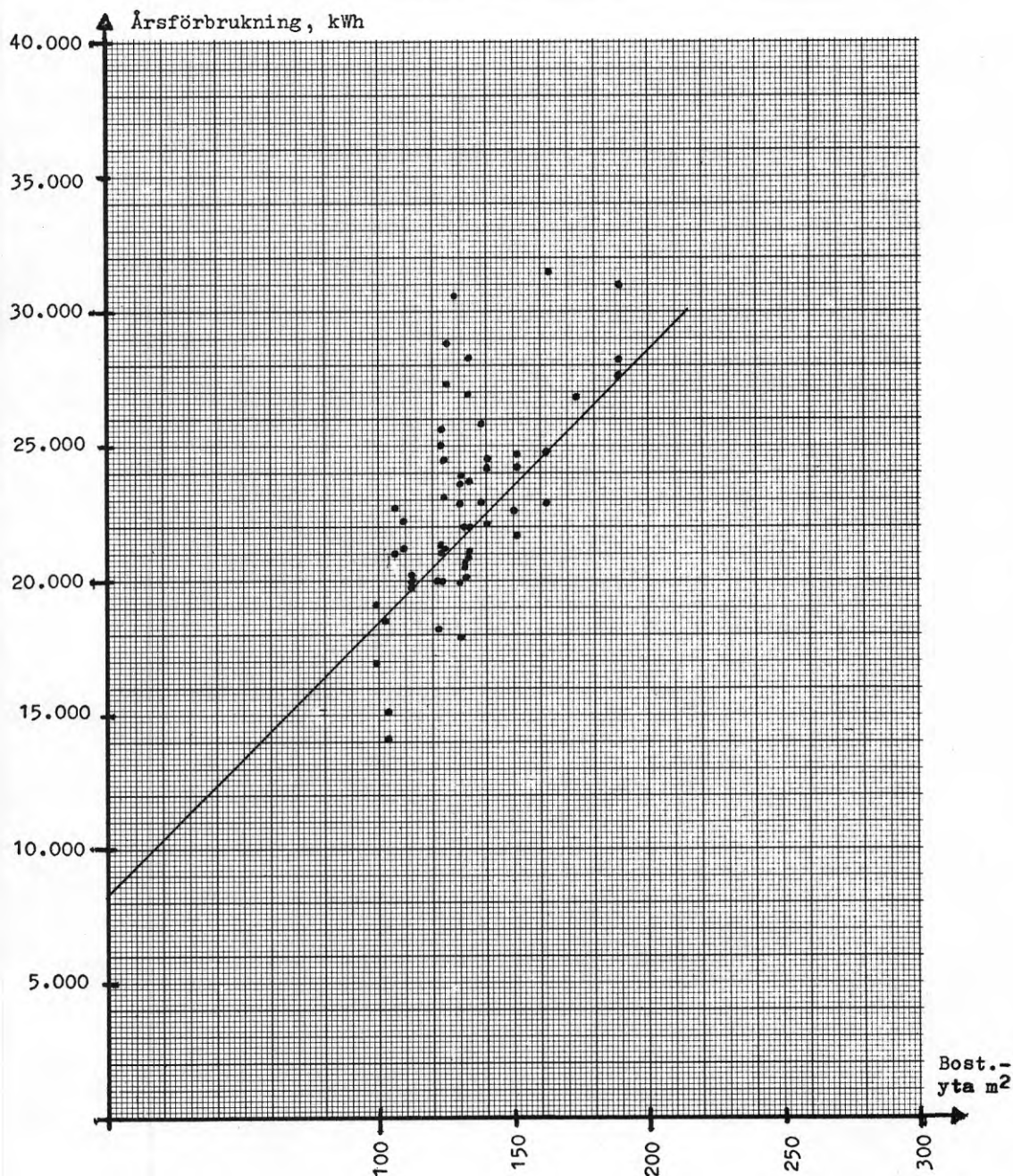


FIG.46. Energiförbrukning som funktion av bostadsyta.

Samtliga källarlösa hus inom klimatområde A och O.

Medelvärden av totalförbrukning har införts för samtliga objekt.

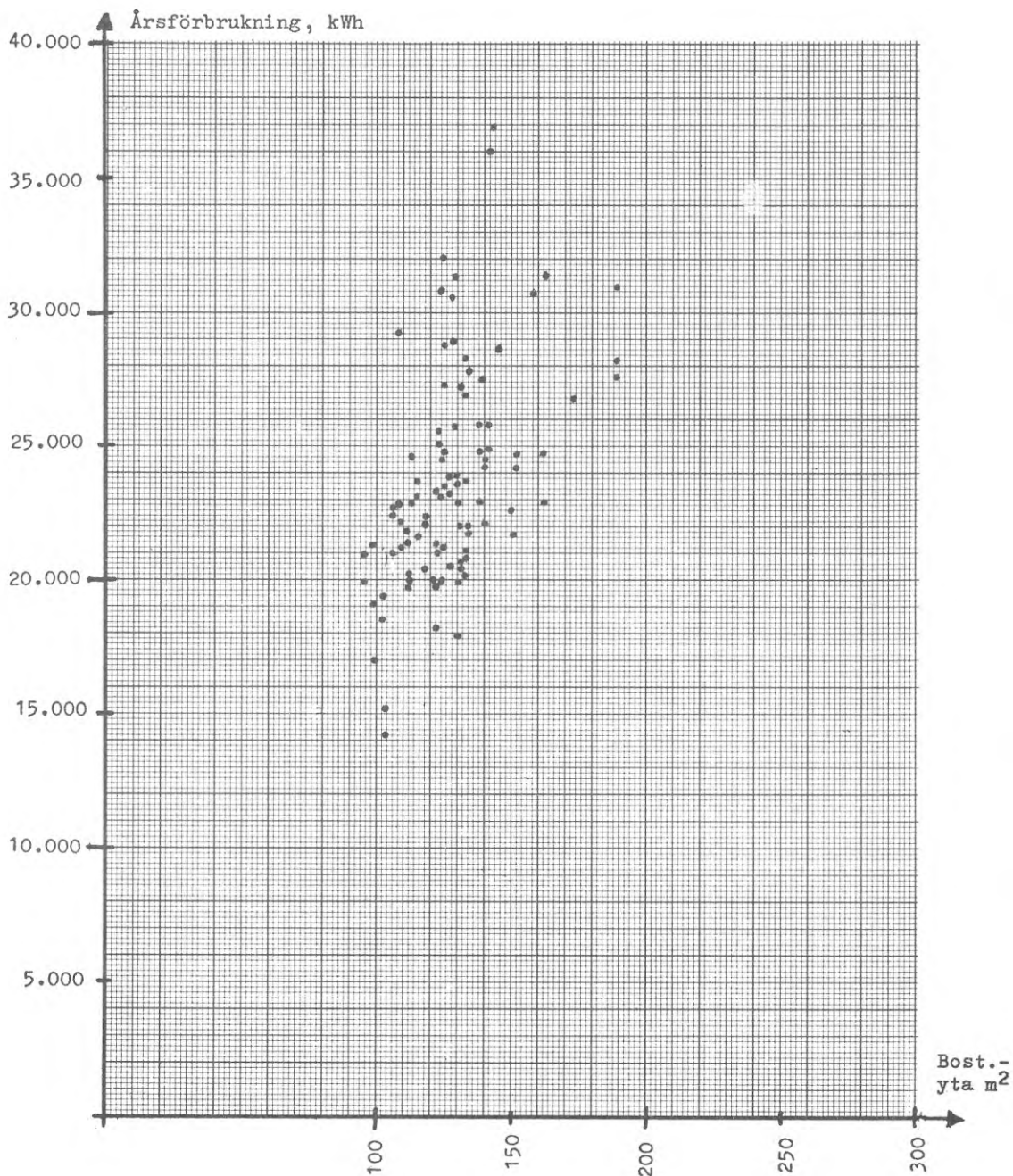


FIG. 47. Husbreddens inverkan på energiförbrukningen för friliggande hus.

I diagrammet visas hur energiförbrukningen för normaliserade hus förändras vid övergång från invändig husbredd 8 m till 6 m. De skuggade fälten utmärker denna skillnad.

Alla energivärden avser Stockholms normalår.

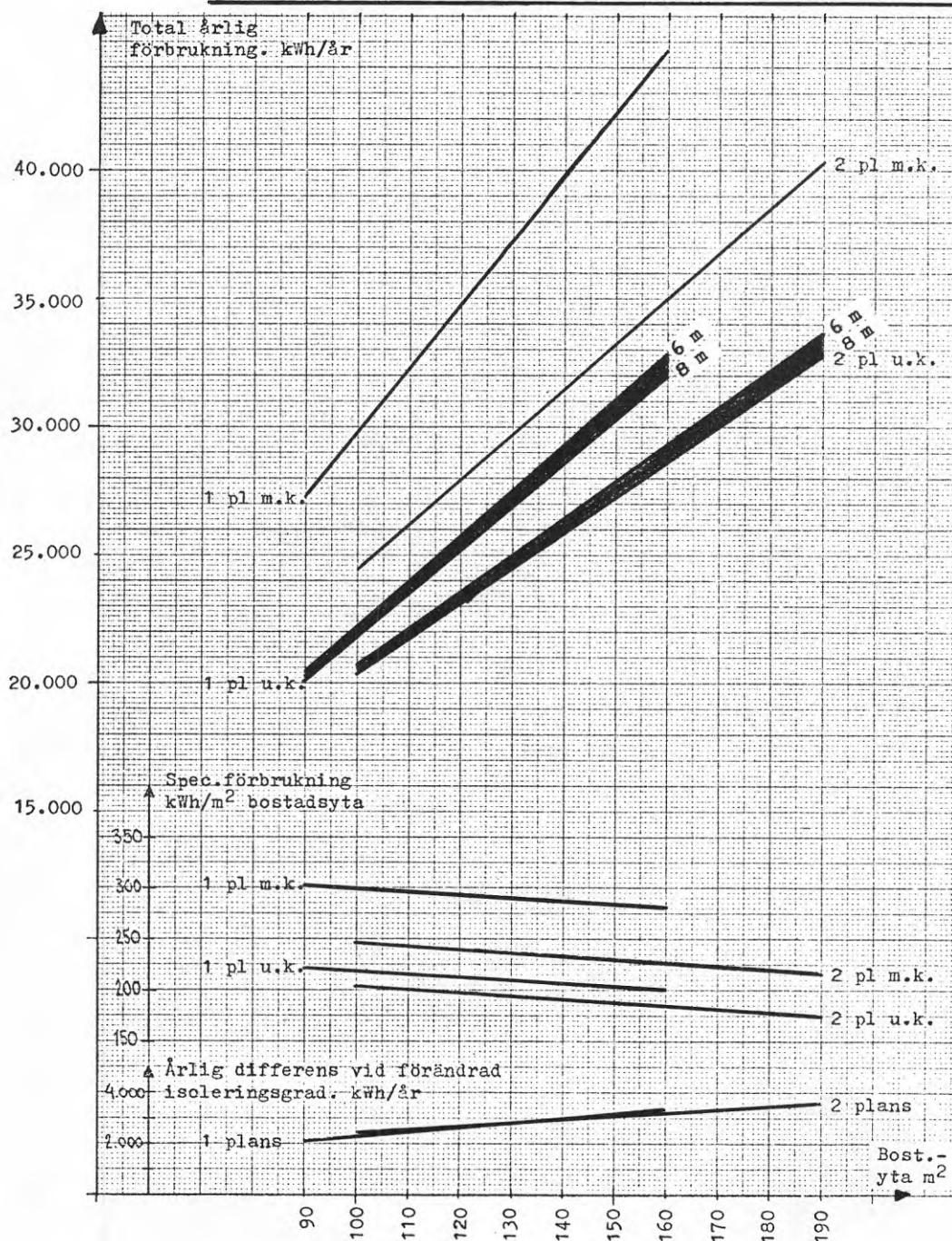


FIG.48. Husbreddens inverkan på energiförbrukningen för radhus.

I diagrammet visas hur energiförbrukningen för normaliserade hus förändras vid övergång från invändig husbredd 8 m till 6 m. De skuggade fälten utmärker denna skillnad.

Alla energivärden avser Stockholms normalår.

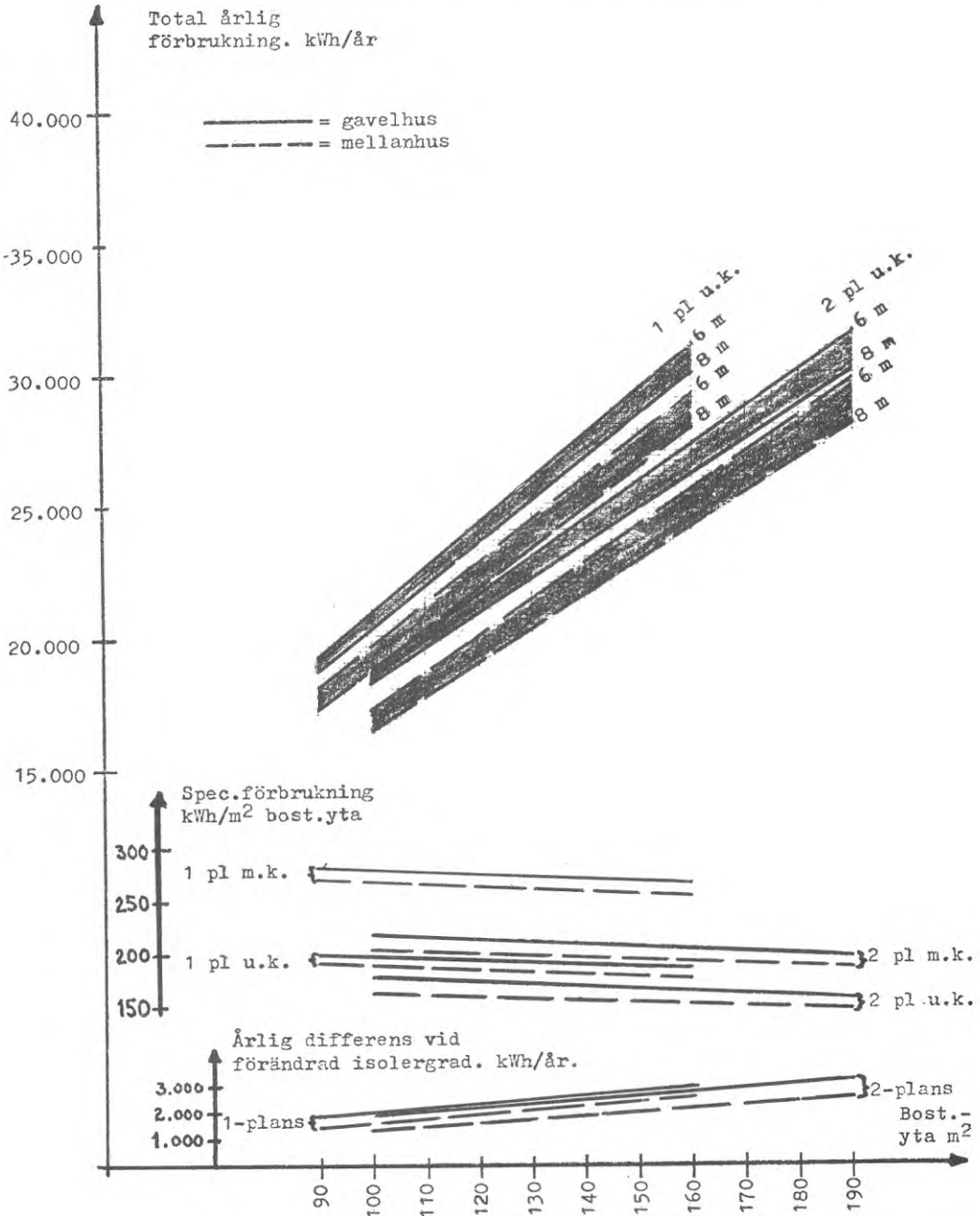


FIG.49. Jämförelse mellan olika antaganden.

I figuren visas de linjer som erhålls för friliggande, normaliserade hus vid olika antaganden för beräkning av KA.

Heldragna linjer är beräknade med senaste antaganden:  $n=0,7$ ,  $k_{fönst}=0,5$  och  $k$ -värden för vind och vägg reducerade med 15 %.

Streckade linjer beräknade med  $n=0,5$ ,  $k_{fönst}=1,2$  och  $k$ -värden för vind och vägg ej reducerade.

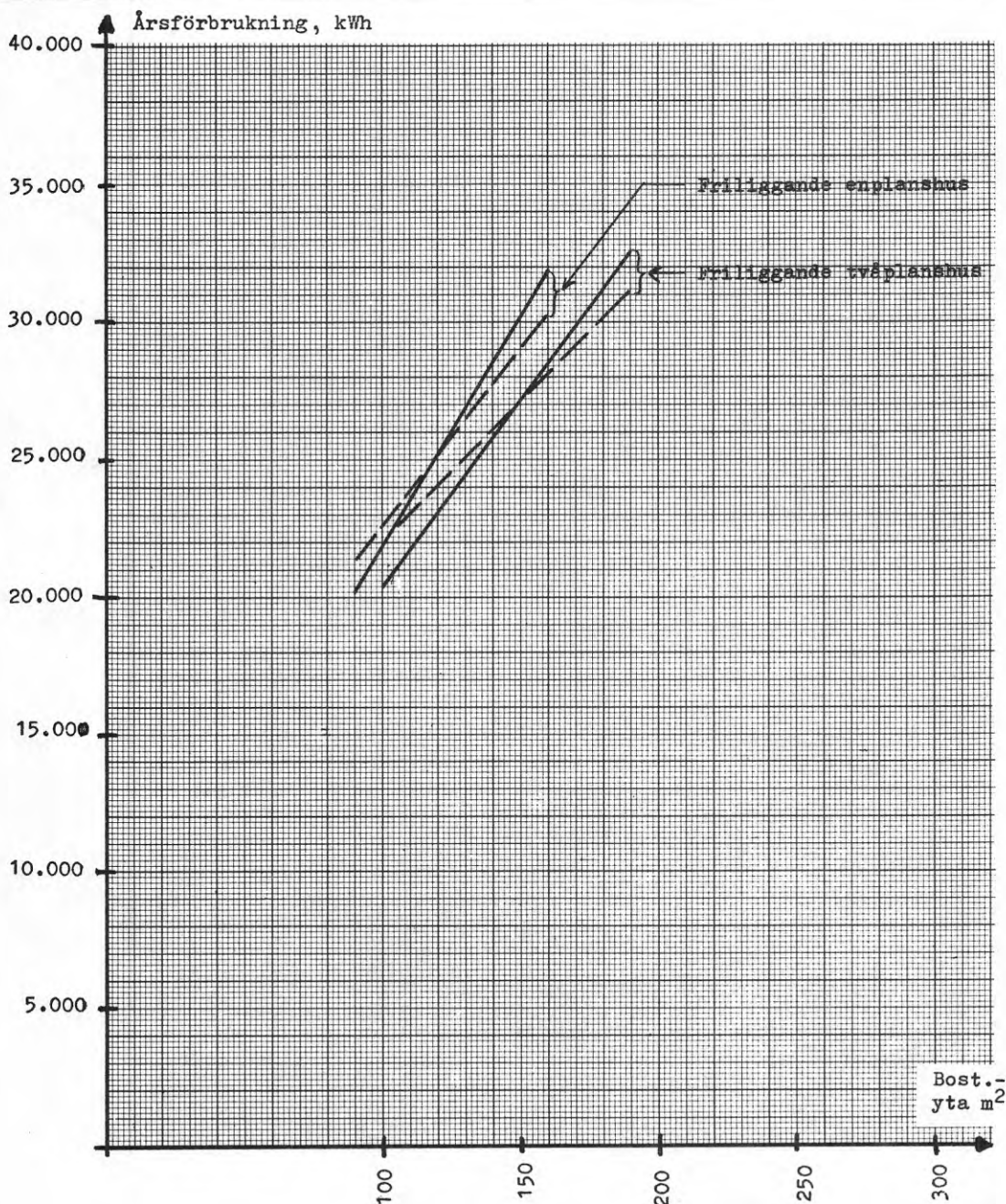


FIG.50. Jämförelse med regressionslinjer för samtliga enplanshus.

Heldragna linjer avser beräknade teoretiska värden för normaliserat enplanshus med invändig bredd 8 m. Både friliggande och radhus har införts.

Streckad linje är den regr.linje som erhålls när W som funktion av bostadsyta bestäms med samtliga källarlösa enplanshus behandlade separat.

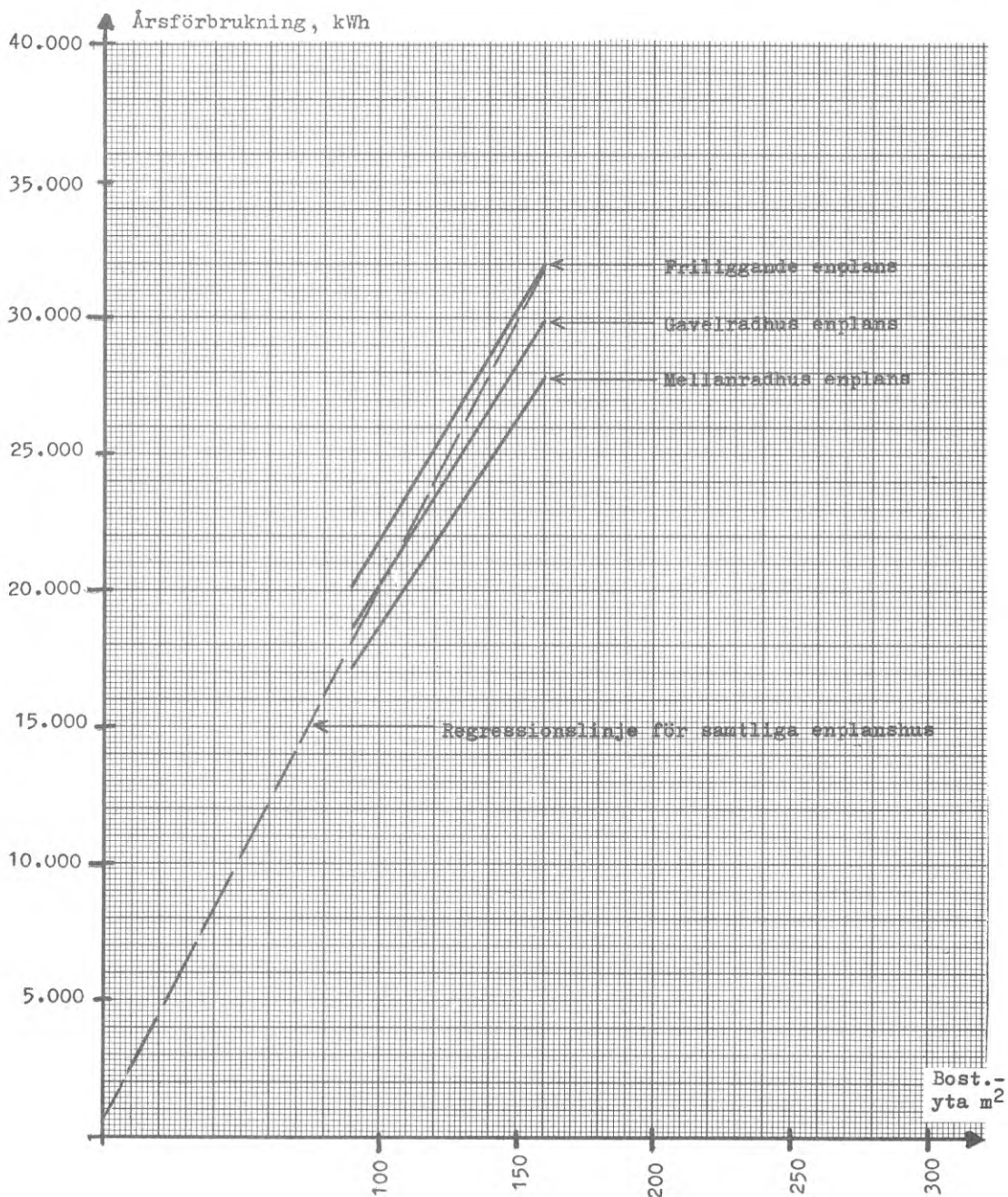
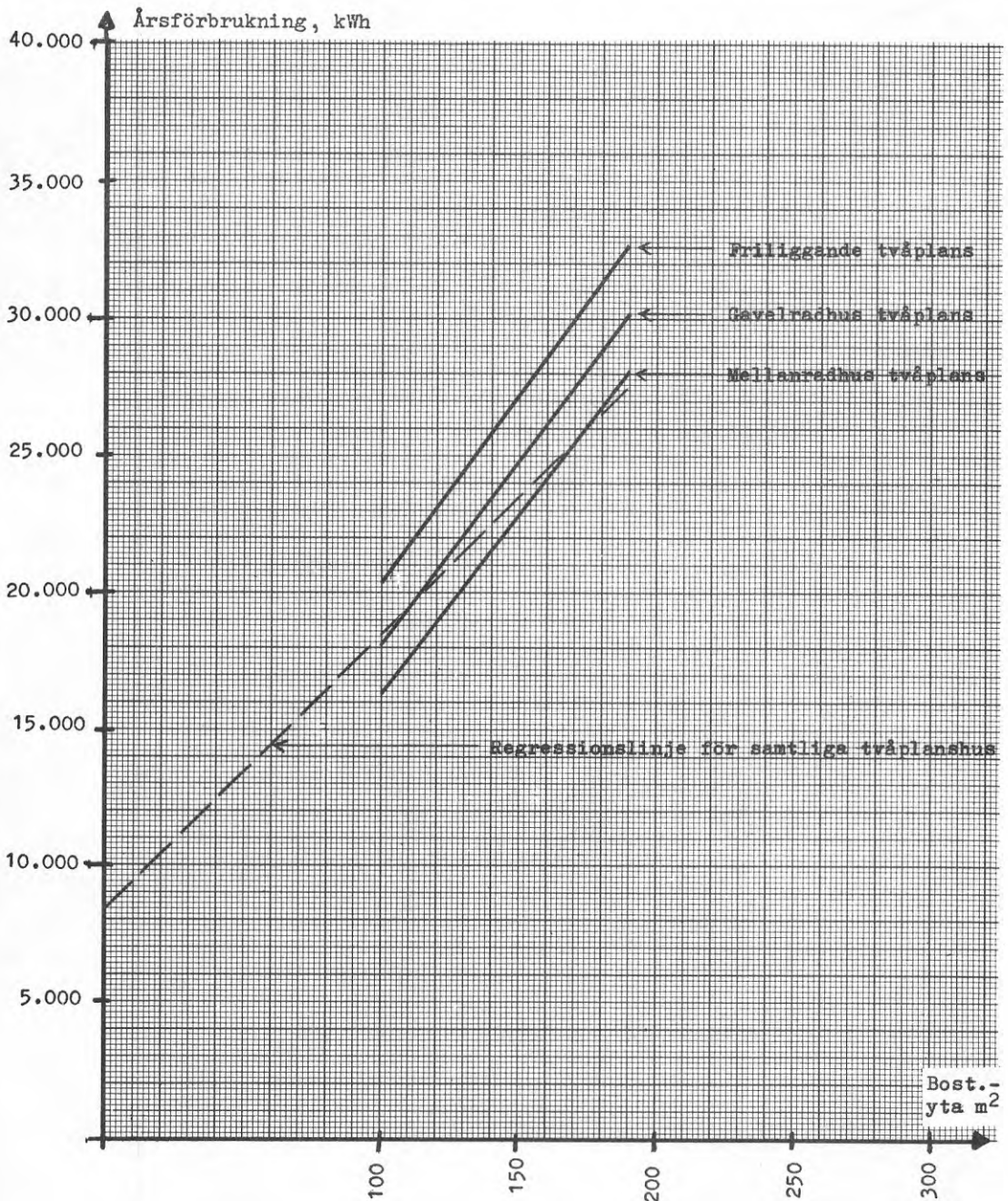


FIG. 51. Jämförelse med regressionslinjer för samtliga tvåplanshus.

Heldragna linjer avser beräknade teoretiska värden för normaliserade tvåplanshus med invändig bredd 8 m. Både friliggande och radhus har införts.

Streckad linje är den regr.linje som erhålls när W som funktion av bostadsyta bestäms med samtliga källarlösa tvåplanshus behandlade separat.



## 18 BERÄKNING AV FÖRVÄNTAD FÖRBRUKNING

## 18.1 Förbrukningsdiagram.

De beräknade normalförbrukningarna bygger på följande förutsättningar.

Isolergrad	Hög (H)	Normal (N)	Låg (L)
Väggar	k=0,20 (0,23)	k=0,30 (0,35)	k=0,40 (0,47)
Vindsbjälklag	k=0,20 (0,23)	k=0,25 (0,29)	k=0,30 (0,35)
Fönstertyp	Tvåglas	Tvåglas	Tvåglas
Ventilation	Självdrag	Självdrag	Självdrag

Anm.: Värmeegenomgångstal i kcal/m<sup>2</sup>·h·°C. Värden inom parentes W/m<sup>2</sup>·°C.

Fönsterprocent ( % av total väggyta utan avdrag för fönster ):

Friliggande hus 20 % av husets väggyta

Radhus, mellanhus 25 % av husets väggyta

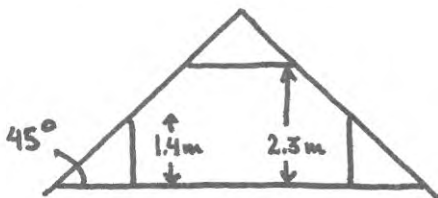
Radhus, gavelhus Samma fönsteryta som hos mellanhuset

Anm.: Fönsteryta avser yta beräknad med karmyttermått.

Vid gynnsam orientering av fönstren i väderstreck erhålls lägre energiförbrukning och vice versa.

Vindsvåning i 1½-plans hus antas ha 4 m<sup>2</sup> fönster i gavelspetsar och tak. Samma värde tillämpas även för radhus där gavelfönster antas ersätta med takfönster för att ge erf. dagsljus. Beräkning gjord för 45 taklutning.

Antagen vindssektion i 1½ plans hus.





## 18.2 Beräkning av bostadsyta.

I princip har bostadsytan beräknats lika som bostadslägenhetsyta enligt anvisningarna till Bostadslånekungörelsen, d.v.s. med yta innanför färdigställda insidor i varje våningsplan.

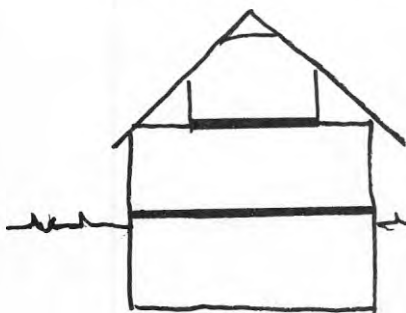
Huvudregeln har dock varit att söka erhålla den till rumstemperatur uppvärmda ytan varvid följande avvikelser skett:

1. Kontroll av om väggar varit tjockare än 15 cm har ej skett - och troligen saknat betydelse.
2. Hela golvytan i inredd vindsvåning har inräknats även om en viss del p.g.a. för låg höjd vid snedtak eller liknande inte får medräknas i bostadslägenhetsyta.
3. I hus som betecknats källarhus har ingen del av ytan i källarplanet inräknats i bostadsytan. Ev. gillestuga o.dyl. har ansetts utgöra normal standard utanför bostadsyta.
4. I souterrainhus har hela nedersta planets yta medräknats oberoende av markens läge i förhållande till färdigt golv. Detta har medfört att i vissa fall förråd och liknande inräknats.

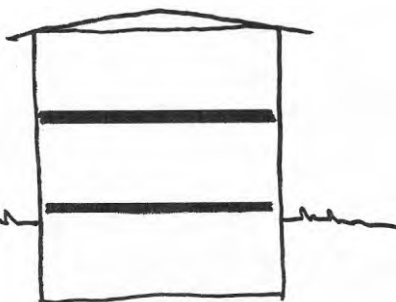
Ovanstående tillämpning medför att den redovisade bostadsytan i vissa fall överstiger den som beräknas med strikt tillämpning av Bostadslånekungörelsens anvisningar.

Nedan exemplifieras bostadsyta hos olika hustyper.

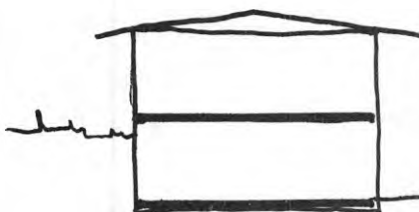
1½ plan med källare.



2 plan med källare.



1 plan souterrain.



1 plan utan källare.



————— = bostadsyta

FIG. 52. Omräkning av energiförbrukning till olika klimatområden.

Årlig energiåtgång enligt förbrukningsdiagram omräknas approximativt till aktuellt klimatområde genom multiplikation med följande omräkningsfaktorer:

Klimat- område	Omräknings- faktor
1	0,95
2	1,05
3	1,20
4	1,30



(Bearbetning av uppgifter ur  
"Klimatdata för Sverige")

FIG.53. Diagram för bestämning av normala avvikelser från förbrukningsdiagrammen. Gäller med 95 % sannolikhet för källarlösa hus.

Exempel:

Avläst värde ur förbrukningsdiagram = 22.600 kWh/år.  
Om gruppen omfattar 15 identiska hus betyder detta att förbrukningsmedelvärdet med 95 %:s sannolikhet ligger inom  $\pm 22.600 \pm 2.500$  kWh/år.

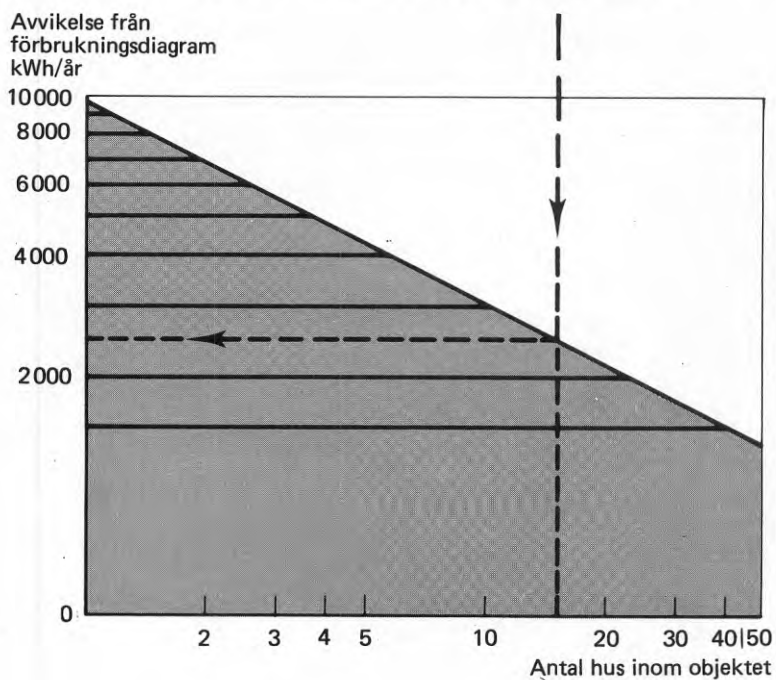
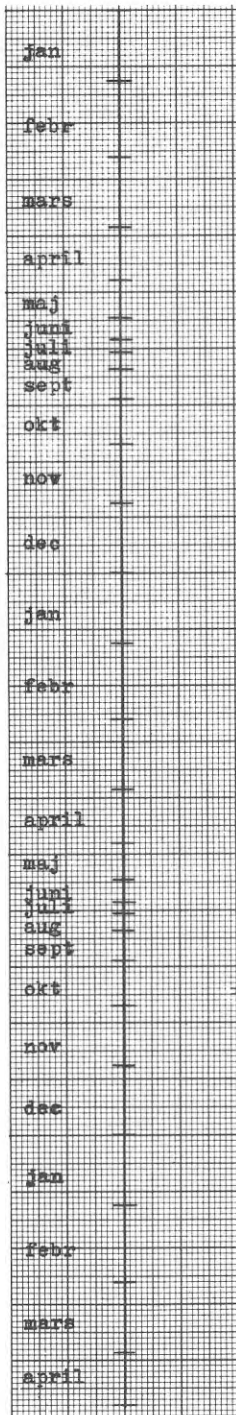


FIG. 54. Diagram för approximativ omräkning av avläst energi-  
åtgång till helårsförbrukning.



Diagrammet bygger på antagandet att energiförbrukningen är direkt proportionell mot antalet graddygn under månaden.

OBS! Vid alltför korta avläsningsperioder ger metoden för stor osäkerhet.

Anvisningar:

Mät upp hur lång sträcka avläsningsperioden omfattar. Denna sträcka motsvarar hur stor del i % av en årsförbrukning som kan förväntas under perioden. Den avlästa energisumman  $\cdot 100 / \text{avläst sträcka i mm}$  ger årsförbrukning.

Exempel 1.

Avläst period 15 nov. 1971 - 15 jan 1973.

Avläst energiförbrukning 30.500 kWh.

Uppmätt sträcka 15 nov - 15 jan = 124 mm.

Det avlästa värdet motsvarar en årsförbrukning av  $\frac{30500}{124} \cdot 100 = \underline{24.600 \text{ kWh/år.}}$

Exempel 2.

Avläst period 1 juni 1972 - 15 april 1973.

Avläst värde 20.100 kWh

Uppmätt sträcka 1 juni - 15 april = 89 mm

Det avlästa värdet motsvarar en årförbrukning av  $\frac{20.100}{89} \cdot 100 = \underline{22.600 \text{ kWh/år.}}$

FIG. 55. Förbrukningsdiagram för FRILIGGANDE HUS.

Energivärden för normaliserade (N) friliggande hus med invändig bredd 8 m.  
 Vid övergång till isolergrad H eller L minskar resp. ökar förbrukningen med värden angivna som "Årlig differens..."  
 Alla energivärden avser Stockholms normalår. Omräkning till andra klimatområden sker med multiplikator enl. FIG.52.

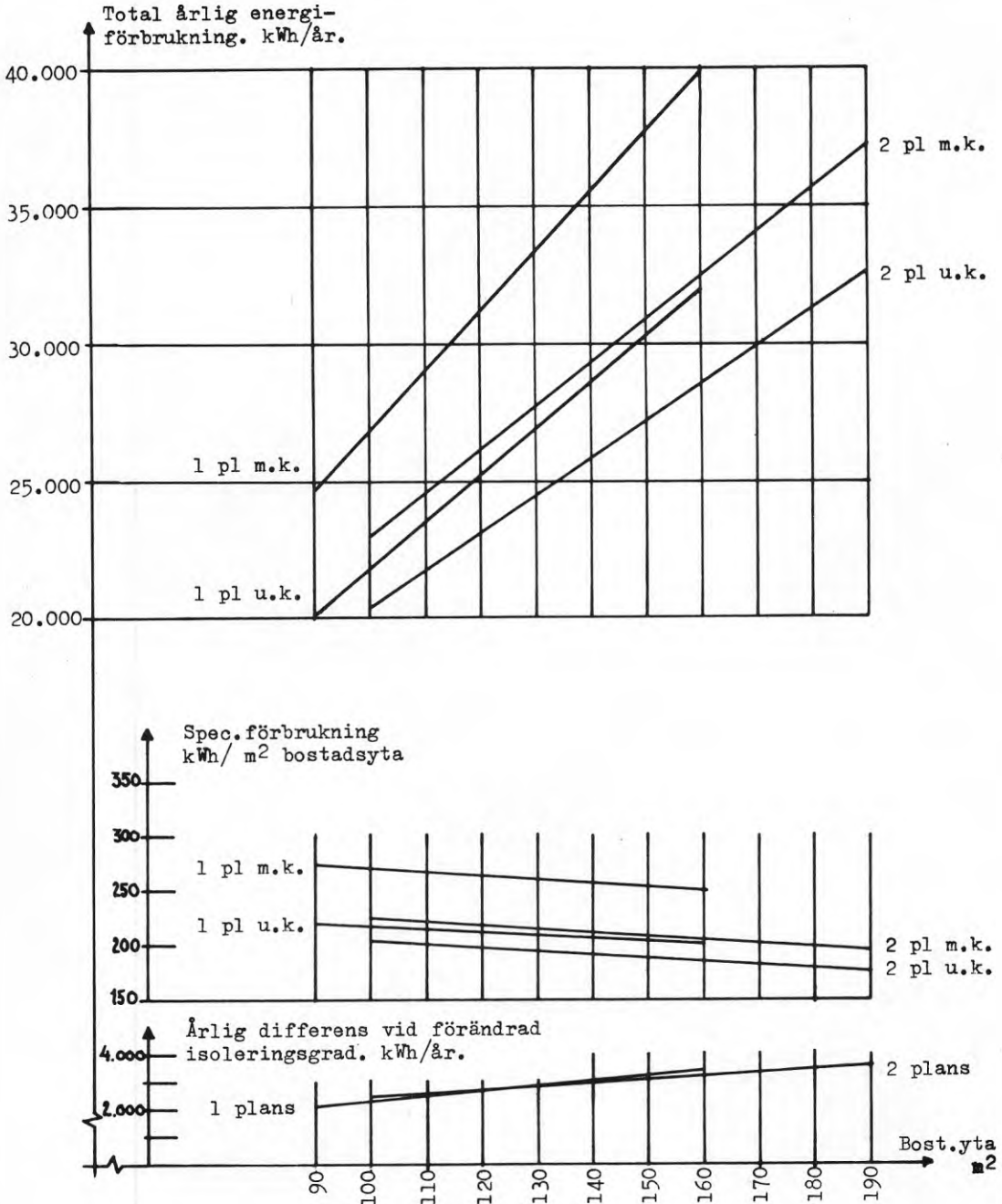


FIG. 56. Förbrukningsdiagram för RADHUS.

Energivärden för normalisolerade (N) radhus med invändig bredd 8 m.

Vid övergång till isolergrad H eller L minskar resp. ökar förbrukningen med värden angivna som "Årlig differens..."

Alla värden för energi avser Stockholms normalår. Omräkning till andra klimatområden sker med multiplikator enl. FIG. 52.

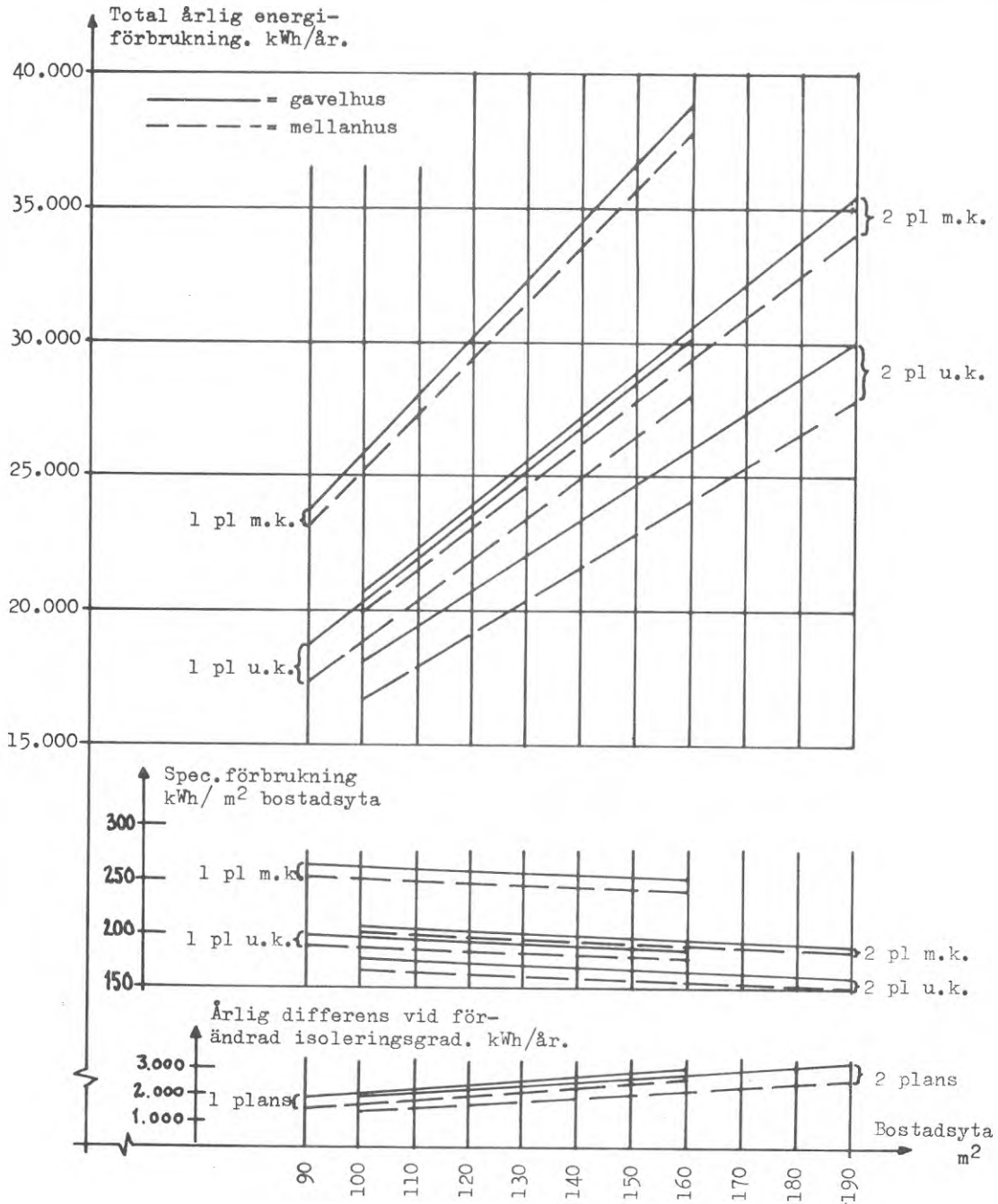


FIG. 57. Exempel på energibehovets fördelning under året.  
 Enplans källarlöst småhus under Stockholms normalår.

Värmebehov för enplans källarlöst medelhus.  
 Effektbehov 0,207 kW/°C. Fönsteryta 22,7 m<sup>2</sup> brutto.

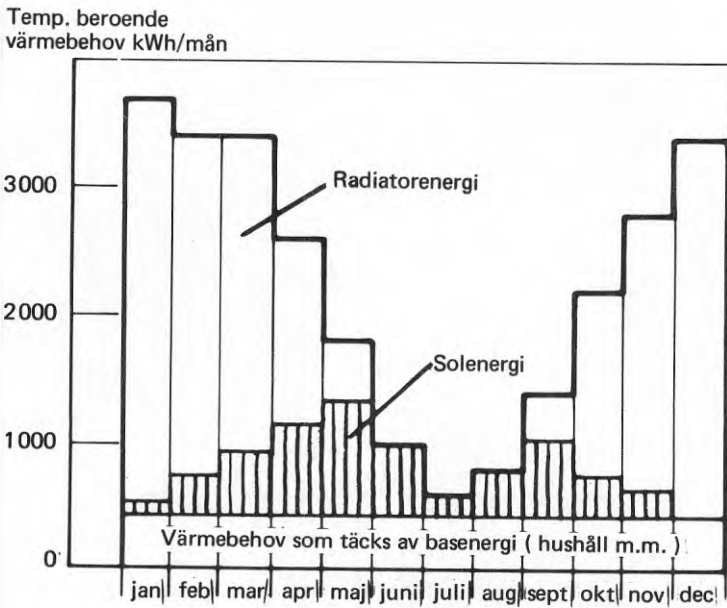
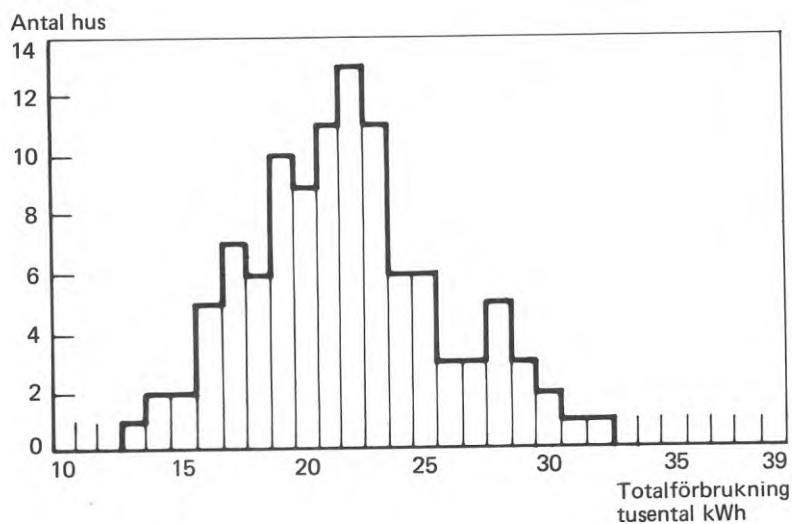


FIG. 58. Exempel på energiförbrukningens variation hos tekniskt likvärdiga småhus. 107 mellanradhus i Göteborg med värden korrigerade till Stockholms normalår.

---



Antal hus 107  
Medelvärde 22.100  
Standardavvikelse 4.100  
Median 22.100



## 18.10 Kontroll av förbrukningsdiagram mot publicerade värden.

En intressant möjlighet att kontrollera förbrukningsdiagrammens giltighet erbjuds genom de värden på energiförbrukningar för småhus som publicerats i tidskriften ERA 1973:3 och 1973:8. Totalt presenteras värden från 875 hus av olika typer och med skilda geografiska värden.

Uppgift saknas om isoleringsgrad och om ev. någon grupp utgörs av radhus. Under antagandet att husen är friliggande och normalisolerade har följande tabell uppställts:

Område	Hustyp	Yta m <sup>2</sup>	Verkl. förbr. kWh/år	Teor. förbr. kWh/år	An- tal	Differens
Ekerö	1½ u.k.	125	25.460	23.800	100	+1.660
Luleå	1 u.k.	117	30.450	29.520	39	+ 930
Skellefteå	1 u.k.	105	23.950	27.120	28	-3.170
Umeå	2 m.k.	124	28.200	34.320	48	-6.120
Umeå	2 m.k.	124	29.800	34.320	49	-4.520
Härnösand	1½ m.k.	110	28.500	27.510	31	+ 990
Eskilstuna	1 u.k.	102	19.800	21.090	70	-1.290
Upplands Väsby	1 u.k.	125	32.030	27.300	62	+4.730
Järfälla	1½ u.k.	125	26.410	22.610	112	+3.800
Järfälla	1½ m.k.	125	34.880	27.360	20	+7.520
Kungälv	1½ u.k.	125	20.280	22.610	37	-2.330
Kungälv	1½ u.k.	125	18.870	22.610	42	-3.740
Malmö	1 u.k.	111	21.510	22.420	64	- 910
Malmö	1 u.k.	118	24.580	23.370	85	+1.210
Skånör-Falsterbo	1½ u.k.	167	24.820	28.120	35	-3.300
Skånör-Falsterbo	1 u.k.	114	21.940	22.990	53	-1.050

Om sista kolumnen summeras erhåller man total differens för samtliga 16 grupper till -5.590 kWh/år vilket innebär att förbrukningsmedelvärden genomsnittligt ligger 349 kWh/år under de värden som erhålls med förbrukningsdiagram.

Största avvikelserna erhålls helt naturligt för hus med källare, där utnyttjandet spelar stor roll.

Om man beaktar att många av orterna ligger "i kanten" av klimatområdena, och vid 120 m<sup>2</sup>:s bostadsyta en skillnad av 5.200 bör uppstå mellan hög- och lågisolerade hus i Stockholmsklimat, förefaller överensstämmelsen mycket god.

## 19 LITTERATUR

## 19.1 Referenser

- Adamson, B & Lindskoug, N-E, 1965, Den elvärmda villans värmebehov och värmebalans. (Svenska Elverksföreningen). Stockholm.
- Adamson, B & Höglund, I, 1957, Tekniska och ekonomiska synpunkter på treglasfönster. (Statens nämnd för byggnadsforskning). S 4:1957.
- Andersson, T, 1970, Swedish temperature and precipitation records since the middle of the 19th century. (Byggeforskningen). D 4:1970.
- Brosenius, H, 1970, Energival vid småhusuppvärmning. (Byggeforskningen). R 32:1970.
- Brown, G, & Isfält, E, 1969, Instrålning från sol och himmel i Sverige under klara dagar. (Byggeforskningen). R 19:1969.
- Brown, G, 1966, Solvärme genom fönster och solskydd. (Byggeforskningen). R11:1966.
- Elmroth, A & Höglund, I, 1973, Värmebalans i småhus. (Byggeforskningen) R 7:1973.
- Elmroth, A & Höglund, I, 1970, Analys av ofrivillig ventilation i småhus. (Institutionen för byggnadsteknik, KTH). Meddelande nr 70.
- Feras Elvärmesektion: Meddelanden nr 1/68, 5/70, 7/70. (Svenska Elverksföreningen). Stockholm.
- Höglund, I & Åhlgren, B, 1973, Fönsterteknik. (Institutionen för byggnadsteknik, KTH). Stockholm.
- Höglund, I & Stephenson, D, 1968, Tabeller för beräkning av solinstrålning mot byggnader. (Byggeforskningen). R 49:1968.
- Höglund, I, 1963, Högisolerade ytterväggars värmemotstånd. (Byggeforskningen). Handlingar nr 41.
- Höglund, I, 1963, Värmeförluster i småhus. (Byggeforskningen) Handlingar nr 43.
- Höglund, I & Elmroth, A, 1961, Bestämning av värmeförluster i småhus. (Institutionen för byggnadsteknik, KTH). Meddelande nr 28.
- Höglund, I & Lyng, O, 1961, Värmeflödesmätningar på högisolerade ytterväggar. (Institutionen för byggnadsteknik, KTH). Meddelande nr 24.
- Johnsson, B, 1972, Småhusens teknik och ekonomi. (Byggeforskningen). R 47:1972.

- Kreuger, C-H, 1941, Värmeövergång vid fönster. Examensarbete vid institutionen för byggnadsteknik, KTH. Stockholm.
- Lindskoug, N-E, 1969, Elvärmefrågor. Utgåva 3. Stockholm.
- Lindskoug, N-E, 1963, Försök med elektrisk bostadsuppvärmning. (Byggeforskningen). R 98:1963.
- Lindström, B<sub>3</sub> & Ström, U, 1970, Kontroll av tillämpade värmebehovsberäkningar. (Byggeforskningen). R 37:1970.
- Lindström, P-O & Lundström, E, 1973. Examensarbete vid institutionen för byggnadsteknik, KTH. Stockholm.
- Lyng, O & Fyrhake, L, 1969, Ytterväggar. (Byggeforskningen) R 28:1969.
- Meteorologiska iakttagelser i Sverige. (SMHI). Årsbok del 2.2 för åren 1964-1971.
- Munther, K, 1971, Hushållsförbrukning i småhus. Arbetshandling vid institutionen för byggnadsteknik, KTH. Stockholm.
- Pleijel, G, 1959, Fönstrets värmebalans. (Statens nämnd för byggnadsforskning). S 3:1959.
- Pleijel, G, 1957, Fönsterskydd. (Byggeforskningen). S 1957:5.
- Samarbetsgruppen för byggnaders energiförsörjning, 1970, Byggnaders energiförsörjning. (Byggeforskningen). R 9:1970.
- Schüle, W, 1962, Untersuchungen über die Luft- und Wärmedurchlässigkeit von Fenstern. Gesundh. Ingr 83, 1962.
- Statens Vattenfallsverk, 1969, Symposium - uppvärmning av större byggnader. Stockholm.
- Svenska Elverksföreningen: Handlingar nr 6/1967, 19/1970, 23/1970 och 27/1970.
- Svenska Elverksföreningen: Statistik. Driftåren 1968, 1969 och 1970.
- Taesler, R, 1973, Klimatdata för Sverige. (Byggeforskningen). Stockholm.
- Wigen, R, 1963, Vinduer. (Norges byggeforskningsinstitut). Oslo.

## 19.2 Kompletterande litteratur

- Adamson, B, Domné, G. & Rönning, M, 1964, Marktemperaturer under hus utan källare. (Byggforskningen). Handlingar nr 46.
- Adamson, B, Claesson, J & Efring, B, Kryprum. Grundläggningsdjup, värmeisolering och fuktförhållanden. (Byggforskningen). R 29:1971.
- Antoni, N, 1969, Projekteringsunderlag för skolbyggnader för grundskolan. Klimat. Häfte 9 och 10. (Byggforskningen). R 50/69.
- Brown, G, 1956, Värmeövergång vid byggnaders ytterytor. (Statens nämnd för byggnadsforskning). Handlingar nr 27.
- Byggforskningens rapport 37, 1967, Material och konstruktioner i gruppbyggda småhus. (Byggforskningen). R 37:1967.
- Eneborg, I, 1965, Värmecentralers årsverkningsgrad. (Byggforskningen). R 5:1965.
- Eneborg, I, 1963, Centraliserad uppvärmning av småhusområden. (Byggforskningen). R 91:1963.
- Eriksson, B, 1962, Bostadsventilation. (Byggforskningen). R 77:1962.
- Ericsson, H, 1960, Hus utan källare. Grundläggningsmetoder. (Statens nämnd för byggnadsforskning). Handlingar nr 32.
- Hagman, F, 1969, Isolerade fasader. Funktion, konstruktion, ekonomi. (Byggforskningen). R 35:1969.
- Hedlund, H & Holmberg, J, 1969, Integrerade anläggningar för ljus, värme och ventilation. Del 1. (Byggforskningen). R 38:1969.
- Höglund, I & Lyng, O, 1963, Nya fasader på gamla hus - tilläggsisolerade ytterväggar. (Institutionen för byggnadsteknik, KTH). Meddelande nr 29. Stockholm.
- Höglund, I & Ottoson, G, 1961, Tre typer av kryputrymmen. (Institutionen för byggnadsteknik, KTH). Meddelande nr 27.
- Höglund, I, Rönning, M & Norell, T, 1969, Värmestrålning och k-värden. (Institutionen för byggnadsteknik, KTH). Meddelande nr 69.
- Johnsson, B & Hedberg, N, 1970, Småhusbyggandet i tre Storstockholmskommuner, 1970. (Institutionen för byggnadsteknik, KTH). Meddelande nr 77.
- Larsson, O, 1965, Dimensionering av panneffekten i små och medelstora värmeanläggningar - ett diskussionsinlägg. (Byggforskningen). R 21:1965.
- Lyng, O, 1965, Värmetransport genom fönster. (Byggforskningen). R 15:1965.

Mandorff, S, 1968, Värmeförbrukning i skolor. (Byggforskningen). R 33:1968.

Nevander, L.E., 1961, Köldbryggor i väggkonstruktioner. Tidskriften Byggmästaren nr 2, 1961.

Schlenk, R, 1970, Heizung im sozialen Wohnungsbau. Investitionskosten - Betriebskosten. Österreichisches Institut für Bauforschung. Wien. 1970. Forschungsbericht 68.

Sundblad, H, 1965, Handledning för projektering av elvärme i villor och småhus. Fera. Stockholm.

STF-TLI kursverksamhet, 1969, Ventilationsanläggningen och dess funktion. Stockholm.

STF-TLI kursverksamhet, 1968, Fastighetsområdets värmeförsörjning. Stockholm.

Svensk ekonomi fram till 1977. 1970 år långtidsutredning avstämd och framskriven. SOU 1973:21.



JUNIUNDERSÖKNINGEN AV SMÅHUS 1971 - 72

Ref.nr: ..206.....

Åhusborg  
 Kommun: Göteborg..... Aktuella årets graddagar: .....

Fastighet: 81 kv. Frilødet, 82 kv. Frivaktan, 83 kv. Fullriggaren, 84 kv. Fåglinan

Gata: Fregattgatan 4, 6, 8, ... 22, 28, 30, 3, 9, 11, ... 15,

Byggnadsår: 1966-67.....

Antal likvärdiga hus: 17 st. mitthus

Byggnadsföretag: SIAB.....

Våningsyta: 92.8.....Lägenhetsyta: 85.1 + 85.1 = 170.2

Källare	<input type="checkbox"/>	2-plan	<input type="checkbox"/>	Friliggande	<input type="checkbox"/>
Utan källare	<input type="checkbox"/>	Souterrain	<input checked="" type="checkbox"/>	Radhus	<input checked="" type="checkbox"/>
1-plan	<input checked="" type="checkbox"/>	Anm: .....		Kedjehus	<input type="checkbox"/>
1,5-plan	<input type="checkbox"/>	.....		Annat: .....	

Grundläggningssätt: Hel rutarm, betg platta K250, med kantbalkar och vouter på yttätad stenfyllnad (makadam).....

Källare Botteuvåning.Källaryttervägg:

Ytor: 31.0

Yttervägg: mot jord:

31.0

mot det fria:

Fönster: 10.6 m<sup>2</sup>, bröstn. 2.2, hel 0.90

Bottebjälklag: 150 mm makadam, 100 mm betg, 70 mm min. ull  
 klass A, 22 mm spånskiva

Talhöjd: 2.40Ventilationsvolym: 204 m<sup>3</sup>Anm:

Uppvärmd: ja   
 nej

Uppvärmd andel: Hela.....

Källartemperatur: .....

Antal stickprov: .....

Våningsplan

Yttervägg, långsida:

1/2-stavs fasadtegel, luftspalt, 1/8" hård träf.sk.  
 2"x5" regelverk, 12 cm min. ull, diff.tät papp,  
 3/4" panel och 1/4" halv hård träf. skiva

Yttervägg, kortsida:

Gavelspets:

Fönster:

2-glas 3-glas 

Annat: .....

Ytor:

Yttervägg: 62,0 m<sup>2</sup>Fönster: 17,03 m<sup>2</sup>

(Dörrar: 8,80 [Glas: 5,20 Bröstning: 3,60 Hel: ])

Takhöjd: 2,40

Ventilationsvolym: 204 m<sup>3</sup>

Mellanbjälklag:

Eklamell resp. plastplattor och board lamell  
 Bjälkar 2"x9" c 550, kutter spån (min. ull under  
 WC), papp, 3/4" panel, 1/4" halv hård träfibersk.

Vindsbjälklag:

Underram i takstol, 120 + 30 min. ull, diff.-  
 tät papp, 3/4" panel, plastspänning.

Yttertak:

Fackverks takstol av trä c 1000, 7/8" panel,  
 Dubbel papptäckning.

Underlagstak:

Takbeläggning:

Dubbel papptäckning

Vind inredd och uppvärmdja 

Inredd andel: .....

nej 

Antal stickprov:

Källgarage: Väggar: 1" panel, papp, 2"x3" teglar, 70 mm  
 min. ull, diff.tät papp, 13 mm gipsskiva.

Tak: Dubbel papptäckning, 7/8" panel, 70 mm min. ull  
 2"x6" åsar, 3/4" glespanel, 13 mm gipsskiva.



Värmeinstallation

Panna i huset  Fjärrvärmeverk   
 Gemensam värmecentral  El

Värmetillförsel

Radiatorer: Vatten  El

Varmvattenberedare: Volym och effekt:

Ventilation: Utsugning självdrag   
 Övrig: .....

Ersättningsluft: Vädring fönster   
 Fönster med beslag   
 Övrig: .....

Effekt : Värmeradiatorer kW: 13.3  
 (Om möjligt uppdelat på våning och källare!)

Varmvattenberedare kW: 4.5 kW (465 liter)

Bottenplan 6.6 kW

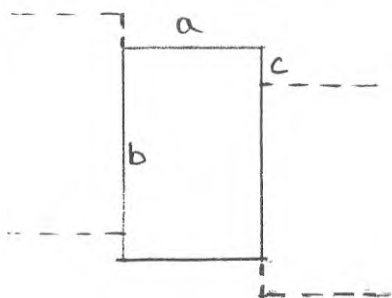
Överplan 6.7 kW

Planskisser:

Källare:

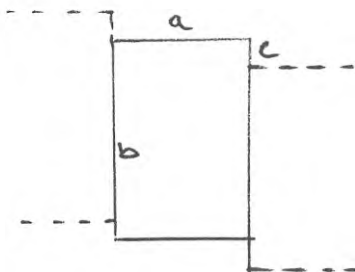
Mått	ytter	inner
a		
b		
c		
d		
e		
f		
g		
h		

Bottenvåning:

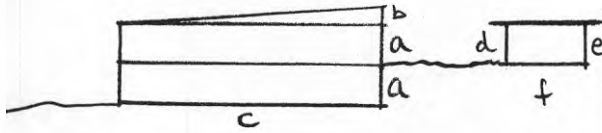


Mått	ytter	inner
a	10.20	9.90
b	9.10	8.60
c	3.25	3.00
d		
e		
f		
g		
h		

Övre plan:



Mått	ytter	inner
a	10.20	9.90
b	9.10	8.60
c	3.25	3.00
d		
e		
f		
g		
h		

Gavelskiss:

Mått	
a	2,40
b	0,80
c	8,60
d	2,00
e	2,20
f	5,86
g	
h	

Källarytterväggar:

Mått	höjd
a	
b	
c	
d	
e	
f	
g	
h	

Mått	längd
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	

## Fönster:

Mått ( b x h )	Antal	vta	Σ Yta	
1,10 x 2,00	3	2,20	6,60	BV
0,60 x 0,60	1	0,36	0,36	BV
1,80 x 1,30	1	2,34	2,34	BV
1,80 x 1,30	3	2,34	7,02	öV
0,80 x 1,30	1	1,04	1,04	öV
1,80 x 1,30	2	2,34	4,68	öV
1,10 x 1,30	3	1,43	4,29	öV
x				
x				
x				
		Σvta	26,33	

BV 9,3 m<sup>2</sup> (TEGELVÄGG)  
 öV 17,03 m<sup>2</sup> ( " )

## Dörrar:

	Dörrtyp	Ant	b x h	Y	ΣY	Glas bxh	Y	ΣY	BröstΣY	HelΣY	
bv	EUTRE'	1	1,00 x 2,20	2,20	2,20	1,00 x 1,30	1,30	1,30		0,90 0,90	
öv	TRÄDJÄRE	3	0,80 x 2,20	1,76	5,28	0,80 x 1,30	1,04	3,12	0,72	2,16	
öv	BALK	2	0,80 x 2,20	1,76	3,52	0,80 x 1,30	1,04	2,08	0,72	1,44	
bv	KRESTNÄLL	1	1,00 x 1,30	1,30	1,30	x			1,30	1,30	
bv	"	1	1,00 x 0,90	0,90	0,90	x			0,90	0,90	
			x			x					
			x			x					
				ΣY	13,7			ΣY	6,50	ΣΣY	5,80

bv 4,40  
 öv 8,80

BV 1,3 BV 2,2 BV  
 öV 5,2 öV 3,6

Delvis uppvärmda utrymmen:

GARAGE KALLT.

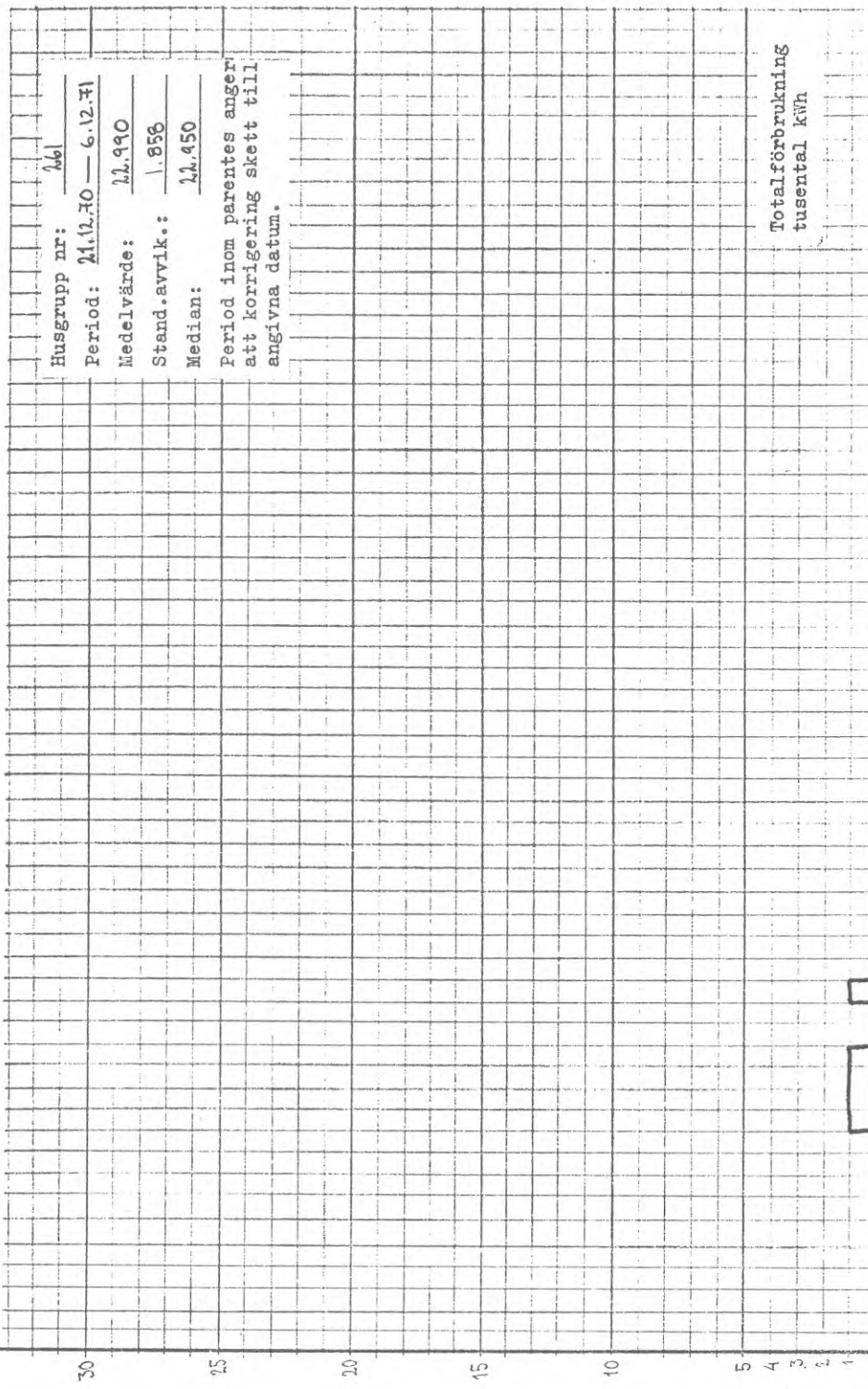
Utrymme	Mått	Plan
YTTERMÅTT	5,35 x 5,86	31,4 m <sup>2</sup>
INNERMÅTT	5,05 x 5,66	28,6 m <sup>2</sup>
TAKHÖJD	x	2,1 m
VOLYM	x	60 m <sup>3</sup>
VÄGGYTA	x	42,9 m <sup>2</sup>
DÖRRYTA	x	10,0 m <sup>2</sup>
	x	

Avlästa värden avser samma tidsperiod men ej helår. Bearbetning sker av o-korrigerade värden varefter det erhållna medelvärdet korrigeras till helår.

Referensnummer: 261

Period	Föregående avläsning	Senaste avläsning	Förbrukning kWh	Korrigerad förbrukn.	Ann. Ev.nr el.adress för identifiering
30.12.21-31.12.6	34.365	57.281	22.916	22.9	1 Hårolfsgatan 1
- " -	29.636	50.441	20.805	20.8	2 - " - 3
- " -	33.410	56.946	23.536	23.5	3 - " - 5
- " -	37.747	63.915	26.168	26.1	4 - " - 7
- " -	33.995	55.484	21.489	21.4	5 - " - 9
					6
					7
					8
					9
					10
					11
					12
					13
					14
					15
					16
					17
					18
					19
					20
					21
Korrektion till		7.12.70 - 6.12.71			22
					23
7/12 -	= 100.000				24
21/12 -	-14.0.387				25
Σ	94.582				26
					27
					28
					29
					30
					31
					32
					33
					34
					35
					36
					37
					38
					39
					40 Medel 22.990/94.582
					41
					42 = 24.307
					43 Σ
					44
					45 7.12.70 - 6.12.71
					46
					47
					48
					49
					50

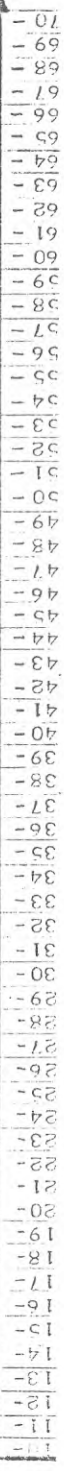
▲ Antal hus



Husgrupp nr: 661  
 Period: 21.12.70 — 6.12.71  
 Medelvärde: 22.990  
 Stand.avvik.: 1.856  
 Median: 22.450

Period inom parentes anger  
 att korrigerig skett till  
 angivna datum.

Totalförbrukning  
 tusental kWh



Stor del av avlästa värden avser samma tidsperiod. 193  
 Vissa värden korrigeras till denna period varefter  
 statistisk bearbetning sker med flesta värden o-  
 korrigerade. Erhållet medelvärde korrigeras där-  
 efter till helår.

Referensnummer: 206

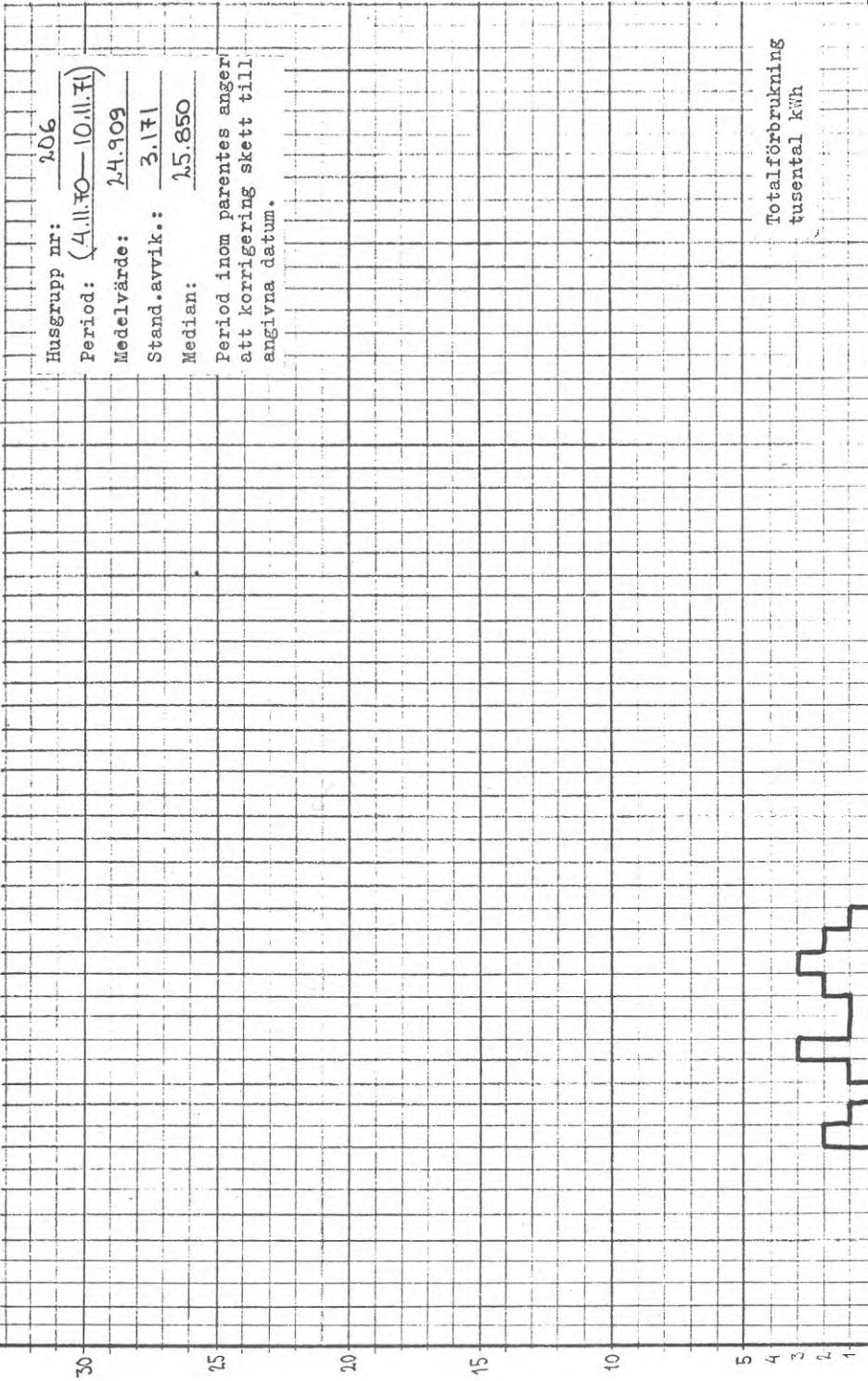
Period	Föregående avläsning	Senaste avläsning	Förbrukning kWh	Korrigerad förbrukn.	Ann. Ev.nr el.adress för identifiering
70.11.04-71.11.10			27.732	27.7	1 Fregattgatan 4
- " -			29.010	29.0	2 " 6
- " -			23.174	23.1	3 " 8
- " -			22.284	22.2	4 " 10
- " -			19.786	19.7	5 " 12
- " -			28.770	28.7	6 " 14
70.12.02-71.11.10			21.042	23.1	3 7 " 16
70.11.04-71.11.10			26.204	26.2	8 " 18
- " -			23.426	23.4	9 " 20
- " -			27.774	27.7	10 " 22
70.11.04-71.11.29			25.703	24.2	4 11 " 28
70.11.04-71.11.10			28.308	28.3	12 " 30
70.11.01-71.11.10			26.830	26.5	1 13 " 3
70.11.04-71.12.01			21.379	20.0	5 14 " 9
70.11.04-71.11.10			27.766	27.7	15 " 11
- " -			25.820	25.8	16 " 13
- " -			19.386	19.3	17 " 15
					18
					19

Korrektion till 4.11.70 - 10.11.71

			% av hel- år	Divisor %/102.331
1	1/11-10/11	$102.331 + 3 \cdot 0.333$	103.330	100.976
2	4/11-10/11	$150 + 7 \cdot 0.333 = 102.331$		
3	2/12-10/11	$102.331 - 27 \cdot 0.333 - 1 \cdot 0.387$	92.953	90.836
4	4/11-29/11	$102.331 + 19 \cdot 0.333$	108.658	106.183
5	4/11-1/12	$102.331 + 20 \cdot 0.333 + 1 \cdot 0.387$	109.378	106.886

					33
					34
					35
					36
					37
					38
					39
					40
					41
					42
					43
					44
					45 Medel 24.909/102.331
					= 24.342
					47 17 st
					48 4/11-70 - 3/11-71
					49
					50

▲ Antal hus



Husgrupp nr: 206  
 Period: (4.11.70-10.11.71)  
 Medelvärde: 24.909  
 Stand.avvik.: 3.171  
 Median: 25.850

Period inom parentes anger  
 att korrigering skett till  
 angivna datum.

Totalförbrukning  
 tusental kWh

11-  
12-  
13-  
14-  
15-  
16-  
17-  
18-  
19-  
20-  
21-  
22-  
23-  
24-  
25-  
26-  
27-  
28-  
29-  
30-  
31-  
32-  
33-  
34-  
35-  
36-  
37-  
38-  
39-  
40-  
41-  
42-  
43-  
44-  
45-  
46-  
47-  
48-  
49-  
50-  
51-  
52-  
53-  
54-  
55-  
56-  
57-  
58-  
59-  
60-  
61-  
62-  
63-  
64-  
65-  
66-  
67-  
68-  
69-  
70-



Referensnummer: 262 måste korrigeras innan statistisk bearbetning kan ske. Erhållet medelvärde avser helår.

Period	Föregående avläsning	Senaste avläsning	Förbrukning kWh	Korrigerad förbrukn.	Anm. Ev.nr el.adress för identifiering
14.5.71-72.06.07	37-3190/11	19.913	22.955	21.8	1 Tyftervägen 28
14.5.71-72.06.07	97	21.068	20.971	19.9	2 -u- 26
-u--u-	103	24.461	24.358	23.1	3 -u- 24
19.5.71-72.06.07	533	22.046	21.513	20.6	2 4 -u- 22
28.5.71-72.06.07	481	21.387	20.906	20.4	3 5 -u- 20
-u--u-	307	22.319	22.012	21.5	3 6 -u- 18
7.5.71-72.06.07	33	23.791	23.758	22.2	4 7 -u- 27
-u--u-	45	24.318	24.273	22.7	4 8 -u- 25
-u--u-	10	19.962	19.952	18.7	4 9 -u- 23
19.5.71-72.06.07	597	22.231	21.634	20.8	2 10 -u- 21
-u--u-	536	24.076	23.540	22.6	2 11 -u- 19
28.5.71-72.06.07	401	22.429	22.028	21.5	3 12 -u- 17
7.06.11-72.06.07	146	18.623	18.477	18.5	5 13 Klockervägen 16
-u--u-	257	21.199	20.942	21.0	5 14 u 14
-u--u-	290	23.362	23.072	23.1	5 15 u 12
7.06.18-72.06.07	655	21.768	21.113	21.4	6 16 u 10
-u--u-	652	20.116	19.464	19.7	6 17 u 8
7.06.24-72.06.07	413	18.518	18.105	18.5	7 18 u 6
7.07.02-72.06.07	305	19.834	19.529	20.2	8 19 u 4
-u--u-	429	16.165	15.736	16.3	8 20 u 2
7.06.04-72.06.07	22	20.350	20.328	20.2	9 21 u 13
-u--u-	34	19.156	19.122	19.0	9 22 u 11
-u--u-	35	20.339	20.304	20.1	9 23 u 9
7.06.18-72.06.07	352	25.673	25.321	25.7	6 24 u 7
7.06.24-72.06.07	325	22.697	22.372	22.9	7 25 u 5
-u--u-	478	18.241	17.770	18.2	7 26 u 3
7.07.02-72.06.07	353	19.557	19.204	19.9	8 27 u 1
7.08.12-72.06.07	341	21.210	20.869	22.7	10 28 Kautovägen 16
7.08.01--u--	134	21.006	20.872	22.3	11 29 u 14
7.08.20--u--	320	21.057	20.737	22.8	12 30 u 12
-u--u-	199	20.526	20.327	22.4	12 31 u 10
-u--u-	244	20.618	20.374	22.4	12 32 u 8
-u--u-	201	17.236	17.035	18.8	12 33 u 6
7.08.27--u--	22	21.501	21.479	23.9	13 34 u 4
-u--u-	10	22.890	22.880	25.5	13 35 u 2
7.07.10--u--	27.483	48.136	20.653	21.6	14 36 u 15
-u--u-	528	22.774	22.246	23.2	14 37 u 13
-u--u-	522	22.940	22.418	23.4	14 38 u 11
7.08.13--u--	340	19.894	19.554	21.3	15 39 u 9
-u--u-	96	18.443	18.347	20.0	15 40 u 7
7.08.01--u--	474	18.309	17.835	19.1	11 41 u 5
7.08.20--u--	107	25.863	25.756	28.4	12 42 u 3
-u--u-	164	20.267	20.073	22.1	12 43 u 1
7.09.03-72.06.07	99	22.704	22.605	25.4	16 44 Jägarvägen 14
-u--u-	207	19.003	18.796	21.1	16 45 u 12
7.09.24--u--	1112	19.848	18.736	22.1	17 46 u 10
7.09.10--u--	452	19.930	19.478	22.2	18 47 u 8
-u--u-	369	22.803	22.434	25.6	18 48 u 6
7.09.24--u--	1052	23.319	22.267	26.2	17 49 u 4
-u--u-	974	21.480	20.506	24.2	17 50 u 2

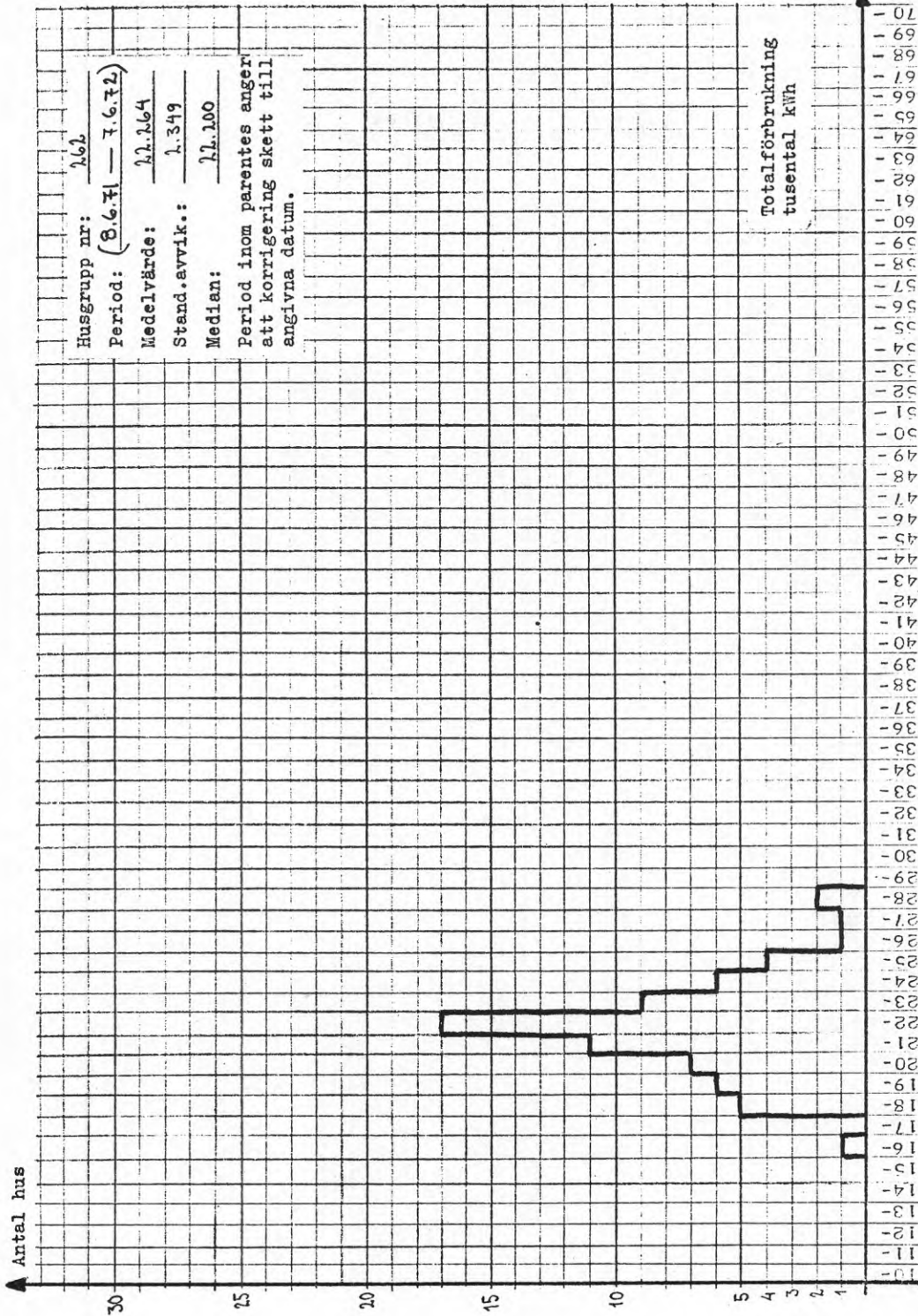
Anm. Tyftervägen 28: Byte av vätare 16.9.71

Period	Föregående avläsning	Senaste avläsning	Förbrukning kWh	Korrigerad förbrukn.	Ann. Ev.nr el.adress för identifiering
71.08.27-72.06.07	310	21.597	21.287	23.7	13 1 Jägarvägen 15
- " -	177	20.781	20.604	22.9	13 2 " " 13
71.09.03- " -	208	18.862	18.654	21.0	16 3 " " 11
- " -	188	20.606	20.418	23.0	16 4 " " 9
71.09.10- " -	261	19.410	19.149	21.9	18 5 " " 7
71.09.24- " -	917	19.713	18.796	22.1	17 6 " " 5
71.09.10- " -	272	21.847	21.575	24.6	18 7 " " 3
71.09.17- " -	457	21.086	20.629	23.9	19 8 " " 1
71.11.01-72.06.07	1903	20.704	18.801	24.9	20 9 Hildarvägen 12
71.10.01- " -	632	23.360	22.728	27.1	21 10 " " 10
- " -	521	17.018	16.497	19.7	21 11 " " 8
71.10.08- " -	998	20.939	19.941	24.4	22 12 " " 6
- " -	875	20.793	19.918	24.3	22 13 " " 4
- " -	822	19.737	18.915	23.1	22 14 " " 2
71.10.01-72.06.08	540	21.423	20.883	24.9	21 15 " " 11
- " -	636	24.251	23.615	28.2	21 16 " " 9
- " -	580	19.159	18.579	22.1	21 17 " " 7
- " -	885	19.651	18.766	22.4	21 18 " " 5
71.10.08- " -	964	18.653	17.689	21.6	22 19 " " 3
- " -	621	19.045	18.424	22.0	21 20 " " 1

Korrektion till 8.6.71-7.6.72

Nr	Datum	Korrektion	Divisor
4	7/5 - 7/6	↑ + 7.0.223	106.674
1	14/5 - "	↑ + 5.0.223	105.113
2	19/5 - "	↑ + 9.0.223	103.998
3	28/5 - "	↑ + 3.0.157 + 4.0.223	101.991
9	4/6 - "	↑ 100 + 4.0.157	100.628
5	11/6 - "	↓ 100 - 3.0.157	99.529
6	18/6 - "	↓ - 7.0.157	98.430
7	24/6 - "	↓ - 6.0.157	97.488
8	2/7 - "	↓ - 6.0.157 - 1.0.110	96.436
14	10/7 - "	↓ - 8.0.110	95.556
11	1/8 - "	↓ - 21.0.110	93.246
10	12/8 - "	↓ - 11.0.132	91.794
15	13/8 - "	↓ - 2.0.132	91.530
12	20/8 - "	↓ - 7.0.132	90.606
13	27/8 - "	↓ - 7.0.132	89.682
16	3/9 - "	↓ - 4.0.132 - 2.0.193	88.768
18	10/9 - "	↓ - 7.0.193	87.417
19	17/9 - "	↓ - 7.0.193	86.066
17	24/9 - "	↓ - 7.0.193	84.715
21	1/10 - 8/6	↓ - 6.0.193 (+ 1.0.157)	83.714
22	8/10 - 7/6	↓ - 7.0.265	81.702
20	1/11 - "	↓ - 24.0.265	75.342

21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45 Medel 22.264 / 1
46 = 22.264
47 70 st
48 8/6-71-7/6-72
49
50



Beräkning av graddygn.

Ort: Stockholm (Göteborg)

Period: Normalår 1861-1968 (1860-1968)

Månad	$t_m$	$21-t_m$	Dgr
jan	-2.9	23.9	31
feb	-3.2	24.2	28
mars	-1.0	22.0	31
april	3.8	17.2	30
maj	9.3	11.7	31
juni	14.3	6.7	30
juli	17.1	3.9	31
aug	15.6	5.4	31
sept	11.7	9.3	30
okt	6.6	14.4	31
nov	2.0	19.0	30
dec	-1.2	22.2	31
jan	-0.6	21.6	31
feb	-0.9	21.9	28
mars	1.3	19.7	31
april	5.8	15.2	30
maj	11.0	10.0	31
juni	15.1	5.9	30
juli	17.1	3.9	31
aug	16.1	4.9	31
sept	12.8	8.2	30
okt	8.3	12.7	31
nov	4.0	17.0	30
dec	1.0	20.0	31

$$G = 5452,1 (\text{Stockholm})$$

$$G = 4879,0 (\text{Göteborg})$$

Korrektionsfaktorer.

Månad	%	% per dag	Ant.dag
jan	12,5	0,403	31
feb	11,6	0,414	28
mars	11,6	0,374	31
april	9,2	0,307	30
maj	6,9	0,223	31
juni	4,7	0,157	30
juli	3,4	0,110	31
aug	4,1	0,132	31
sept	5,8	0,193	30
okt	8,2	0,265	31
nov	10,0	0,333	30
dec	12,0	0,387	31
	<u>100,0</u>		<u>365</u>

Exempel: 27/4 1969 - 16/6 1970 29.394 kWh

- 26/4	100	
- 30/4	4 · 0,307 =	1,228
- 31/5		6,900
- 16/6	16 · 0,157 =	2,512
		<u>110,640%</u> av en årsförbrukning

Korr.förbrukning =  $\frac{29394}{110,640} = 26.567$  kWh













R58:1974

Denna rapport avser anslag D 699 från Statens råd för  
byggnadsforskning till Institutionen för byggnadsteknik, KTH,  
Stockholm.

Distribution: Svensk Byggtjänst, Box 1403, 111 84 Stockholm  
Grupp: installation

Pris: 30 kronor + moms

Art.nr.: 6600358



ISBN 91-540-2381-5