



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**

**R23: 1975**

TEKNISKA HOGSKOLAN I LUND  
SEKTIONEN FOR VAG- OCH VATTEN  
BIBLIOTEKET

# **Energibesparing**

**En undersökning i två  
flerfamiljshus**

**Bo Adamson  
Johannes Hämler  
Sven Mandorff**

>

**Byggforskningen**

## Energibesparing

En undersökning i två flerfamiljshus

### Bo Adamson, Johannes Hämler & Sven Mandorff

*Byggnadsenergigruppen inom Samarbetsgruppen för byggnaders energiförsörjning har i Byggnadsforskningens rapport R10:1974 redovisat mätningar av energiförbrukningen i två flerfamiljshus. Mätningarna, som påbörjades 1971, har bl.a. visat att energiförbrukningen väsentligt överstiger teoretiskt förväntad förbrukning, framför allt beroende på hög inomhustemperatur. Inomhustemperaturen konstaterades i bägge måthusen ligga mellan 23 och 25 °C mot avsedda 20 °C.*

*Man ansåg inom Byggnadsenergigruppen att det skulle vara av stort intresse att söka visa hur mycket energi som kan sparas för uppvärmning, ventilation och varmvatten utan standardsänkning för de boende. Utvecklingen med oljekrisen 1973-74 underströk ytterligare vikten av att undersöka energibesparingsmöjligheterna inom befintlig bebyggelse. Parallellt med fortsatta mätningar har därför Byggnadsenergigruppen under det senaste året (1973-74) vidtagit ett flertal åtgärder speciellt i måthuset i Tensta för att minska energiåtgången.*

För att minska energiåtgången i Tenstahuset har

- värme- och ventilationssystemet inreglerats
- rumstemperaturen sänkts
- ventilationen minskats
- tilluftstemperaturen sänkts
- anvisning om hur man sparar varmvatten utdelats
- allmän sparkampanj i samband med oljekrisen genomförts

Energiåtgången i Bollnåshuset påverkades endast genom förreglering av termostater på elradiatorer och en allmän sparkampanj i samband med oljekrisen.

#### Uppvärmning och ventilation i Tensta

Kvarteret Stadinge i Tensta består av sex trevåningshus varav ett hus har varit måthus. Antalet lägenheter i detta hus är 35, totalt omfattar kvarteret 113 lägenheter. Kvarteret är fjärrvärmeanslutet och har en abonnentcentral i måthuset. Ventilationen sker med förvärmad tilluft.

Mätningarna 1971/72 visade att temperaturfördelningen mellan lägenheter

na var mycket ojämn. Vintertid låg rumstemperaturerna mellan 18 och 25 °C. Högsta temperaturen uppmättes i måthuset, tilluftstemperaturen uppmättes vid olika tillfällen till 25 à 26 °C. I de två övriga husen var tilluftstemperaturen så låg att det uppstod dragproblem.

Framledningstemperaturen reglerades före inregleringen enligt en kurva, som ger 75 ° framledningstemperatur vid -20 °C. Efter åtgärderna användes en reglerkurva som endast ger 63 ° vid -20 °C.

#### Injustering av radiatorsystem och sänkning av rumstemperatur

I syfte att injustera radiatorsystemet gjordes med datorprogram en beräkning av förinställning av radiatorventilerna och stammarna. Det visade sig lämpligt att byta radiatorer i 21 rum i de 113 lägenheterna. Efter injusteringen som utfördes sommaren och hösten 1973 kunde den genomsnittliga rumstemperaturen sänkas och var i mitten av december 1973 nere i 20.5 °C. Då uppstod vissa klagomål och temperaturen höjdes till ca 21 °C.

#### Reducering av till- och frånluft och sänkning av tilluftstemperaturen

En del av luftdonen, som var alltför igensatta, rengjordes och i de fall avvikelser från normflödet var alltför markant ändrades flödena.

I december 1973 reducerades tilluften med 50 % i samtliga hus och frånluften med 30 % i måthuset men ej i övriga hus. Tilluftstemperaturen sänktes också så att den motsvarade rumstemperaturen. Säsongen 1971/72 ansåg 32 % i en intervjuundersökning att ventilationen var mer eller mindre dålig och 29 % att den var mycket bra och 29 % ganska bra. 1973/74 ansåg 23 % att ventilationen var mer eller mindre dålig och 13 % att den var mycket bra och 55 % att den var ganska bra.

#### Energibesparing betr. uppvärmning och ventilation

Energiåtgången till radiatorer och luftförvärmning i måthuset har bestämts varje 1/4 timme och summerats till dygnssummor. Dessa dygnsenergier har

## Byggnadsforskningen Sammanfattningar

### R23:1975

Nyckelord:  
energibesparingsåtgärder, flerfamiljshus, mätresultat

Rapport R23:1975 hänför sig till anslag 730252 från Statens råd för byggnadsforskning till Samarbetsgruppen för byggnaders energiförsörjning, Stockholm.

UDK 697.003  
728.2:697.003  
SfB (59)  
ISBN 91-540-2437-4

Sammanfattning av:

Adamson, B, Hämler, J & Mandorff, S, *Energibesparing. En undersökning i två flerfamiljshus.* (Statens råd för byggnadsforskning.) Stockholm. Rapport R23:1975, 107 s., ill. 21 kr + moms.

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

sammanställts med medeltemperaturen  $\theta_u$  ute och för januari–maj 1972 fick man i kWh per lägenhet och dygn följande samband

$$\begin{aligned} \text{radiatorenergi} & R = 47.77 - 2.162 \theta_u \\ \text{luftförrvärmnings-} \\ \text{energi} & L = 24.44 - 1.064 \theta_u \end{aligned}$$

Vid den genomsnittliga utetemperaturer i Stockholm under uppvärmningssåsongen (= +2.2 °C) blir  $R = 43.0$  och  $L = 22.1$  kWh/lägenhet, dygn. För hela huset (35 lägenheter) blir då dygnsmedeleffekten för

$$\begin{aligned} \text{radiatorer} & R' = 62.7 \text{ kW} \\ \text{luftförrvärmning} & L' = 32.2 \text{ kW} \\ \text{Summa} & R' + L' = 94.9 \text{ kW} \end{aligned}$$

Tilluften hade ca 3 °C högre temperatur än rumsluften vilket motsvarar 4 kW. För tilluft av rumstemperaturen erfordras då 28.2 kW. En noggrann beräkning av transmissionsförlusterna ger 2.20 kW/°C och vi kan då fördela de 94.9 kW sålunda (rumstemperaturen 1972 = 23 °C)

$$\begin{aligned} \text{transmission } 2.2 (23 - 2.2) & 45.8 \text{ kW} \\ \text{tilluft av rumstemperatur} & 28.2 \text{ kW} \\ \text{vädring + ofrivillig ventilation -} \\ \text{"gratisvärme" från personer och} \\ \text{hushållsel} & 20.9 \text{ kW} \\ & \underline{\hspace{1.5cm}} \\ & 94.9 \text{ kW} \end{aligned}$$

Under januari–maj 1974 var rumstemperaturen 21.0 °C och tilluftens temperatur var lika med rumstemperaturen. Vid +2.2 °C ute blir  $R = 28.3$  kWh/lägenhet, dygn och  $L = 10.4$  kWh/lägenhet, dygn. För hela mäthuset blir då dygnsmedeleffekten för

$$\begin{aligned} \text{radiatorer} & R' = 41.3 \text{ kW} \\ \text{luftförrvärmning} & L' = 15.2 \text{ kW} \\ \text{Summa} & R' + L' = 56.5 \text{ kW} \end{aligned}$$

Den tillförda effekten kan nu fördelas på

$$\begin{aligned} \text{transmission } 2.2 (21 - 2.2) & 41.4 \text{ kW} \\ \text{tilluft av rumstemperatur} & 15.2 \text{ kW} \\ \text{vädring + ofrivillig ventilation -} \\ \text{"gratisvärme" från personer och} \\ \text{hushållsel} & -0.1 \text{ kW} \\ & \underline{\hspace{1.5cm}} \\ & 56.5 \text{ kW} \end{aligned}$$

Eftersom "gratisvärmen" kan antas samma under 1972 och 1974 så måste minskningen med 21 kW vara huvudsakligast vädring och ofrivillig ventilation. När man frågat om orsaken till att man vädrar mindre, har 70–80 % av de

intervjuade angivit att det blivit kallare i lägenheten.

De företagna åtgärderna resulterar i en minskning på  $(94.8 - 56.4) = 38.3$  kW (= 40 %) fördelade på

$$\begin{aligned} 1 \text{ Minskad rumstemperatur} \\ \text{minskade transmissionsförluster} \\ (45.8 - 41.4) & = 4.4 \\ \text{minskade ventilationsförluster} \\ (28.2 - 25.5) & = 2.7 \quad 7.1 \text{ kW} \\ 2 \text{ Minskad ventilation} \\ (25.5 - 15.2) & = 10.3 \text{ kW} \\ 3 \text{ Minskad vädring + ev minskad} \\ \text{ofrivillig ventilation} \\ (20.9 + 0.1) & \quad \underline{\hspace{1.5cm}} \\ & 21.0 \text{ kW} \\ & \underline{\hspace{1.5cm}} \\ & 38.4 \text{ kW} \end{aligned}$$

### Uppvärmning och ventilation i Bollnäs

I Bollnäsområdet har man elradiatorer samt regenerativ värmväxlare på till och frånluften. Kostnaden för hela energiförbrukningen för värme, ventilation, varmvatten och hushållsel debiterades kollektivt för hela området.

Det enda som gjordes beträffande värme och ventilation var ett försök att föregå elradiatortermostaterna. Rums-temperaturen sänktes genom åtgärden med mindre än en grad. Någon nämnvärd energibesparing erhöles ej heller i Bollnäs.

### Energibesparing betr. hushållsvarmvatten

Energiåtgången för hushållsvarmvatten påverkades dels av den allmänna spar-kampanjen i samband med oljekrisen dels av en speciell kampanj att spara varmvatten vid diskning. En instruktion delades ut i Tensta i mitten av december 1973 och i Bollnäs i januari 1974 i samband med en information. Man skulle i Bollnäs också sänka varmvattentemperaturen till 30 °C under veckan 18/1–25/1 1974.

Om man jämför 1973/74 med 1971/72, så finner man att varmvattenbesparingen i Tensta 1973/74 är mycket stor. Den börjar redan i början av december och är under december och januari ca 40 % för att under februari minska till ca 30 % och i mars till ca 20 %. Därefter är besparingen obetydlig. Besparingen stämmer väl med den allmänna spar-kampanjen i slutet av november och början av december. De allmänna sparingsincitamenten försvann i mars, vilket även visas av energiåtgången.

I Bollnäs utdelades som nämnts inte informationen om varmvattenbesparan-

de diskning förrän i januari. Besparingen under veckan med temperatursänkning blev 28 %. Efter denna vecka hade man under några veckor en bestående besparing på 15 %. Besparingseffekten försvann i mars månad. Man skulle kunna misstänka att man fick en ökad hushållselförbrukning genom vatten- värmning. Under den aktuella veckan var den 62.2 kWh mot 61.9 veckan före och 61.2 kWh/läg. veckan efter temperatursänkningen.

### Energibesparing betr. hushållsel

I Tensta har man under september och oktober haft en ökning i hushållsenergiförbrukningen mellan 1971 och 1973 på drygt 5 %, vilket torde vara en normal standardökning. Energibesparingen började redan i december och bör väl ha orsakats av den allmänna sparkampanjen. Även Bollnäs-mätningarna tyder på detta. Under januari och februari 1974 hade man i Tensta en besparing på ca 15 % i förhållande till 1972. Om man tar hänsyn till 5 %-ökningen skulle besparingen vara ca 20 %. I Bollnäs är besparingen mellan 1972 och 1974 5–10%. Från mars har besparingen minskat, men det är intressant att notera att en 5 %-minskning mellan 1972 och 1974 kvarstår i Tensta i varje fall till och med maj. Inklusivt ökningen på 5 % skulle besparingen vara ca 10 %. Bollnäs-mätningarna ger liknande resultat.

### Total energibesparing i Tensta

Under 1972 hade mäthuset väsentligt större energiåtgång än hela kvarteret medan det under januari–maj 1974 hade praktiskt taget samma energiåtgång som hela kvarteret. Enligt Stockholms Energiverk överensstämde detta före inregleringen väl med samtliga fjärrvärmeabonnenter i Tensta och Rinkeby.

Vid medeltemperaturen under uppvärmningssäsongen = +2.2 °C blir energibesparingen i mäthuset för värme, ventilation och varmvatten 37 % och för hela kvarteret Stadinge 21 %. Kostnadsbesparingen genom utförda åtgärder har för hela området beräknats av Stockholms Energiverk till 382 kronor per lägenhet och år, vilket dels beror på minskad värmeförbrukning, men också att åtgärderna minskade flödet av fjärrvärmevatten. Ca 23 % av kostnadsbesparingen utgörs av minskade distributionskostnader.

# Energy saving

A study of two blocks of flats

**Bo Adamson, Johannes Hämler  
& Sven Mandorff**

*The Building Energy Group which is a working group within the Joint Group on Supply of Energy to Buildings has published the results of measurements of energy consumption in two blocks of flats in Report R10:1974 issued by National Swedish Building Research. One of the results of the measurement project, which was begun in 1971, was that the actual amount of energy consumed is considerably in excess of the consumption level anticipated, primarily as a result of high indoor temperatures. In both the blocks of flats studied it was established that the indoor temperature was between 23 and 25 °C instead of 20 °C as intended.*

*Members of the Building Energy Group felt that it would be extremely interesting to try to show how much energy can be saved for heating, ventilation and hot water without lowering the comfort standards of residents. Developments connected with the oil crisis of 1973–1974 emphasized the importance of investigating the scope for savings in energy in existing buildings still further. While continuing to record energy consumption the Building Energy Group has therefore taken certain steps to reduce the amount used, in particular in the block of flats studied in the Stockholm suburb of Tensta.*

The following measures were introduced to reduce energy consumption in the Tensta block:

- lowering of the room temperature
- balancing of the heating and ventilation systems
- reduction of ventilation flows
- lowering of supply air temperature
- instructions on how to save hot water
- general saving campaign in conjunction with oil crisis

The energy consumption in the block of flats situated in the small town of Bollnäs was only influenced by the following:

- pre-setting of thermostats on electric radiators
- general saving campaign in conjunction with oil crisis

## Heating and ventilation in Tensta

The quarter of Tensta in question consists of six three-storey blocks of flats, one of which was selected to be the subject of measurements. The building con-

tains 35 flats out of a total of 113 on the whole block. The quarter is served by a district heating system, the sub central being located in one of the other blocks of flats. Ventilation is in the form of pre-heated supply air.

Levels recorded in 1971/72 showed that temperatures varied a great deal from one flat to another. In winter room temperatures were between 18 and 25 °C. The highest temperatures were recorded in the block which was the subject of the study, the supply air temperature recorded being between 25 and 26 °C on several different occasions. In other blocks was the supply air temperature so low that problems of draught arose.

The input temperature was set before balancing of the system after installation on the basis of a curve which yields an input temperature of 75 ° at an outdoor temperature of –20 °C. After the adjustments had been made a curve was used which yields a temperature of only 63 °C when the outdoor temperature is –20 °C.

## Adjustment of radiator circuits and lowering of room temperature

Before adjusting the radiator system, a computer program was used to calculate how radiator valves and flow circuits should be preset. It was subsequently found advisable to change the radiators in 21 rooms in the 113 flats. The adjustments were carried out in the summer and autumn of 1973 and following this the average room temperature could be lowered to reach 20,5 °C by the middle of December 1973. A number of complaints were then received and the temperature was raised to approximately 21 °C.

## Reduction of supply and exhaust air flows and lowering of supply air temperature

Some of the air inlets and outlets proved to be blocked and were cleaned. In cases where the deviation from the standard flow was too marked, the flow rates were altered.

In December 1973 the flow rate of supply air was reduced by 50 % in all the blocks of flats and of the exhaust air in the block studied by 30 % but not in the other blocks. During the winter of 1971/72 32 % of the tenants included in an opinion poll stated that the ventila-

# Swedish Building Research Summaries

**R23:1975**

Key words:

energy saving methods, block of flats, results of measurements

Report R23:1975 refers to research grant 730252 from the Swedish Council for Building Research to the Joint Group on Supply of Energy to Buildings, Stockholm.

UDK 697.003  
728.2:697.003  
SfB (59)  
ISBN 91-540-2437-4

Summary of:

Adamson, B, Hämler, J & Mandorff, S, *Energibesparing. En undersökning i två flerfamiljshus*. Energy saving. A study of two blocks of flats. (Statens råd för byggnadsforskning.) Stockholm. Report R23:1975, 107 p., ill. Kr. 21.

The report is in Swedish with Swedish and English summaries.

Distribution:

Svensk Byggtjänst  
Box 1403, S-111 84 Stockholm  
Sweden

tion was more or less unsatisfactory, 29 % that it was excellent and 29 % that it was fairly good. During the winter season of 1973/74 23 % complained of poor ventilation, 13 % found it excellent and 55 % fairly good.

### Saving energy in heating and ventilation

The amounts of energy consumed by radiators and preheating of air in the block of flats studied were established for each 15-minute period and then added together to yield daily values. These 24-hour energy consumption values have since been compiled taking  $\theta_u$  as being the mean outdoor temperature and revealed the following correlations for the period covering January–May 1972.

energy consumed by radiators

$R = 47.77 - 2.162 \theta_u$  kWh/flat, day  
energy consumed in preheating air

$L = 24.44 - 1.064 \theta_u$  kWh/flat, day

At the average outdoor temperature in Stockholm during the heating season ( $= +2.2$  °C)  $R = 43.0$  and  $L = 22.1$  kWh/flat, day. The mean daily output for the entire block of flats studied (35 flats) is then

radiators  $R = 62.7$  kW

preheating of air  $L = 32.2$  kW

The temperature of the supply air was approximately 3 °C higher than that of the room air, a difference which corresponds to 4 kW. This means that 28.2 kW are needed to produce supply air of room temperature. Careful calculation of transmission losses yields 2.20 kW/°C and 94.9 kW can then be distributed as follows (room temperature in 1972 = 23 °C)

Transmission 2.2 (23–2.2) 45.8 kW

Supply air of room temperature 28.2 kW

airing + natural ventilation –

– “free heat” from people in the rooms and from domestic electrical appliances

20.9 kW

94.9 kW

Between January and May 1974 the room temperature was 21.0 °C and the temperature of the supply air the same. At an outdoor temperature of +2.2 °C,  $R = 28.3$  kWh/flat, day and  $L = 10.4$  kWh/flat, day. This implies a mean daily output for the whole of the block of flats of

radiators  $R = 41.3$  kW

preheating of air  $L = 15.2$  kW

The number of kilowatts can now be divided as follows

transmission 2.2(21–2.2) 41.4 kW

supply air of room temperature 15.2 kW

airing + natural ventilation –

“free heat” from people in rooms and domestic electrical appliances

–0.1 kW

56.5 kW

Since the amount of “free heat” may be assumed to remain unchanged between 1972 and 1974, the decrease of 21 kW must be mainly due to ventilation and natural ventilation.

The steps taken resulted in a decrease of  $(94.8 - 56.4) = 38.3$  kW (=40 %) divided between

1 Lower room temperature	
Smaller transmission losses	
(45.8–41.4) = 4.4	
Smaller ventilation losses	
(28.2–25.5) = 2.7	7.1 kW
2 Less ventilation	
(25.5–15.2) =	10.3 kW
3 Less airing + possibly less natural ventilation (20.9+0.1)	21.0 kW
	38.4 kW

### Heating and ventilation in Bollnäs

In the Bollnäs area heating and ventilation is provided by means of electric radiant panels and regenerative heat exchangers for supply and exhaust air. A collective charge was made for the entire area to cover the cost of energy consumption for heating, ventilation, hot water and domestic current.

The only step taken in connection with heating and ventilation was to try to preset the thermostats on the radiant panels. The room temperature was lowered less than one degree by this measure. Correlations between energy consumed by radiators, energy consumed in preheating air and outdoor temperature. Confirms the fact that no notable saving was made in the amount of energy consumed for heating and ventilation in Bollnäs.

### Energy saving on domestic hot water supply

The amount of energy consumed in providing hot water for households was influenced partly by the general saving campaign launched as a result of the oil crisis and also by a special drive to save hot water used for washing dishes. Recommendations for the latter were distributed in Tensta in the middle of December 1973 and in Bollnäs in January 1974 at a meeting to inform residents of the drive. The intention was also to lower the temperature of the hot water supply in Bollnäs to 30 °C during the week between 18th and 25th January 1974.

If we compare the winter of 1973/74 with that of 1971/72, we find that a large saving in hot water consumption was achieved in Tensta in 1973/74. This started as early as the beginning of December and reached around 40 % during December and January, subsequently falling in February to approximately 30 % and in March to approximately 20 %. After this point the savings were negligible. The savings recorded tally with the general saving campaign at the end of November and be-

ginning of December. The general incentive to save energy disappeared in March, a fact which is reflected in energy consumption.

In Bollnäs was a hot water saving of 28 % recorded during the week when the temperature of the water was lowered. After this week followed a few weeks with a constant saving of 15 %. The saving effect disappeared altogether in March.

### Saving in domestic electricity consumption

In September and October an increased domestic current consumption was recorded in Tensta between 1971 and 1973, i.e. an increase of 5 %, which is probably a normal standard increase. The energy savings began in December and was probably caused by the general saving campaign. Values recorded in Bollnäs also indicate this. A saving of around 15 % was made in Tensta in January and February 1974 compared to the consumption in 1972. If we then take the 5 % increase into account, this means a saving of approximately 20 %. In Bollnäs the saving between 1972 and 1974 was 5–10 %. After March the level of saving fell, but it is interesting to note that a 5 % reduction in consumption remained in Tensta between 1972 and 1974 at least until May. This means that with the other increase of 5 % the total saving would be in the region of 10 %. Measurements in Bollnäs revealed similar results.

### Total energy saving in Tensta

In 1972 the block of flats studied consumed a considerably greater amount of energy than the quarter as a whole, while between January and May 1974 it exhibited more or less the same level as the rest. The Stockholm Energy Authority has stated that this in its turn tallied with the situation for all district heating users in the twin suburbs of Tensta and Rinkeby before the adjustments were made.

If the mean temperature during the heating season is + 2.2 °C, the energy saving in the block of flats studied will be 37 % for heating, ventilation and hot water, and 21 % for the quarter as a whole. The Stockholm Energy Authority that the saving in cost for the entire area as a result of the measures was Sw.Kr. 382 per dwelling and year, this figure is composed of a saving in heat consumption and of a saving in the flow of hot water supplied through the district heating system. Approximately 23 % of the saving in cost is represented by reductions of distribution costs.

Rapport R23:1975

ENERGIBESPARING

En undersökning i två flerfamiljshus

av Bo Adamson, Johannes Hämler och Sven Mandorff  
Byggnadsenergigruppen inom Samarbetskommittén för  
byggnaders energiförsörjning

Denna rapport avser anslag 730252 från Statens råd för byggnadsforskning till Samarbetsgruppen för byggnaders energiförsörjning.

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm.  
ISBN 91-540-2437-4

LiberTryck Stockholm 1975



## INNEHÅLL

FÖRORD	5
1 INLEDNING	7
2 PROJEKT TENSTA	8
2.1 OBJEKTBSKRIVNING	8
2.1.1 Värmeanläggningen	8
2.1.2 Ventilationsanläggningen	13
2.1.3 Regleranläggningen	14
2.1.4 Mätutrustning	14
2.1.5 Tidigare driftsförhållanden	16
2.1.6 Analys av projekteringsförutsättningar och konstruktionshandlingar	18
2.2 FÖRETAGNA ÅTGÄRDER	25
2.2.1 Inreglering av värmesystemet	25
2.2.2 Inreglering av ventilationssystemet	30
2.2.3 Reducering av till- och frånluftsflöden	34
2.2.4 Sänkning av rumstemperaturen	34
2.2.5 Sänkning av tilluftstemperaturen	36
2.2.6 Information om varmvattensparande	36
2.2.7 Allmän sparkampanj, elrestraktioner och oljeransonering	36
3 PROJEKT BOLLNÄS	39
3.1 OBJEKTBSKRIVNING	39
3.2 FÖRETAGNA ÅTGÄRDER	39
3.2.1 Förregling av radiatortermostater	39
3.2.2 Sänkning av varmvattentemperaturen	41
3.2.3 Information om varmvattensparande	41
3.2.4 Allmän sparkampanj m.m.	41
4 RESULTAT AV ENERGIBESPARANDE ÅTGÄRDER	42
4.1 ENERGIBESPARING BETR. UPPVÄRMNING OCH VENTILATION	42
4.1.1 Hus 42 i kv. Stadinge, Tensta	42
4.1.2 Hus B i Framnäsområdet, Bollnäs	48
4.2 ENERGIBESPARING BETR. HUSHÅLLS- VARMVATTEN	49
4.3 ENERGIBESPARING BETR. HUSHÅLLSEL	55
4.4 TOTALENERGIBESPARING I TENSTA	55
4.4.1 Mätuset	55
4.4.2 Hela kv. Stadinge	60
4.4.3 Jämförelse mellan hus 42 och hela kv. Stadinge	60
4.5 KOSTNADSBESPARING FÖR HETVATTEN inom kv. STADINGE, TENSTA	60

4.5.1	Hetvattenbesparing .....	60
4.5.2	Kostnadsbesparing för abonnenten .....	66
5	DISKUSSION OCH SLUTSATSER .....	68
5.1	VAL AV OBJEKT OCH REPRESENTATIVITET ..	68
5.2	ENERGIBESPARING .....	68
5.2.1	Värme och ventilation .....	68
5.2.2	Varmvatten .....	70
5.2.3	Hushållsel .....	70
5.3	SLUTSATSER .....	71
6	LITTERATUR .....	72
BIL. 1	DATA FÖR TENSTA- OCH BOLLNÄSHUSEN ....	73
BIL. 2	INFORMATION ANGÄENDE VARMVATTEN- SPARANDE .....	77
BIL. 3	KALENDARIUM ÖVER AKTIVITETER I SAM- BAND MED OLJEKRISEN 1973–74 .....	83
BIL. 4	UPPMÄTTA DYGNSMEDELVÄRDEN PÅ RADIATOR- OCH LUFTFÖRVÄRMNINGS- ENERGI SAMT UTE- OCH INNETEMPERATUR I TENSTA OCH BOLLNÄS 1971/72 OCH 1973/74 (DEC-MAJ) .....	88
BIL. 5	ENERGIFÖRBRUKNING FÖR VARMVATTEN OCH HUSHÅLL 1971/72 och 1974/75 .....	101

## FÖRORD

Föreliggande rapport är en andra del av de mätningar, som utförts i kv. Stadinge i Tensta och Framnäsområdet i Bollnäs. Den första delen, som avsåg att kartlägga energibehovet i två mäthus och dess fördelning på värme, ventilation, varmvatten och hushållsel, har redovisats i BFR-rapport R10:1974.

I denna del redovisas vilka energibesparingar som uppnåtts genom olika åtgärder. Undersökningarna har planerats och letts av en kommitté, benämnd Byggnadsenergigruppen (BEG), som bestått av professor Bo Adamson (ordf.), civilingenjör Arne Boysen, civilingenjör Åke Olsson, tekn. dr Folke Peterson med ingenjör Johannes Hämler som sekreterare. I arbetet har dessutom ingenjör Sven Mandorff medverkat. Rapporten har utarbetats av Bo Adamson, Johannes Hämler och Sven Mandorff.

Det är förvånansvärt stora energibesparingar som erhållits i Tensta. Energin för värme, ventilation och varmvatten kunde i mäthuset nedbringas med 37% och inom kvarteret med drygt 20% och frågan uppstår osökt om man underlåtit något eller gjort något fel innan åtgärderna vidtogs. Samarbetsgruppen ser det som sin uppgift att i annat sammanhang söka svar på frågan.

Det torde stå klart att en noggrann injustering av radiator- och ventilationssystemet är absolut nödvändigt. Vid projektering och upphandling måste detta vara ett krav. Detta medför att radiatorsystemet och sannolikt också kanalsystemet måste beräknas noggrant (med dator) så att fördelningen av värme och luft blir den avsedda inom fastigheten och att justeringen utförs noggrant. Samarbetsgruppen vill därför föreslå att i Svensk byggnorm införs för flerfamiljshus med varmvattenradiatorer krav på en noggrann inreglering, centralstyrning baserad på uteklimat samt inleverering av kontrolldokument till byggnadsnämnd.

Samarbetsgruppen är medveten om att nämnda besparingar ej kan uppnås generellt, men utesluter inte att det finns många hus, i vilka man kan uppnå liknande besparingar. Det är därför av stor vikt att befintliga anläggningar kontrolleras och vid behov injusteras. Utarbetande av enkla kontrollprocedurer är av utomordentlig vikt och bör omedelbart igångsättas. Bidrag till injustering bör övervägas.

Den med 50% minskade tilluften har inte förändrat komforten i lägenheterna enligt de boende. Detta bör beaktas när normerna revideras.

Energibesparing på varmvatten och hushållsel kan åstadkommas i kris-situationer. Om man vill ha en mera stadigvarande effekt bör eventuellt enskild debitering övervägas.

Slutligen vill Samarbetsgruppen tacka dem som medverkat vid denna undersökning och Bygghälsningsrådet som finansierat densamma.

Stockholm i januari 1975

SAMARBETSGRUPPEN FÖR  
BYGGNADERS ENERGIFÖRSÖRJNING

Ledamöter:

Civilingenjör Berndt Isaksson, Ingenjörfirman Orrje & Co AB (ordf.)  
Civilingenjör Sture Håål, Ingenjörfirman Bergman & Co AB (vice ordf.)  
Professor Bo Adamson, Lunds Tekniska Högskola  
Civilingenjör Arne Boysen, Statens råd för byggnadsforskning  
Civilingenjör C-G Collén, egen VVS-konsultbyrå  
Direktör Lars Dirke, Tekniska Verken, Eskilstuna  
Civilingenjör Rolf Gradin, Industridepartementet  
Civilingenjör Sven Groop, Statens Vattenfallsverk  
Överingenjör C-G Lilje, Stockholms Energiverk  
Överingenjör Olle Lindgren, Hugo Teorells Ingenjörbyrå AB  
Civilingenjör Åke Olsson, Svenska Värmeverksföreningen  
Direktör Lars Pehrzon, Svenska Petroleum Institutet  
Direktör Lennart Sävestrand, Göteborgs Stads Bostads AB

## 1. INLEDNING

Byggnadsenergigruppen inom Samarbetsgruppen för byggnaders energiförsörjning har i Byggforskningens rapport R10:1974, (1), redovisat mätningar av energiförbrukningen i två flerfamiljshus - ett med eluppvärmning i Bollnäs och ett med fjärrvärme i Tenstaområdet. Syftet med mätningarna har varit att undersöka hur energin utnyttjas i flerfamiljshus och kartlägga hur de totala energibehoven fördelas på olika specifika behov såsom uppvärmning, ventilation, varmvatten, fastighets- och hushållsel och dessa behovs beroende av olika faktorer som utomhusklimat, veckodag etc. Mätningarna, som påbörjades 1971, har bl.a. visat att energiförbrukningen väsentligt överstiger teoretiskt förväntad förbrukning, framför allt beroende på hög inomhustemperatur. Inomhustemperaturen konstaterades i bägge mäthusen ligga mellan 23 och 25°C mot avsedda 20°C.

Man ansåg inom Byggnadsenergigruppen att det skulle vara av stort intresse att söka visa hur mycket energi som kan sparas för uppvärmning, ventilation och varmvatten utan standardsänkning för de boende. Utvecklingen med oljekrisen 1973-74 underströk ytterligare vikten av att undersöka energibesparingsmöjligheterna inom befintlig bebyggelse. Parallellt med fortsatta mätningar har därför Byggnadsenergigruppen under det senaste året (1973-74) vidtagit ett flertal åtgärder speciellt i mäthuset i Tensta för att minska energiåtgången. Följande redovisning omfattar därför huvudsakligen resultaten av de utförda ingreppen i Tensta.

För att minska energiåtgången i Tenstahuset har följande åtgärder vidtagits:

- Förnyad inreglering av värmesystemet
- Sänkning av rumstemperaturen
- Inreglering av ventilationssystemet
- Minskning av ventilationen
- Sänkning av tilluftstemperaturen
- Anvisning hur man sparar på varmvatten
- Allmän sparkampanj i samband med oljekrisen

Energiåtgången i Bollnäshuset påverkades endast genom följande åtgärder:

- Förregling av termostater på elradiatorer
- Allmän sparkampanj i samband med oljekrisen

## 2. PROJEKT TENSTA

### 2.1. OBJEKTBSKRIVNING

Kv. Stadinge i Tensta består av sex byggnader med totalt 113 lägenheter, som uppvärms med ett fjärrvärmeanslutet radiatorsystem, FIG.1. Byggnaderna ventileras med fläktstyrda från- och tilluftsflöden (FT-system). Energianvändningen har kartlagts för en av byggnaderna, hus 42, som också innehåller den abonnentcentral, som är gemensam för de sex byggnaderna. Hus 42 består av tre plan, varav det undre utgöres av en souterrängvåning med lägenheter på den fria sidan (FIG.2). Bland övriga finns även traditionella trevåningshus.

Byggnaderna är uppförda av förtillverkade vägg- och bjälklagselement på platsgjutna grundmurar. Innerväggs- och bjälklagselement är utförda av betong. Ytterväggarna består av sandwichelement av betongskivor med mellanliggande skikt av värmeisolering. Väggelementens fogar är tätade med fogmassa. Bjälklag mot kryputrymmen och källarlokalerna består enbart av betong. Vindsbjälklagen är värmeisolerade med mineralull (FIG.3). I bilaga 1 återfinnes en del data om huset 42, Tensta.

Husen byggdes 1968 på totalentreprenad. Värmeanläggningen har projekterats av VVS-konsult och ventilationsanläggningen av ventilationsentreprenören.

#### 2.1.1 Värmeanläggningen

Värmesystemet är utfört som ett 2-rörsradiatorsystem. Stamledningarna är slitsförlagda medan kopplingsledningarna till radiatorerna (gängade stålrör anslutning 10) är friliggande ( FIG.4 och FIG.5).

Anläggningen är utrustad med radiatorventiler, som är förinställningsbara genom begränsning av reglerrattens vridningsvinkel. Förinställningen kan plomberas. I returledningen till varje stam (radiatorgrupp) finns strypventiler, som även fungerar som avstängningsventiler. Dessutom finns strypventiler för inreglering av husgrupperna inbördes. Vid varje luftvärmare finns en strypventil med uttag för mätning av tryck-

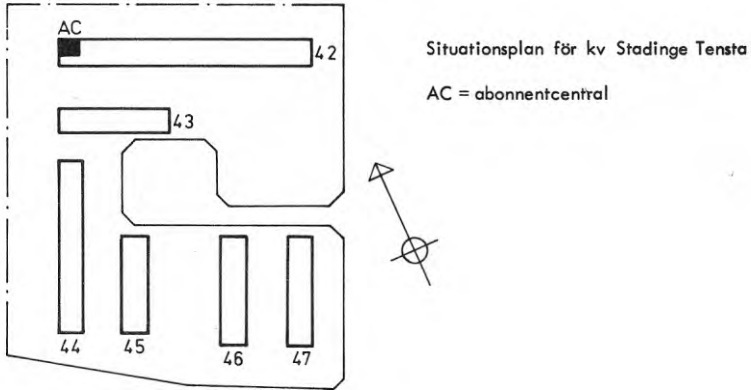


FIG. 1. Situationsplan för kv. Stadinge, Tensta.

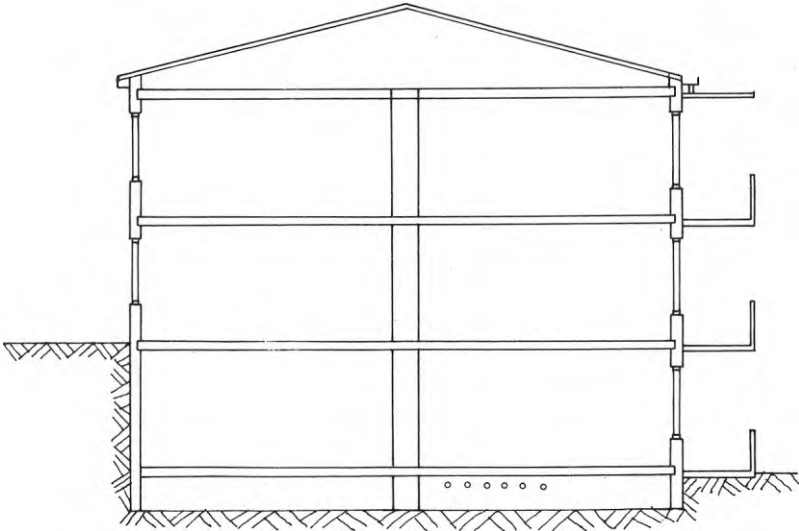


FIG. 2. Sektion genom hus 42 kv. Stadinge, Tensta.

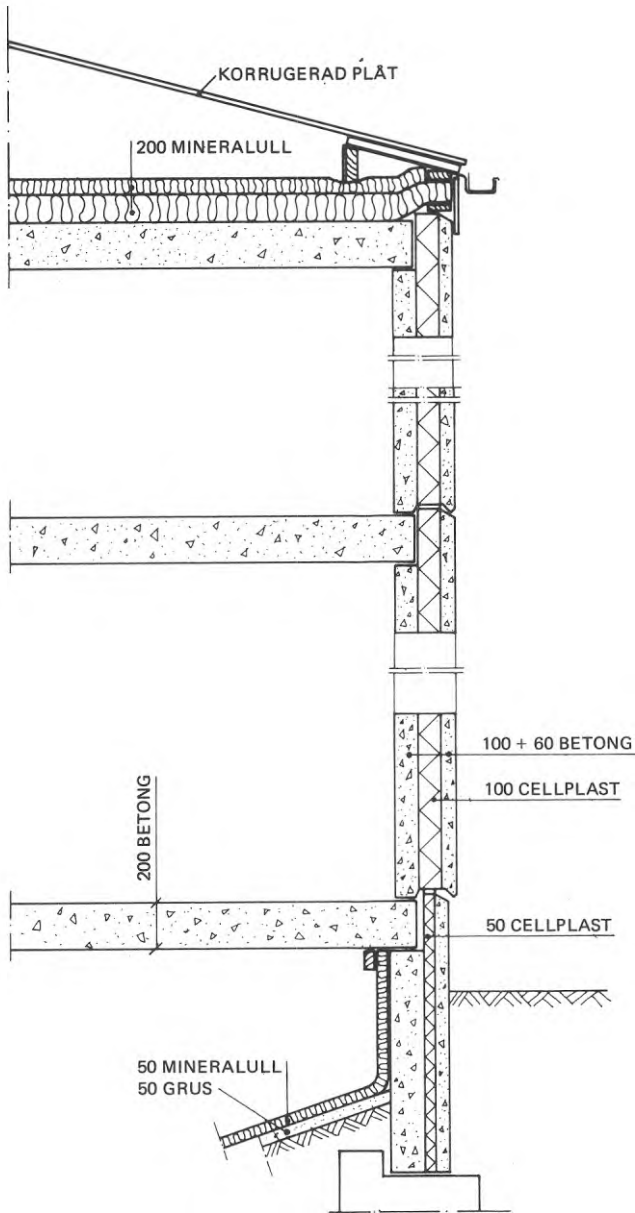


FIG. 3. Byggnadskonstruktion, hus 42, kv. Stadinge, Tensta.



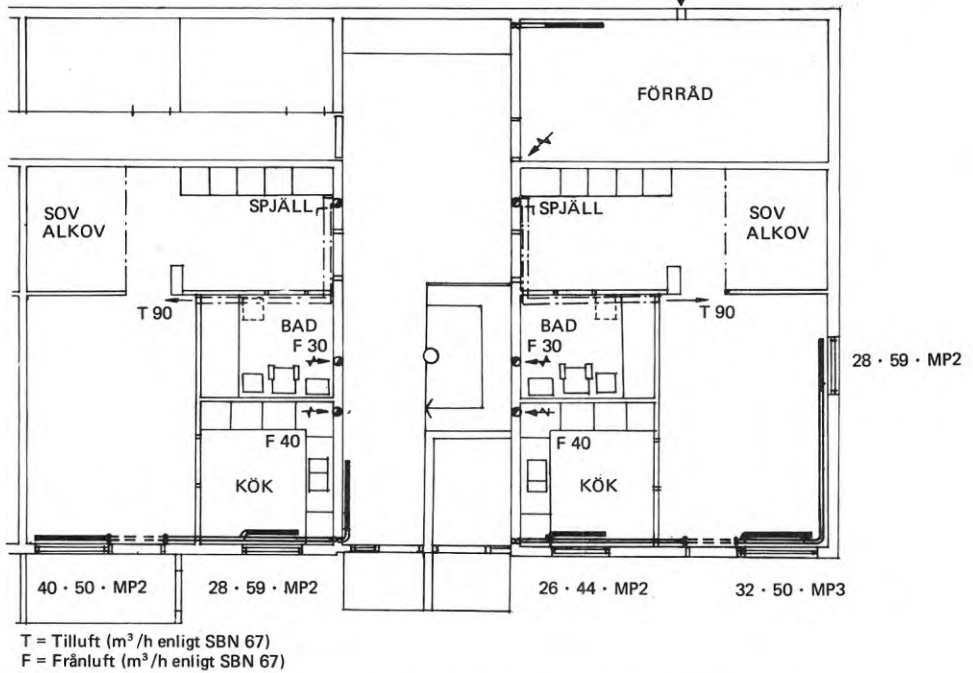


FIG. 4. Värme- och ventilationsinstallationer i hus 42, bottenvåning, kv. Stadinge, Tensta.

2 tr	24 · 44 · MP	20 · 44 · MP	18 · 50 · MP	18 · 50 · MP	20 · 44 · MP	22 · 44 · MP2
1 tr	16 · 44 · MP	16 · 44 · MP	18 · 44 · MP	18 · 44 · MP	16 · 44 · MP	26 · 50 · MP

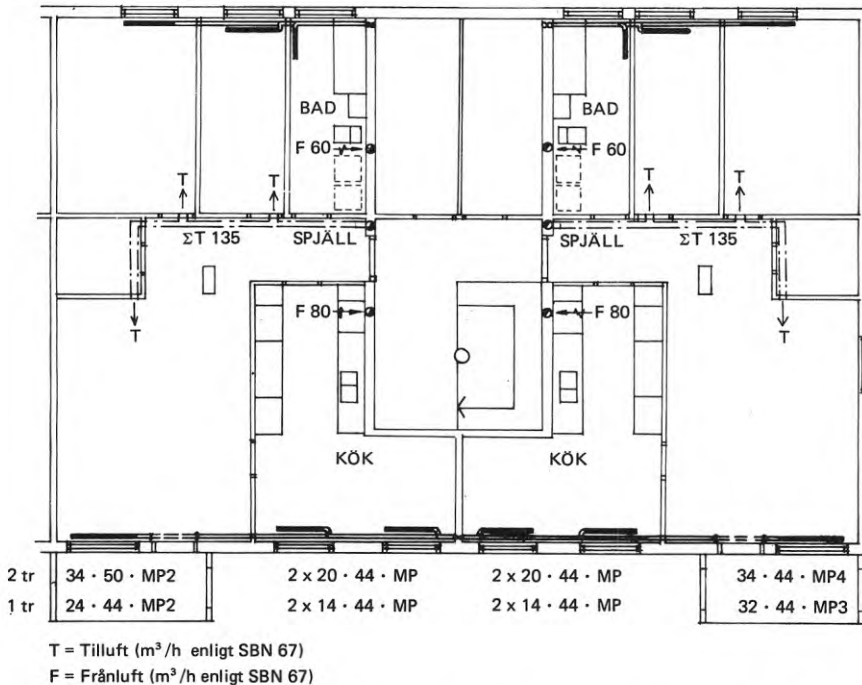


FIG. 5. Värme- och ventilationsinstallationer i hus 42, våning 1 och 2 tr., kv. Stadinge, Tensta.

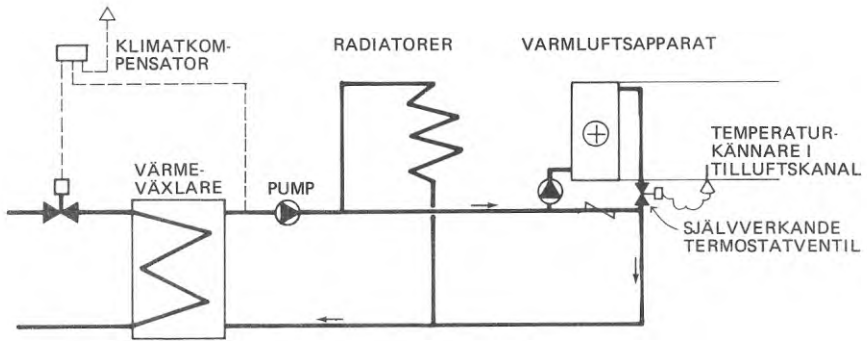


FIG. 6. Principschema för värmesystemet, kv. Stadinge, Tensta.

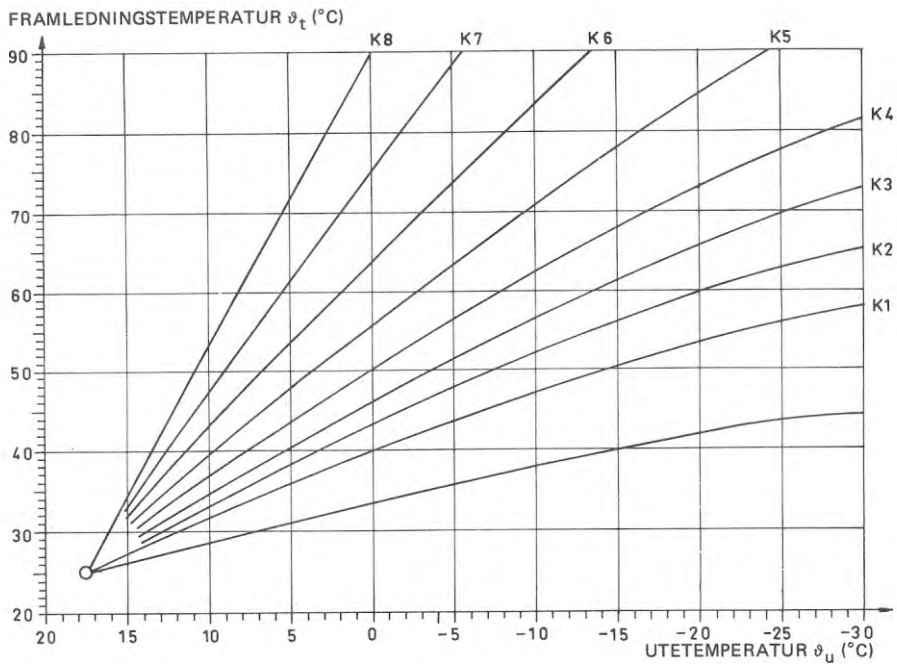


FIG. 7. Exempel på reglerkurvor – sambandet framledningstemperatur och utetemperatur – för den installerade regulatorn.

fallet över ventilen för vidare beräkning av vattenflödet. Vidare är avtappningskranar insatta, som möjliggör anslutning av tryckdifferensmanometer på stammarnas tillopps- och returledningar.

Värmesystemet består av en shuntgrupp, gemensam för alla byggnaders radiatorer och apparater för värmning av tilluften (FIG.6). Temperaturregleringen sker centralt från hus 42.

### 2.1.2 Ventilationsanläggningen

Ventilationen är utförd som ett FT-system. Tilluften förvärms av varmluftsaggregat placerade på vinden och blåses in vid tak på innervägg till vardagsrum och sovrum, s.k. bakkantsinblåsning (FIG.4 och FIG.5). Tilluftskanalerna på vinden är isolerade med 50 mm mineralullsmatta.

Frånluften evakueras från kök, bad och i förekommande fall dessutom från separat toalett och tvätt/strykrum med en fläkt per trapphus.

För ventilation av kryputrymmen avsågs tilluft inblåst på fyra punkter. Öppningarna för denna tilluft visade sig emellertid vara igensatta med en skiva av skumplast. Evakuering sker genom 50 mm öppningar i bottenbjälklaget anslutna till frånluftssystemet.

Ventilationssystemet i mäthuset var dimensionerat för ett tilluftsflyde av  $135 \text{ m}^3/\text{h}$  per lägenhet och ett frånluftsflyde av  $140 \text{ m}^3/\text{h}$ . Tilluftsdonen har vridbara luftspredare, varigenom luftstrålen kan ges olika riktning. Donen kan ej förinställas.

Frånluftsdonen i kök är reglerbara med kedja mellan ett max- och ett minläge. I övriga utrymmen har donen låsbar, förinställningsbar ventilkägla. För inreglering av tilluftssystemet finns ett strypdon för varje lägenhet i den för tilluftsdonen gemensamma kanalen. Dessutom finns i grenkanalerna på vind ett separat strypdon för varje trapphus. I frånluftssystemen finns inga strypdon med undantag för strypplåtar i kanaler från sopnedkast. Frånluftsflyktarna har motorer för direkt drift och är placerade på tak.

Tilluften värms i varmluftsapparater, försedda med filter och kilrepsdrift med möjlighet att ändra fläktens varvtal. Apparaterna är utrustade med frysskyddspump i batterikretsen.

### 2.1.3 Regleranläggningen

Regleranläggningen utgörs av en gemensam utrustning för automatisk reglering av framledningstemperaturen såväl till radiatorer som till varmluftsapparater. Denna består av reglercentral, motorventil, en vattentemperatur- och en utetemperaturgivare. Framledningstemperaturen regleras i förhållande till utetemperaturen efter inställd reglerkurva. Reglerkurvorna kan ges olika lutning och parallellförskjutas för anpassning till den kurva som gäller för den aktuella värmeanläggningen (FIG.7).

Varmluftsapparaterna är anslutna till radiatorsystemet och är alltså förshuntade. För efterreglering av tilluftstemperaturen är varje varmluftsapparat försedd med självverkande ventil styrd av temperaturgivare i tilluftskanalen. För inställning till önskad tilluftstemperatur finns ett reglage för manuell inställning. Apparaterna är försedda med frysskydd. Då detta löses ut stoppas tilluftsfläkten. Den startar när temperaturen på frysskyddet åter stigit.

### 2.1.4 Mätutrustning och registrering

Hus 42 är försett med en omfattande mätutrustning. Denna är beskriven i BFR rapport R10:1974 och visas i FIG.8. Således har mätning skett varje 15:e minut av utetemperatur, solenergi, vindhastighet, inomhus-temperatur (medeltal av 16 lägenheter), värmemängder för radiatorer, luftförvärmning och varmvatten samt elenergi för hushåll och fastighet. Mätvärdena har registrerats på en hålremsa med hjälp av en datalog av fabrikat MODULOG. Systemets mätnoggrannhet har diskuterats i den nämnda rapporten.

Det stora antalet registreringar per dygn (c:a 2000) kräver bearbetning i dator. På hålremsor stansade värden har överförts på magnetband, som efter kontroll eventuellt justeras i avseende på saknade eller uppen-

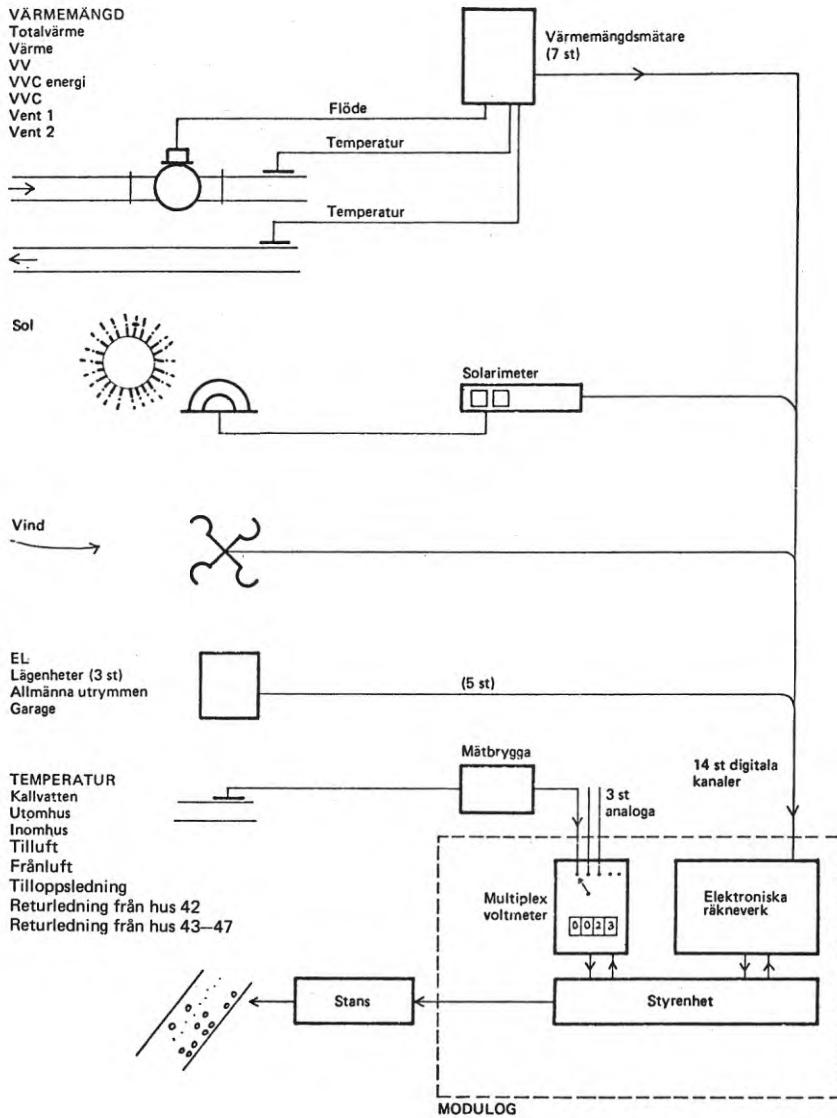


FIG. 8. Tensta. Flödesschema för den mättekniska utrustningen.

bart felaktiga värden. Dessa registerband finns på LTH:s datacentral och kan utnyttjas genom institutionen för byggnadskonstruktionslära. Detta gäller även mätningarna i Bollnäs.

#### 2.1.5 Tidigare driftsförhållanden

Härnedan skall redogöras för de driftsförhållanden som rådde innan några speciella åtgärder i energibesparande syfte vidtogs. Temperaturfördelningen mellan lägenheterna var ursprungligen mycket ojämn. Av mätningar och intervjuer framgick att rumstemperaturen vintertid låg mellan 18-25°C. De högsta temperaturerna uppmättes i hus 42 och de lägsta i hus 46 och 47. Klagomål över för låg rumstemperatur har övervägande kommit från boende i hus 46 och 47, som ligger längst bort från abonnentcentralen. Dessa brister försökte man avhjälpa genom en grov injustering av värmesystemet, samt höjning av framledningstemperaturen.

Tilluftstemperaturer på 25 ä 26°C har uppmätts vid olika tillfällen i hus 42. Dessa registrerades normalt inte. I hus 46 och 47 där förhållandena var ogynnsammast torde tilluftstemperaturen varit för låg att döma av klagomålen på drag. För att råda bot på klagomålen hade tilluftstemperaturen höjts dels genom omställning av reglaget för tilluftstemperaturen vid respektive aggregat, dels genom central höjning av framledningstemperaturen, vilket följaktligen också resulterade i en höjning av radiatortemperaturen.

Framledningstemperaturen reglerades då anläggningen var ny enligt kurva 2, som ger 60°C framledningstemperatur vid -20°C ute (FIG.9). Efter klagomål över drag och låg rumstemperatur har temperaturen reglerats efter kurva 3 med mellan +5°C och +10°C parallellförskjutning svarande mot 70°C respektive 75°C vattentemperatur vid -20°C ute. Reglagen vid tilluftsapparaterna var ställda på max.-temperatur, dvs. 35°C.

I viss utsträckning har de boende - enligt BEG:s intervjuundersökning anmärkt på störande ljud från radiatorer och ventilationssystemet. Vid låga utetemperaturer (-10°C) har det även förekommit att fryskydden till varmluftsapparaterna löst ut och stoppat fläktarna. Genom den automatiska återinkopplingen uppträder då ett pendlingsförlopp med start och stopp av fläktarna, vilket verkar ljudstörande.

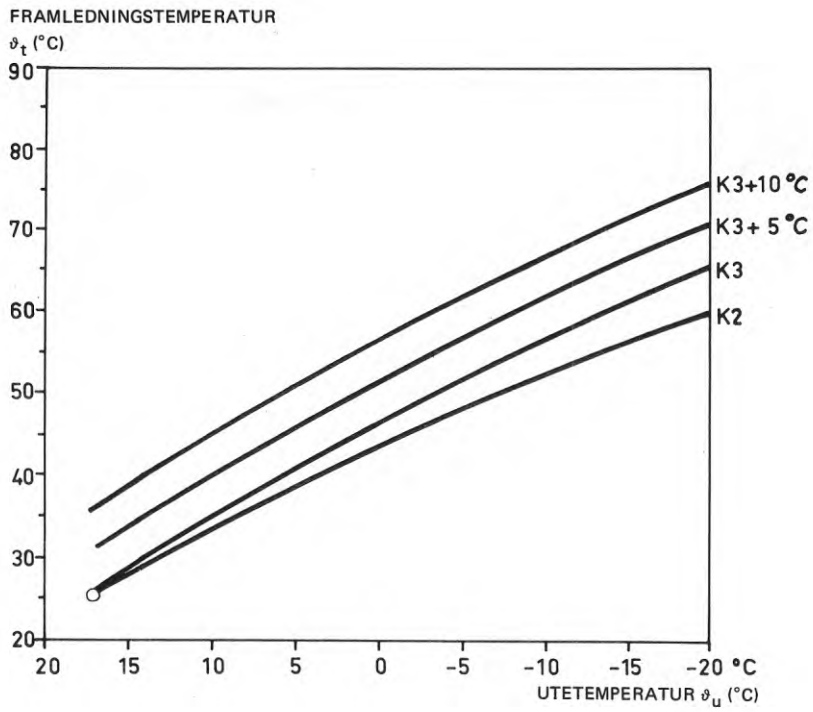


FIG. 9. Använda reglerkurvor före inregleringen av värme- och ventilationssystemet.

### 2.1.6 Analys av projekteringsförutsättningar och konstruktionshandlingar

Med konstruktionshandlingarna (beräkningar och ritningar) och förvaltningspersonalens erfarenheter som underlag har följande fakta framtagits.

#### Transmissions- och ventilationsförluster

Följande värmegenomgångstal i  $\text{W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$  har använts vid projekteringen för beräkning av transmissionsförlusterna:

yttervägg	0,41 <sup>1)</sup>
vindsbjälklag	0,29
källarbjälklag	2,9
fönster	2,6
balkongdörr	2,6

Värmeeffektbehovet är beräknat för en inomhustemperatur (DIT) av  $20^\circ\text{C}$  och en dimensionerande utetemperatur (DUT) av  $-20^\circ\text{C}$ . Temperaturen i kryprum har antagits till  $+10^\circ\text{C}$  och i källarlokaler  $+20^\circ\text{C}$ . Tillslag har ej gjorts för väderstreck eller hörnrum. Max värmeeffektbehovet för att täcka transmissionsförlusterna i hus 42 beräknades av projektören till 134 kW (115 200 kcal/h).

En noggrann beräkning av transmissionsförlusterna visas i TAB.1. Bottenbjälklaget har därvid betraktats som ett oventilerat kryprum. Värmeavgivningen från rör i kryputrymmet höjer lufttemperaturen i det samma med några grader. Denna värmeåtgång är inräknad i byggnadens energiåtgång. Tabellen skiljer sig från beräkningar i R10:1974 genom att värmeförlusterna genom bottenbjälklaget grovt övervärderats där, vilket för övrigt projektören också gjort. Vidare hade fönsterytan och balkongdörrsytan inräknats i ytterväggsytan vid beräkning av värmeförluster.

Ventilationssystemet är dimensionerat för ett tilluftsflöde av  $90 \text{ m}^3/\text{h}$  för lägenheter med ett rum och kök,  $135 \text{ m}^3/\text{h}$  för tre rum och kök samt  $200 \text{ m}^3/\text{h}$  för 5 rum och kök (endast i hus 46 och 47). Hur stort tilluftsflöde som beräknats för kryputrymmena framgår ej.

<sup>1)</sup> Avrundning uppåt från  $0,32 \text{ kcal/h } ^\circ\text{C m}^2$  ( $= 0,372 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ ) till  $0,35 \text{ kcal/h } ^\circ\text{C m}^2$  ( $= 0,407 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ )



Vid rörberäkningen har förutsatts att effektbehovet för värmning av tilluften för hus 42 är 93 kW (80 000 kcal/h) motsvarande ett flöde av totalt 6 650 m<sup>3</sup>/h vid uppvärmning från -20°C till +20°C.

Tilluften är enligt rapport R10:1974 projekterad till 4725 m<sup>3</sup>/h och frånluften till 5910 m<sup>3</sup>/h. Vid ritningskontroll gav en summering av tilluftsflöden i lägenheter 4230 m<sup>3</sup>/h och för frånluften 4900 m<sup>3</sup>/h. Vidare finns källarelokaler med endast frånluft - 1100 m<sup>3</sup>/h, varför total frånluft är 6 000 m<sup>3</sup>/h. Tilluftsflödet har uppmätts till 4120 m<sup>3</sup>/h. Någon tillförlitlig uppmätning av det totala frånluftsflödet har ej gjorts, eftersom tillräckliga raksträckor för pitotrörmätning saknades. Bestämning av flödet med ledning av uppmätt undertryck och kapacitetsdiagram gav ej tillfredsställande noggrannhet. Spärgasmätningar utförda då utetemperaturen varit under noll och vid lugn väderlek visade att luftomsättningen varit 0,9-1 oms/h (R10:1974). Detta ger ca 5 500 - 6 000 m<sup>3</sup>/h, som måste uppvärmas antingen luften tillföres genom tilluft eller utifrån genom otätheter. Fönstervädning är då ej medräknad.

Enligt R10:1974 är effektbehovet i januari enligt modell 1 4,67 kW per grad temperaturskillnad mellan rumsluft och uteluft. Om vi antar att 6 000 m<sup>3</sup>/h skall värmas blir effektbehovet

$$\left. \begin{array}{ll} \text{transmission} & 2,20 \text{ kW/}^{\circ}\text{C} \\ \text{ventilation } 0,39 \cdot 6000 & 2,34 \text{ " } \end{array} \right\} = 4,54 \text{ kW/}^{\circ}\text{C}$$

dvs. i god överensstämmelse med uppmätt behov. Detta bekräftar antagandet att 1971/72 var luftomsättningen genomsnittligen 6 000 m<sup>3</sup>/h inklusive vädning och ofrivillig ventilation.

Det totala projekterade effektbehovet för att täcka transmissions- och ventilationsförluster för alla sex byggnaderna framgår av nedanstående uppställning - uppgifter från rörberäkningen:

	max värmeeffektbehov (proj) kW		S:a
	transmission	ventilation	
Hus 42	134	93	227
Hus 43-47	369	174	543
	503	267	770

### Radiatorer och rörsystem

Radiatorerna är dimensionerade för 80-60<sup>0</sup>C tilllops- respektive returtemperatur vid DUT -20<sup>0</sup>C (FIG.10). Vid beräkning av radiatorernas storlek har avrundning gjorts till närmaste jämna sektion. I vissa fall har en utökning skett med hänsyn till fönsterbredden. Hänsyn har inte tagits till värmeavgivningen från friliggande oisolerade kopplingsledningar.

Rörsystemet är dimensionerat så att tryckförlusterna i den dimensionerande sträckan enligt projektörens beräkningar uppgår till 4,75 m vp räknat från det längst bort belägna varmluftsaggregatet i hus 47 till och med värmeväxlaren i hus 42.

Tryckförlusten i värmeväxlaren har uppskattats till 1,0 m vp. Värmeväxlaren får enligt tillverkarens kataloguppgifter ett tryckfall på sekundärsidan av 1,0 vp vid 930 kW vid 60-80<sup>0</sup>C vattentemperatur. Det projekterade maximala värmeeffektbehovet för transmission och ventilation uppgår enligt föregående för de sex byggnaderna sammanlagt till 770 kW.

Vid bestämning av pumpdata har gjorts ett tillslag av 10% på vattenflödet och 20% på tryckförlusterna, vilket ger 606 l/min vid 5,75 m vp. Den installerade pumpens kapacitet är enligt märkplåten 610 l/min vid 5,9 m vp.

Rörberäkningar är vidare redovisade för huvudledningen för respektive byggnad. Förinställningsvärden för strypventiler i stamledningar och huvudledningar till respektive hus är angivna på ritningarna. Radiatorventilernas förinställning har angivits i ett schema över olika förekommande typer av stamgrupper.

### Temperaturreglering

Eftersom radiatorer och varmluftsapparater är anslutna till samma grupp måste framledningstemperaturen anpassas efter det slag av värmare, som kräver den högsta vattentemperaturen.

TAB.1 Transmissionsförluster i hus 42 i kv. Stadinge. Nettoförluster utan tillslag samt k-värden enligt SBN-67.

Byggnadsdel	Yta:A m <sup>2</sup>	k W/°Cm <sup>2</sup>	k·A W/°C
Yttervägg	1190	0,37	440
Fönster och ytterdörrar	386	2,6	1003
Vindsbjälklag	1185	0,25	296
Bottenbjälklag	1185	0,25 <sup>1)</sup>	296
Källarvägg	280	0,5	140
Gavelvägg i souterrängvåning	65	0,4	26
Summa			2201

1) räknat från rumsluft till uteluft

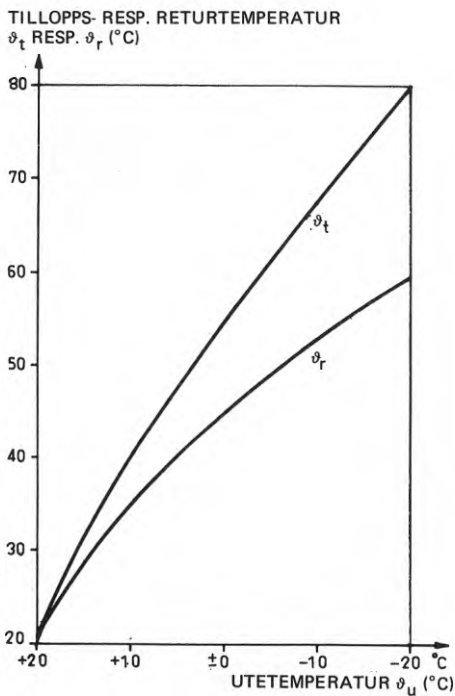


FIG. 10. Sambandet mellan temperaturen i tillopp  $\vartheta_t$  resp. retur  $\vartheta_r$  och utetemperaturen  $\vartheta_u$  för radiatorsystemet, som är dimensionerat för 80/60 °C vid -20 °C.

Radiatorerna är dimensionerade för  $80^{\circ}$  framledningstemperatur och  $60^{\circ}$  returtemperatur vid  $-20^{\circ}\text{C}$  ute. De varmluftsapparater som har det största effektbehovet är placerade i hus 46 o h 47. För att luften skall kunna värmas till  $20^{\circ}\text{C}$  vid  $-20^{\circ}\text{C}$  ute fordras en framledningstemperatur av  $73^{\circ}\text{C}$  (FIG.11).

Reglerkurvan för luftvärmarna, dvs. sambandet mellan framledningstemperatur och utetemperatur är linjärt, vilket inte är fallet i fråga om radiatorerna (FIG.12). Om erforderlig vattentemperatur för luftvärmare och radiatorer sammanfaller vid dimensionerande utetemperatur, fordras vid högre utetemperatur en högre vattentemperatur för radiatorerna än för luftvärmarna. För att tilluften ej i något fall skall bli lägre än  $20^{\circ}$  fordras följaktligen i detta fall en reglerkurva som ger en framledningstemperatur av  $73^{\circ}$  vid  $-20^{\circ}$  utetemperatur.

För renodlade radiatorsystem är det emellertid oftast tillräckligt med  $65$  ä  $70^{\circ}$  framledningstemperatur vid  $-20^{\circ}\text{C}$  ute - för äldre anläggningar ännu lägre framledningstemperatur. Därför har också som tidigare nämnts framledningstemperaturen från början reglerats efter en kurva som givit endast  $65^{\circ}\text{C}$  temperatur vid  $-20^{\circ}\text{C}$ . Detta gav emellertid för låg tilluftstemperatur och dessutom för låg rumstemperatur i vissa lägenheter, varför reglerkurvan parallellförskjutits uppåt med mellan  $+5$  och  $+10^{\circ}\text{C}$ .

Orsaken till att framledningstemperaturen till radiatorer kan hållas lägre än som förutsatts vid projekteringen är bl.a. att man vid beräkning av värmeeffektbehovet räknar på "säkra sidan", man gör säkerhetstillslag, rundar av k-värden uppåt mm. Vidare tar man som regel inte hänsyn till värmeavgivningen från friliggande, oisolerade rör och inte heller till värmestillskott från interna värmekällor.

I denna anläggning är, som framgått av det föregående, kopplingsledningarna till radiatorerna oisolerade. För att få en uppfattning om inverkan av värmeavgivningen från dessa rör har värmeavgivningen beräknats för olika rum och ställts i relation till transmissionsförlusterna och de installerade radiatorernas effekt. Som synes av TAB. 2.a täcker i en gavellägenhet värmeavgivningen från rören mellan 4 och 44% av rummens transmissionsförluster. Vidare framgår att rören

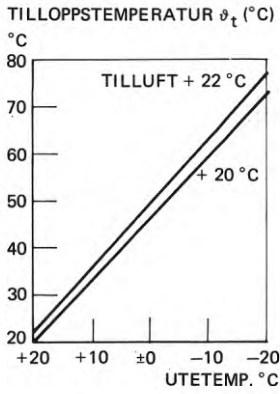


FIG. 11. Erforderlig tilloppstemperatur för värmning av tilluften från  $-20^{\circ}\text{C}$  till  $20$  resp.  $22^{\circ}\text{C}$  i hus 46 och 47.

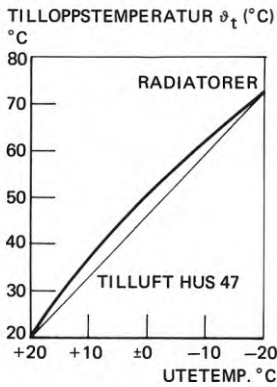


FIG. 12. Lägsta tillåtna temperaturkurva för radiatorsystemet med hänsyn till luftvärmarnas i hus 46 och 47 effektbehov för värmning från  $-20^{\circ}\text{C}$  till  $+20^{\circ}\text{C}$  vid 100 % tilluftsflöde.

TAB.2 Transmissionsförluster  $P_{tr}$ , installerad radiatoreffekt  $P_{rad}$  samt värmeavgivning från oisolerade kopplingsledningar  $P_{rör}$ .

a) Gavellägenhet

	Kök		Sovrum 7,5 m <sup>2</sup>		Sovrum-hörn 1)		Vardagsrum-hörn	
	1 tr	2 tr	1 tr	2 tr	1 tr	2 tr	1 tr	2 tr
$P_{tr}$ (W)	640	835	255	350	565	710	1055	1470
$P_{rad}$ (W)	590	760	300	380	550	650	1290	1630
Rörlängd (m)	9,4	9,4	4,0	4,0	1,0	1,0	4,5	4,5
$P_{rör}$ (W)	260	260	112	112	28	28	125	125
$P_{rör}/P_{tr}$	0,41	0,31	0,44	0,32	0,05	0,04	0,12	0,09
$(P_{rör}+P_{rad})/P_{tr}$	1,33	1,22	1,62	1,29	1,02	0,96	1,35	1,26

1) Radiatorer i dessa rum har bytts ut mot större (effektökning 20<sup>0</sup>).

b) Innerlägenhet (Kök och sovrums 7,5m<sup>2</sup> är lika gavellägenhet)

	Sovrum 12,7 m <sup>2</sup>		Vardagsrum	
	1 tr	2 tr	1 tr	2 tr
$P_{tr}$ (W)	390	535	700	1090
$P_{rad}$ (W)	420	515	710	1130
Rörlängd (m)	1,0	1,0	4,5	4,5
$P_{rör}$ (W)	28	28	125	125
$P_{rör}/P_{tr}$	0,07	0,05	0,18	0,11
$(P_{rör}+P_{rad})/P_{tr}$	1,15	1,01	1,19	1,15

tillsammans med radiatorerna har en effekt, som i förhållande till transmissionsförlusterna varierar mellan 0,96 och 1,62. Den sammanlagda värmeytan av radiatorer och rör är förhållandevis liten i de större sovrummen och vardagsrummen i innerlägenheterna och allra lägst i gavellägenheternas hörnsovrum (TAB.2.b).

Vid projekteringen har inte hänsyn tagits till den förstoring av värmeytan som de oisolerade rören medför. Till följd härav måste en korrigering av framledningstemperaturen ske så att värmeavgivningen anpassas till aktuellt behov. Eftersom ca 25% av värmen avges från oisolerade kopplingsrör innebär detta att framledningstemperaturen skall sänkas från  $80^{\circ}$  till  $70^{\circ}$  vid  $-20^{\circ}\text{C}$  ute (FIG.14). På grund av externa och interna värmetillskott måste givetvis framledningstemperaturen ytterligare korrigeras.

## 2.2. FÖRETAGNA ÅTGÄRDER

### 2.2.1 Inreglering av värmesystemet

För att minska energiåtgången för uppvärmning måste den genomsnittliga rumstemperaturen sänkas. I hus 42 var denna 1971/72 mellan  $23$  och  $24^{\circ}\text{C}$  (TAB. 4 ). Förutsättningen för att detta skall kunna genomföras är att värmesystemet fungerar så att värmen blir rätt fördelad mellan de olika rummen i byggnaderna. Detta förutsätter i sin tur att den cirkulerande vattenmängden är rätt fördelad mellan de olika värmarna. Detta åstadkommer man genom att förinställa radiatorventiler och stamregleringsventiler. Förinställningsvärdena bestäms genom beräkningar. Dyliga beräkningar kan göras på olika sätt och givna förutsättningar.

Att beräkna förinställningen på konventionellt sätt är enkelt. Man förutsätter nämligen att temperaturfallet är lika i samtliga värmare. Med denna förutsättning beräknas även radiatorns storlek. Vid konventionell beräkning tar man emellertid inte hänsyn till värmeavgivningen från oisolerade friliggande rör, vilket leder till felaktiga värmeytor. Hur för stora respektive för små värmeytor kan inverka på rumstemperaturen framgår av FIG.15.

För att kompensera värme från de oisolerade rören måste förinställning-

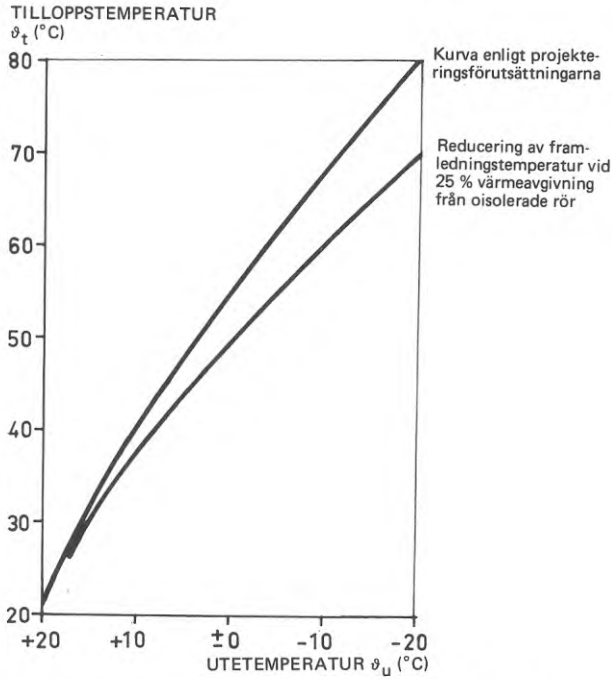


FIG. 14. Exempel på reduktion av tillloppstemperaturen med hänsyn till värmeavgivningen från isolerade kopplingsledningar, vilken i detta fall förutsatts utgöra 25 % av rummets värmeförluster.

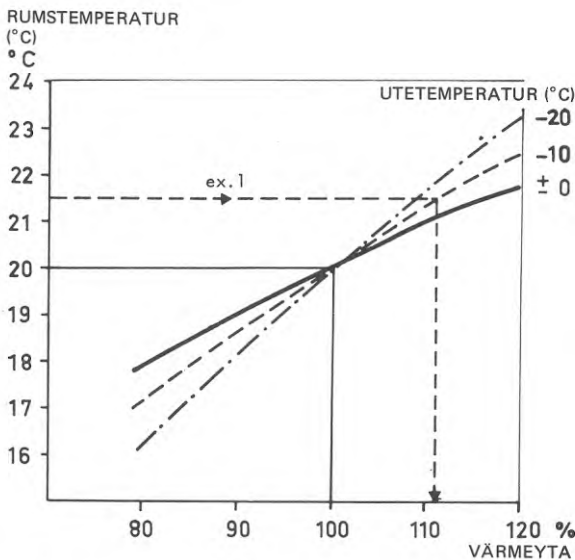


FIG. 15. Rumstemperaturen som funktion av värmeytan under förutsättning att värmeutbytet med angränsande utrymmen kan försummas. I verkligheten blir avvikelserna mindre bl.a. beroende på värmetransport genom innerväggar och bjälklag. Ex. 1: Om värmeytan är 10 % för stor relativt sett blir rumstemperaturen 21,5 °C, vid ±0 °C ute. I verkligheten blir dock skillnaderna mindre.



TAB.4 Rumsluftens månadsmedeltemperatur i Tensta

Månad	Månadsmedeltemperatur inne (°C)	
	1971/72	1973/74
oktober	23,3	-
november	23,0	22,4
december	23,1	21,0
januari	23,0	21,1
februari	23,4	21,2
mars	23,6	21,6
april	23,6	22,1

ningen göras så att temperaturfallet i radiatorerna bli större än som förutsatts vid projekteringen i rum där värmeytorna är för stora och mindre i rum med relativt sett för små värmeytor (FIG.16). Dessutom tillkommer den komplikationen att vattentemperaturen sjunker i kopplingsledningarna, eftersom dessa avger värme till omgivningen. Att ta hänsyn till ovan nämnda faktorer vid manuell beräkning av förinställningen blir svårt och tidskrävande. Här har därför en förnyad förinställningsberäkning utförts med hjälp av dator enligt ett program, som är utformat så att hänsyn även tas till inverkan av värmeavgivningen från oisolerade rör samt till temperatursänkningen i framledningsvattnet.<sup>1)</sup>

Teoretiskt går det att minska flödet obegränsat för att kompensera en för stor värmeyta. Av olika skäl är detta dock inte lämpligt eller möjligt (igensättningar, litet utrymme för individuell reglering).

Av praktiska skäl kan det emellertid vara svårt att öka värmeavgivningen från en radiator med mer än ca 10% utöver den projekterade. Detta kräver nämligen att flödet ökas med inte mindre än 50%. En ytterligare flödesökning ger som framgår av FIG.16 endast en obetydlig ökning av effekten.

Eftersom förhållandet mellan installerad och beräknad effekt i detta fall varierar inom vida gränser har kompromiss gjorts enligt följande:

Värmesystemet har räknats om för en lägre dimensionerande temperatur än som förutsatts vid projekteringen.

Istället för 80°C framledningstemperatur har vi valt 75°C, vilket med för radiatorer i rum med korta kopplingsledningar har blivit för små relativt sett. Detta är kompenserat med en ökning av flödet relativt det projekterade. Den ansatsen gav som resultat att radiatorytan skulle ökas i fyra rum i mäthuset och sammanlagt 21 rum i den övriga delen av anläggningen.

De förinställningar som framräknats med dator har jämförts med de ursprungligt gjorda förinställningarna. Vidare har en motsvarande jämförelse gjorts mellan datorbe-

<sup>1</sup>Förinställningsberäkningarna har utförts genom ingenjör Thom Henningsson, som även har utvecklat datorprogrammet.

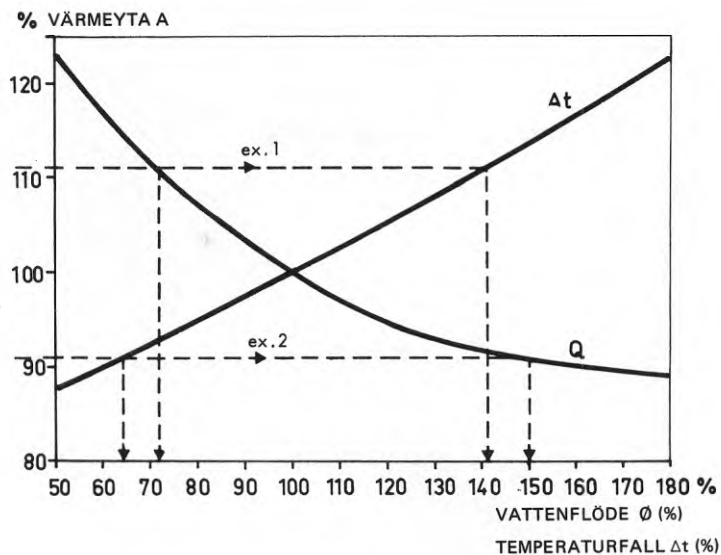


FIG. 16. Erforderlig avvikelse från projekterade värden (100 %) av vattenflöde  $Q$  resp. temperaturfall  $\Delta t$  för att kompensera en viss avvikelse av värmeytan från det värde (100 %) som svarar mot erforderlig värmeeffekt. Ex. 1: Om värmeytan är 111 % dvs. 11 % för stor kan detta kompenseras om värmarens medeltemperatur genom flödesminskning sänks så mycket att det svarar mot en ökning av temperaturfallet med  $\Delta t$  ca 40 %, vilket erhålls om flödet  $Q$  minskas till 72 %. Ex. 2: Om värmeytan är 9 % för liten måste detta kompenseras med en ökning av flödet med 50 %.

räknat vattenflöde och det vattenflöde som motsvarar tidigare förinställningar för respektive radiator (FIG.17). Ändringarna kan synas mycket stora. Förklaringen till den stora skillnaden kan inte enbart ligga i att förinställningsberäkningen har gjorts vid projekteringen på konventionellt sätt. Det verkar som om de som utfört förinställningen missförstått användningen av de förinställningsvärden som angivits på schemata för de olika förekommande typerna av stammar, sammanlagt ett 10-tal. Sålunda konstaterades att radiatorventilerna i många hörnrum och på större radiatorer var ologiskt hårt tillströpta.

Förinställning av radiator- och stamreglerventiler baserad på en datorberäkning gjordes under maj och juni 1973. På grund av solvärme och hög utetemperatur var ett mycket stort antal radiatorventiler avstängda. En kontroll av stamregleringsventilerna genom tryckdifferensmätning kunde därför inte utföras efter det att radiatorventilerna förinställts. Kontroll av värmesystemets funktion och efterjustering av anläggningen skedde under hösten -73 samtidigt med att temperaturnivån successivt sänktes mycket försiktigt och utsträckt över en lång period.

Temperaturen i de olika lägenheterna har uppmätts vid några tillfällen (TAB.3). Efterjusteringen har tillgått så att temperaturen kontrollerats i lägenheter där temperaturen av de boende uppgivits vara för låg. Dessförinnan distribuerades ett meddelande till de boende med uppmaning att på ett formulär anteckna de brister i fråga om värme och ventilation som ansågs störande.

### 2.2.2 Inreglering av ventilationssystemet

I samband med att radiatorventilerna förinställdes uppmättes flödet i frånluftsdon och tilluftsdon. Mätvärdena varierade inom vida gränser (FIG.18). Spridningen kan synas stor men man bör vid bedömningen ta hänsyn till att anläggningen varit i drift i fem år. Sålunda har avsättningar i ventilationssystemet stor inverkan på flödets storlek. Genom fett- och dammavlagringar i frånluftsdonen minskar flödet kraftigt. Endast de mest igensatta donen rengjordes. Efteråt ökade flödet med upptill 50%. En del av de boende rengör ventilerna själva, andra inte.

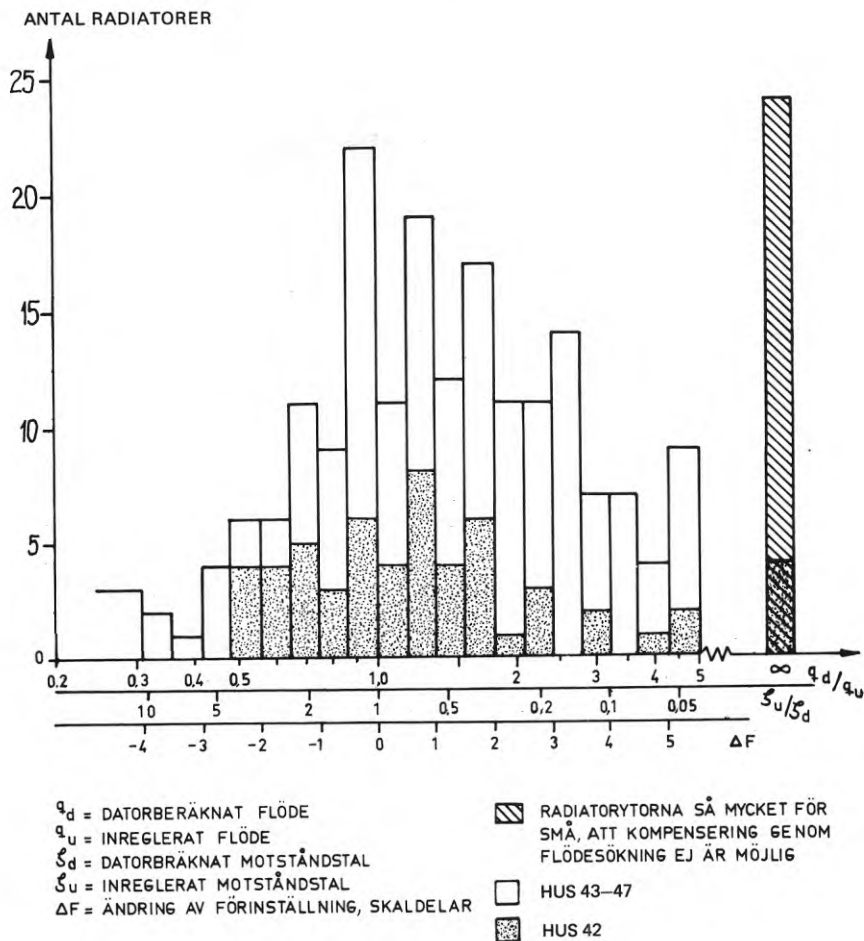


FIG. 17. Radiatorerna i kv. Stadinge fördelade efter ändrad förinställning i skalstreck  $\Delta F$  samt förhållandet mellan erforderligt flöde beräknat med dator  $q_d$  och det flöde  $q_u$  som svarar mot ursprunglig förinställning. Vidare visas fördelningen av förhållandet mellan radiatorventilernas ursprungliga motståndstal  $\xi_u$  och det som svarar mot datorberäkningen  $\xi_d$

TAB.3 Rumstemperatur i lägenheterna i hus 42.

Lägenhet nr	11/12 1973	14-17/12 1973		4/3 1974		
		Uppmätt	Förmodad (intervju)	Vardags- rum	Sovrum	Hall
120	-	-	-	19,3 <sup>1)</sup>	-	19,7
121 x	19,9	23,1	21 <sup>3)</sup>	23,7 <sup>4)</sup>	21,6	22,4
122	-	-	-	-	-	-
123 x	19,0	19,0	Vet ej	20,6	20,0	20,8
124	19,4	19,9	20	19,3 <sup>2)</sup>	19,8	20,4
125 x	18,5 <sup>1)</sup>	20,3	20	-	-	-
126 x	-	-	-	21,4	-	21,6
127 x	20,0	20,5	18,5	20,7	20,6	21,0
128 x	21,1	20,9	22	22,0	21,6	22,4
129	-	20,0	21	20,5	18,8	20,3
130 x	20,9	20,8	20	21,7	21,0	21,8
131	20,8	19,0	18	21,2	-	20,7
132 x	21,5	19,0	18,5	20,0	-	20,7
133 x	20,6 <sup>1)</sup>	20,5	20	21,4 <sup>1)</sup>	20,9	21,4
134	21,6	18,8	19	21,3	20,9	21,0
135	21,5	21,2	21,5	20,8	20,7	21,0
136	21,5	21,8	19,5 <sup>3)</sup>	21,1	20,4	21,2
137 x	-	21,0	20	-	-	-
138	-	-	-	-	-	-
139	21,0	20,9	19	21,2	20,6	20,8
140 x	21,2	20,4	22	21,7	20,8	21,6
141 x	20,9	20,2	20,5	21,0	20,3	20,8
142 x	-	-	-	-	-	-
143	-	21,1	20	20,7	-	20,3
144	21,3	21,9	20	21,3	-	21,0
145 x	21,2	20,3	20	21,3 <sup>1)</sup>	20,5 <sup>1)</sup>	21,0
146 x	20,5	21,1	19,5	19,6 <sup>2)</sup>	20,7	19,4
147	20,2	20,9	20	20,7	19,6 <sup>2)</sup>	20,4
148 x	21,5	21,0	18	20,4	20,3	20,8
149	21,7	21,2	20,3	21,1	-	20,3
150	20,2 <sup>2)</sup>	20,1	20 <sup>3)</sup>	20,6	-	19,8
151	21,1	19,5 <sup>1)</sup>	20,5	-	-	-
152	20,6	20,2	20,5	21,6	21,3	20,7
153	21,0	21,1	20,5	21,1	20,8	21,3
154	20,5	19,2	19	21,0 <sup>5)</sup>	20,7	21,3
Medelv.	20,71	20,50	20,0	20,98	20,57	20,90

1) Delvis avstängda radiatorer

2) Vädring

3) Värme från stearinljus

4) Belysning + TV

5) Normalt ca 10°C lägre

X. Motståndstermometer ansluten till mätutrustningen i AC.

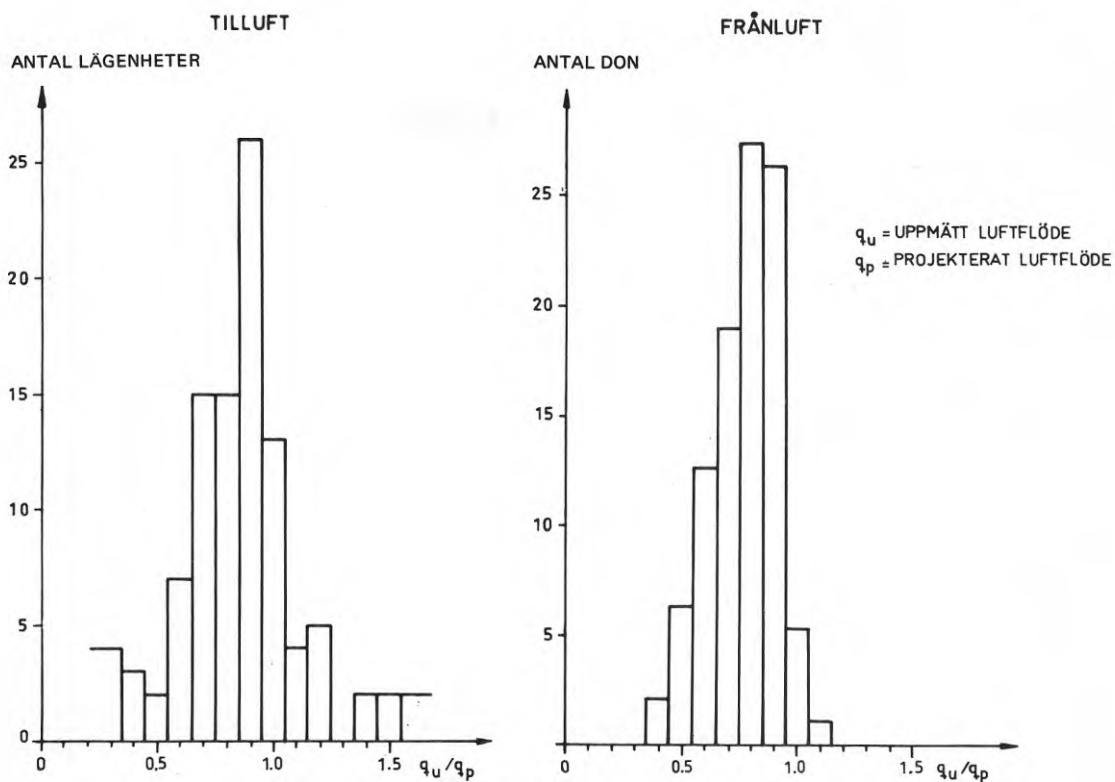


FIG. 18. Fördelning av antalet tilluftsdon efter förhållandet mellan uppmätt flöde  $q_u$  och projekterat flöde  $q_p$  samt dito för frånluftsdonen i hus 42–47 i kv. Stadinge, Tensta.

Ifråga om tilluftsdonen var dessa i en del fall igensatta med papper och i en del fall var reglerspjällen stängda, enligt uppgift på grund av tidigare besvär med drag. I en del fall var orsaken till drag olämpligt inställd inblåsningsriktning, i en del andra fall för låg tilluftstemperatur. Vidare kan för stora flöden ha gett upphov till för stora kastlängder. I några lägenheter var tilluftsdonen placerade så, att luftstrålen träffade den motsatta väggen. Avståndet till denna var 3,4 m. Vid avsett flöde, 90 m<sup>3</sup>/h blir emellertid kastlängden för ifrågavarande don 5 ä 6 m enligt fabrikantens kataloguppgifter. Högst 60 m<sup>3</sup>/h kunde tillåtas för att kastlängden inte skall bli mer än 3,5 m.

Förhållandet mellan uppmätt tilluftsflöde och frånluftsflöde, i resp. lägenhet framgår av FIG.19. Som synes varierar detta inom vida gränser, bl.a. av ovannämnda skäl.

Inregleringen av till- och frånluftssystem tillgick så, att frånluftsdon resp. tilluftsspjäll ställdes om i de fall där avvikelserna var mest markanta. Huvudsakligen minskades för stora flöden ner, så att de inte överskred de normerade flödena.

### 2.2.3 Reducering av till- och frånluftsflöden

I samband med sänkning av temperaturnivån, vilket skedde genom att reglerkurvan för framledningstemperaturen gavs en allt mindre lutning, konstaterades det att tilluften värmdes otillräckligt i hus 46 och 47. Flödet reducerades därför i dessa varmluftsaggregat med 50%. Till följd av energikrisen företogs samma åtgärd vid de andra varmluftsapparaterna. Dessutom reducerades frånluftsflödet med 30% i hus 42 (mäthuset), vilket däremot inte gjordes i de övriga husen.

Ventilationen minskades alltså av två skäl. Dels för att möjliggöra en tillräckligt långt gående sänkning av framledningstemperaturen, dels för att undersöka hur de boende bedömer en sänkt ventilationsstandard.

### 2.2.4 Sänkning av rumstemperatur

Rumstemperaturen sänktes successivt med början i november och fram till



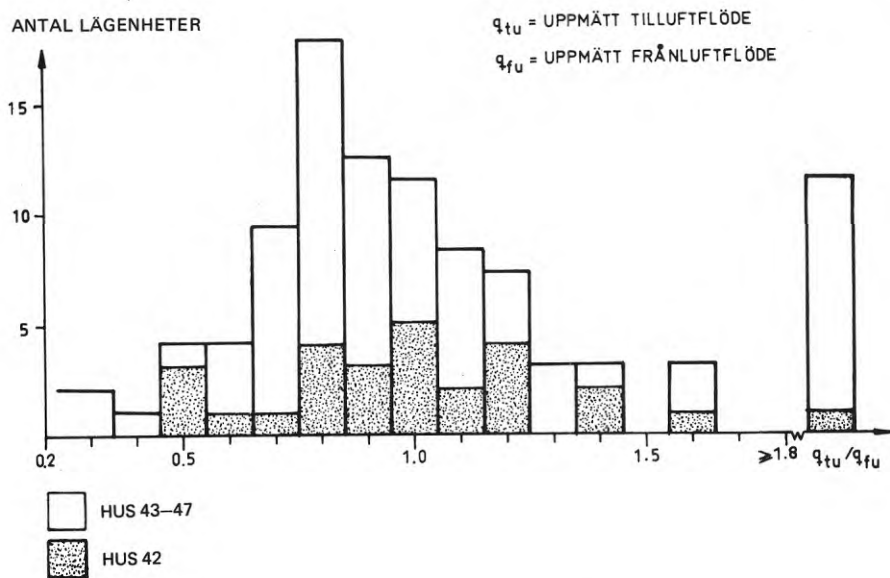


FIG. 19. Lägenheterna fördelade efter förhållandet mellan uppmätt tilluftsflöde  $q_{tu}$  och frånluftsflöde  $q_{fu}$  före reducering av fläktarnas varvtal i hus 42-47 i kv. Stadinge, Tensta.

mitten av december. Av TAB.4 framgår att medeltemperaturen sänktes med c:a 2°C. Enligt FIG.20 låg den i början av november, då det var mulet, kring 23°C för att som lägst ligga vid 20,3°C i mitten av december. En höjning av temperaturen skedde varefter den åter sänktes en vecka in i januari till c:a 21°C. Reglerkurvan har därefter inte ändrats. I samband med temperatursänkningen i december som sammanföll med en köldperiod företogs vissa efterjusteringar i lägenheter som fått för låg temperatur. Framledningstemperaturen har sedan början av januari -74 reglerats efter kurva 2,3 (FIG.21).

#### 2.2.5 Sänkning av tilluftstemperaturen

Tilluftstemperaturen i hus 42 låg enligt stickprovsmätningar under perioden 71/72 mellan 25-26°C. Tilluftstemperaturen sänktes i december 73 successivt till den nivå som var möjlig med hänsyn till dragrisken dvs. inte lägre än eller obetydligt lägre än rumsluftens temperatur. Den 30 november reducerades tilluftsflödena med 50%. Vid varmluftsaggregaten måste luften värmas till en högre temperatur än inblåsningstemperaturen på grund av luftens avkylning i vindskanalerna.

#### 2.2.6 Information om varmvattensparande

I början av december månad 1973 delades i mäthuset, nr 42 i Tensta ut information om hur man genom olika disksätt kan spara varmvatten och därmed energi. Informationen, som utarbetats av Konsumentverket visas i BIL.2, där även intervjuundersökningar utförda av Berglund & Thorslund (1947) redovisas vad avser diskning. Det kan nämnas att 27 hushåll uppgav sig ha tagit del av informationen.

#### 2.2.7 Allmän sparkampanj, elrestriktioner och oljeransonering

Med anledning av oljekrisen vidtogs ett stort antal statliga åtgärder genom Överstyrelsen för ekonomiskt försvar (ÖEF). I BIL.3 återfinnes ett kalendarium utarbetat av ÖEF. Man ser att annonskampanjen för energisparande gick ut i dagstidningar med början den 22 november 1973 och att denna pågick under hela december månad. I början av januari 1974 kom sedan elrestriktionen och oljeransoneringen. Drivmedelsransoneringen upphörde den 30 januari, elrestriktionerna den 15 februari och den 15 mars eldningsolja-oljeransoneringen.

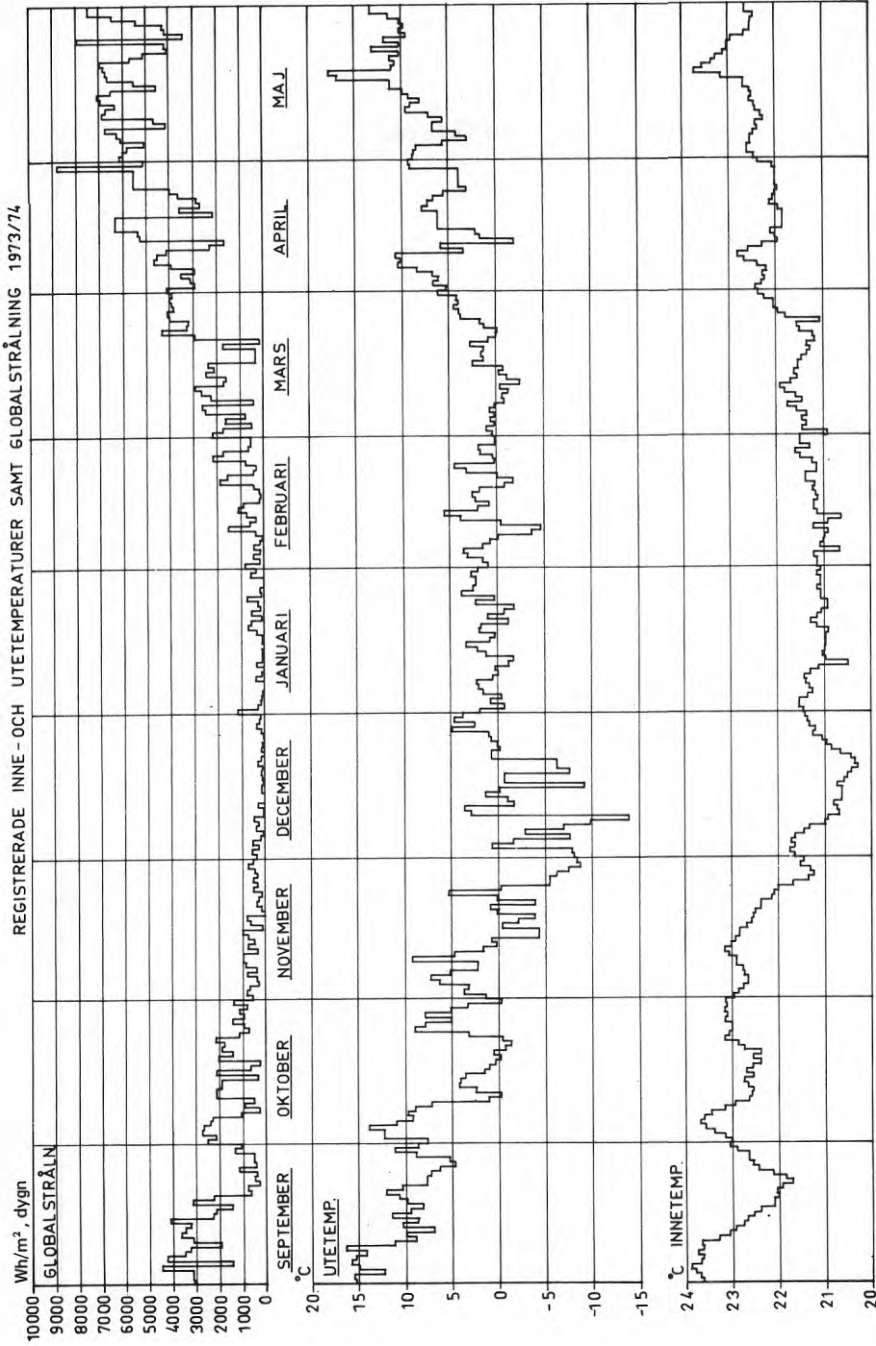


FIG. 20. Registrerade inne- och utetemperaturer samt globalstrålning 1973/74.

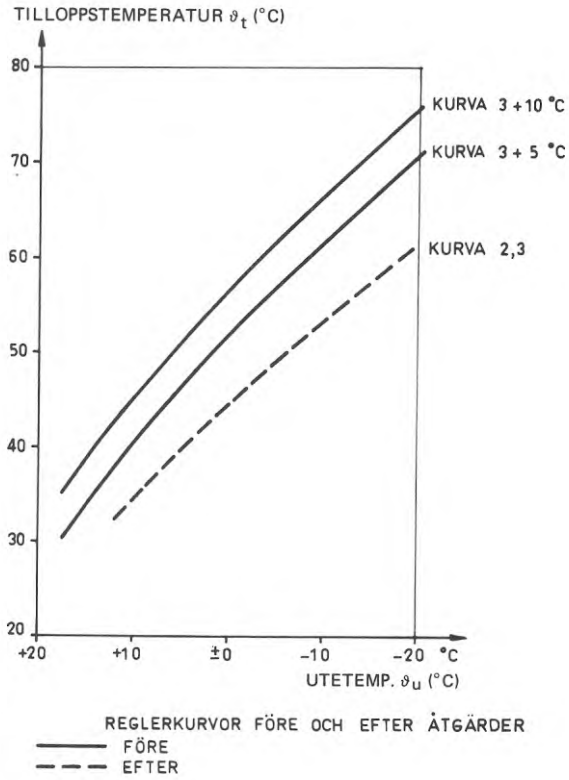


Fig. 21. Reglerkurvor före och efter åtgärder.

### 3. PROJEKT BOLLNÄS

#### 3.1. OBJEKTBSKRIVNING

Framnäsområdet i Bollnäs ligger c:a 2 km norr om Bollnäs centrum. Det omfattar 20 st eluppvärmda flerfamiljshus med totalt 358 lägenheter. Husen har två hela våningsplan och en souterrängvåning. Det första huset var inflyttningsklart den 1 september 1968 och det sista den 1 april 1970.

Projektet är beskrivet i BFR-rapporten R10:1974 och har inte undergått några justeringar sedan dess. I BIL.1 ges en del data om mäthuset B. Uppvärmningen sker med direktverkande elradiatorer med termostater och ventilationen med till- och frånluft som värmeväxlas över en regenerativ växlare. Ventilationen förändras ej under året men värmeväxlaren kan förbikopplas. Inblåsningstemperaturen är projekterad till +19°C.

All el för uppvärmning, ventilation, varmvatten och hushåll debiteras med utgångspunkt från en kollektiv mätning.

#### 3.2. FÖRETAGNA ÅTGÄRDER

##### 3.2.1 Förregling av radiatortermostater

Radiatortermostaterna i hela Framnäsområdet förreglades till c:a 20°C. Denna förregling utfördes i hus B den 15 januari 1974. Sättet att förregla var ej särskilt bra, vilket man var på det klara med redan vid förreglingstillfället. Resultatet visar också att effekten ej blev den avsedda (se TAB.5). Vid intervjuundersökningen i januari 1974 uppgav en del att man försökt att påverka termostaten för att få högre inomhustemperatur, men endast ett hushåll säger sig därvid ha fått högre temperatur.

I TAB.5 visas månadsmedeltemperaturerna i rumsluften i hus B. Temperaturen har fr.o.m. januari 1974 reducerats i förhållande till 1971/72. Reduktionen är dock mindre än en grad.

TAB.5 Rumsluftens månadsmedeltemperatur i hus B i Framnäsområdet, Bollnäs.

Månad	Månadsmedeltemperatur inne °C	
	1971/72	1973/74
december	23,3	23,5
januari	23,4	23,0
februari	23,6	22,8
mars	23,6	22,9
april	23,5	23,3

### 3.2.2 Sänkning av varmvattentemperaturen

Varmvattentemperaturen sänktes den 18 januari och en vecka framåt 1974 till 30°C i syfte att studera hur detta påverkade energiåtgången för varmvatten.

### 3.2.3 Information om varmvattensparande

Samma information om varmvattensparande (BIL.2), som delades ut i Tensta delades i Bollnäs ut den 16 januari, dvs. omedelbart före intervjuundersökningen.

### 3.2.4 Allmän sparkampanj mm

Den allmänna sparkampanjen och elrestriktionen påverkade naturligtvis även Bollnäs området.

#### 4. RESULTAT AV ENERGIBESPARANDE ÅTGÄRDER

Genom den omfattande datorregistreringen har det varit möjligt att jämföra energiåtgången för bl.a. radiatorer, luftförvärmning, varmvatten och hushållsel under vintern 1971/72 och 1973/74. Det bör dock påpekas att mätvärden delvis saknas i Tensta under november och början av december 1973 på grund av stansfel.

Hur mycket de enskilda åtgärderna inverkat är svårt att avgöra, eftersom åtgärderna insatts parallellt och mera var styrda av energibesparingsskäl än av forskningssynpunkter. Därför blir en del av slutsatserna mera av karaktären "kvalificerade gissningar". Genom att redovisa sättet för slutledningen kan var och en bedöma resultatets ev. giltighet.

#### 4.1. ENERGIBESPARING BETR. UPPVÄRMNING OCH VENTILATION

##### 4.1.1 Hus 42 i kv. Stadinge, Tensta

Förbrukningen i mäthuset, hus 42, som har 35 lägenheter uppgick enligt BFR-rapporten R10:1974 under säsongen september 1971 - augusti 1972 till sammanlagt 807 MWh eller 304 kWh per lägenhetsyta fördelade enligt TAB.6. 71/72 var värmebehovet 98% av normalårets. Mätningarna omfattade 244 dagar medan graddagstalet för Stockholm baseras på 239 eldningsdagar. Om skillnaden mellan inne- och utetemperaturen för de överskjutande 5 dagarna antages vara 7°C motsvarar detta  $5 \times 7 = 35$  graddagar eller 1% av 3 570, som är det för Stockholm normala.

För samtliga sex byggnader - 113 lägenheter - var värmeförbrukningen enligt Energiverkets uppgifter år 71/72 mellan 1 september 1971 och 31 maj 1972 totalt 2 277 MWh eller 255 kWh/m<sup>2</sup>. Förbrukningen för hus 42 var alltså proportionsvis högre än för de övriga byggnaderna. Detta var en följd av den ojämna temperaturfördelningen, den högre tilluftstemperaturen och enligt intervjuer större vädringsfrekvens i hus 42. Hus 42 är alltså inte representativt i bemärkelsen att värmeförbrukningen i detta skulle motsvara ett genomsnitt för denna typ av byggnader. Resultaten av besparingsåtgärderna för mäthuset räknas



gäller således inte genomsnittligt för annan bebyggelse.

Förbrukningen i alla sex byggnaderna har emellertid jämförts med övriga abonnenter. Härvid konstaterades att värmeförbrukningen i abonnentområdet (kv. Stadinge), som inkluderar mäthuset, endast låg 3% över medelvärdet för samtliga abonnenter, som är inkopplade till fjärrvärmnätet i Tensta och Rinkeby.

En direkt jämförelse mellan uppmätt förbrukning 71/72 och 73/74 ger inte heller helt rättvisande värden på besparingens storlek. Orsaken härtill är för det första att utetemperaturer under de båda bränslesäsongerna har varit olika, och för det andra att de energibesparande åtgärderna inte sattes in förrän efter några månader efter bränslesäsongens början, eller närmare bestämt i slutet av november 1973. För att ändå kunna göra en jämförelse har mätvärdena behandlats på följande sätt. Dygnsförbrukningen per lägenhet har prickats in i ett diagram som funktion av utetemperaturens dygnsmedelvärde. Detta har gjorts dels för den värme som tillförts radiatorerna och dels för den värme som åtgått för luftförvärmningen. Mätvärden för radiatorenergi (kWh/låg) och luftförvärmningsenergi (kWh/låg) anges i TAB.4.1 i BIL.4 för dygn under december - maj månad 1971/72 respektive 1973/74. Där anges också dygnsmedeltemperaturer för uteluft och rumsluft - dygnet räknas från 07.00 under angivet dygn till 07.00 dygnet därefter. I FIG.4.1 och 4.2 har sambanden för radiatorenergi R och luftförvärmningsenergi L inriktats som funktion av utetemperaturer. Sambanden gäller januari - maj.

I FIG.22 är sambanden för radiator- och luftförvärmningsenergi sammanställda. Från dessa kan man utläsa hur stor förbrukningen kan uppskattas till under ett dygn i december till maj vid godtyckligt värde på utetemperaturens dygnsmedelvärde.

Om man vill uppskatta förbrukningen under eldningssäsongen kan man beräkna medeltemperaturen ute under eldningssäsongen i Stockholm - traditionellt 15 september till 15 maj (242 dygn). Denna blir  $+2,2^{\circ}\text{C}$ . För jämförelse väljes därför ett dygn med utetemperaturens medelvärde  $= +2,2^{\circ}\text{C}$ .

TAB.6 Energiåtgång för året 1 september 1971 - 31 augusti 1972.

Energi till	kWh/lgh		kWh/m <sup>2</sup>	
	71/72	Normalår	71/72	Normalår
Radiator	10 900	11 110	158	161
Luftvärmare	5 960	6 080	86	88
Varmvatten inkl VVC	4 130	4 130	60	60
Summa	20 990	21 320	304	309

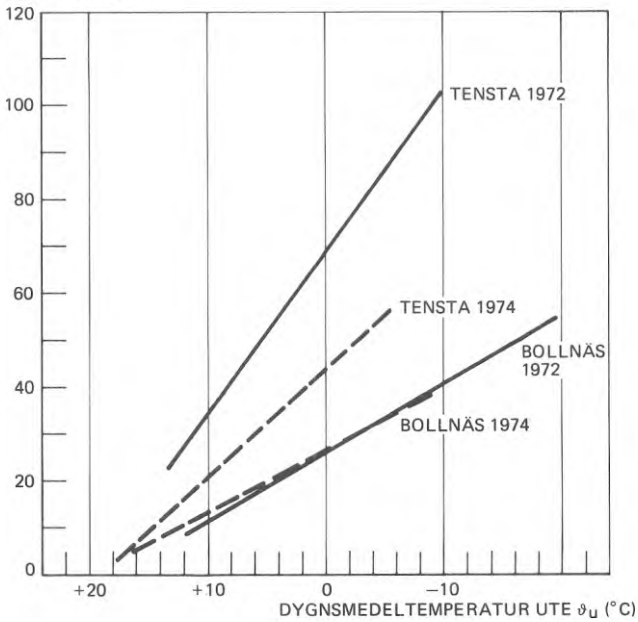
SUMMA RADIATOR- OCH LUFTFÖRVÄRMNINGSENERGI (R+L) PER DYGN  
(kWh/LÄG.DYGN)

FIG. 22. Samband mellan summa radiator- och luftförvärmningsenergi (R+L) per dygn (kWh/lägenhet, dygn) och dygnsmedeltemperatur ute  $\theta_u$  för Tensta (hus 42) och Bollnäs (hus B). Regressionslinjerna baserade på mätvärden januari-maj.

1971/72

Under 1971/72 var dygnsmedeltemperaturen inomhus under december och januari  $\bar{v}_i = 23.0^{\circ}\text{C}$ . Tilluftens medeltemperatur har inte uppmätts, men stickprov som utförts tyder på  $\bar{v}_u^* = \text{ca } 26^{\circ}\text{C}$ . För ett dygn med utetemperaturen  $\bar{v}_u = +2.2^{\circ}\text{C}$  blir då enligt FIG.4.1

Radiatorer	R = 43.0 kWh/läg, dygn
Luftförvärmning	L = 22.1 " " "

För hela hus 42 (35 lägenheter) blir då dygnsmedeleffekten

$$R' = 43.0 \frac{35}{24} = 62.7 \text{ kW}$$

$$L' = 22.1 \frac{35}{24} = \underline{32.2 \text{ kW}}$$

$$R' + L' = 94.9 \text{ kW}$$

Nu har tilluften haft ca  $3^{\circ}\text{C}$  högre temperatur än rumsluften. Detta motsvarar

$$\Delta L' = \frac{3}{26-2.2} \cdot 32.2 = 4.0 \text{ kW}$$

För tilluft av rumstemperatur erfordras då 28.2 kW. Med transmissionsförluster enligt TAB.1, dvs.  $2.201 \text{ kW}/^{\circ}\text{C}$  kan vi nu fördela den tillförda effekten ( $R' + L'$ ) i

Transmission 2.201 (23-2.2)	45.8 kW
Tilluft av rumstemperatur	28.2 "
Vädning + ofrivillig ventilation -	
"spillvärme" från personer och hushållsel	<u>20.9 "</u>
	94.9 kW

1973/74

Under 1973/74 var dygnsmedeltemperaturen inomhus under december och januari  $t_i^* = 21.0^{\circ}\text{C}$ . Tilluften hade under dessa månader helt anpassats till rumstemperaturen. För ett dygn med utetemperaturen  $t_u^* = +2.2^{\circ}\text{C}$  blir då enligt FIG. 22

Radiatorer	R = 28.3 kWh/läg,dygn
Luftförvärmning	L = 10.4 " " "

För hela hus 42 blir då

$$R' = 28.3 \frac{35}{24} = 41.3 \text{ kW}$$

$$L' = 10.4 \frac{35}{24} = 15.2 \text{ "}$$

$$R' + L' = 56.5 \text{ kW}$$

Den tillförda effekten kan nu fördelas på

Transmission $2.201 \cdot (21-2.2)$	= 41.4 kW
Tilluft av rumstemperaturen	= 15.2 "
Vädring + ofrivillig ventilation - "spillvärme"	= -0.1 "
	<hr/> 56.5 kW

Hur mycket "spillvärme" som tillförs från personer och hushållsel är omöjligt att uppskatta. Total spillvärme är per lägenhet ca 70 W från människor och 210 W från hushållsel. För hela hus 42 blir detta ca 10 kW.

#### Resultat av åtgärderna

Den direkta inverkan av att sänka inomhustemperaturen från  $23.0^{\circ}\text{C}$  till  $21.0^{\circ}\text{C}$  skulle blivit att R + L sänktes från 94.8 till

$$R + L = \frac{21-2.2}{23-2.2} \cdot 94.8 = 85.7 \text{ kW}$$

varav	transmission (0.904 · 45.8)	41.4 kW
	tilluft av rumstemperaturen (0.904 · 28.2)	25.5 "

Åtgärderna resulterar i en minskning (94.8 - 56.5) = 38.3 kW  
(= 40%) fördelat på

1. Minskad rumstemperatur		
minskade transmissionsförluster (45.8-41.4) = 4.4		
minskade ventilationsförluster (28.2-25.5) = <u>2.7</u>	7.1 kW	
2. Minskad ventilation (50% tilluft)(25.5-15.2)	10.3 "	
3. Minskad vädring (20.9+0.1) =	<u>21.0</u>	
	38.4 kW	

Eftersom "spillvärme" bör vara samma under de båda säsongerna 1971/72 och 1973/74 bör hela skillnaden mellan 20.9 och -0.1 kW vara vädring och ofrivillig ventilation.

Ovanstående effekter gäller för "medeldygnet" med utetemperaturen +2.2°C. Effekterna är hämtade ur sambandet mellan effekter och utetemperaturen (regressionslinjerna i FIG.22). Detta samband gäller för januari-maj. Besparingen under hela uppvärmningssäsongen kan därför anges till ca 40%.

Intervjuundersökningar 1971/72 och 1973/74 har enligt Berglund och Thorslund (1974) visat att i Hus 42 ansåg 25% att det var för varmt och 68% att det var tillfredsställande 1971/72 (TAB.7). Vid intervju-tillfället 14-17/12 1973 ansåg 42% att det var för kallt och 58% att det var tillfredsställande. Det är att anmärka att inomhustemperaturen då varit under 21°C sedan början av december (FIG.20). Över 50% har angivit att de 1973/74 har mer kläder på sig än föregående år. Efter detta justerades temperaturen upp till ca 21°C.

Åsikterna om ventilationen 1971/72 och 1973/74 framgår av TAB.8 och TAB.9. Man ser att åsikterna om ventilationen vid matlagning centrerar sig kring "varken bra eller dåligt". Endast ca 15% anser ventila-

lationen mycket dålig. Åsikterna om ventilationen i övrigt i lägenheten visar att andelen nöjda snarast ökat något mellan 1971/72 och 1973/74. Det skall noteras att frånluftventilationen reducerades 30% endast i hus 42, vilket kan förklara avvikelser mellan hus 42 och övriga hus. Tyvärr har man ingen uppgift om åsikterna 1971/72 rörande ventilationens funktion vid matlagning men av dem som angav ventilationen som ganska eller mycket dålig angav endast 31% i hus 42 och 11% i husen 43-47 att försämringen av ventilationen inträffat under hösten 1973. Man kan nog våga antaga att den minskade tilluften inte nämnvärt inverkat på komforten. Orsaken härtill kan vara bl.a. att rumstemperaturen var högre 1971/72 än 1973/74. Det är intressant att notera att 1973/74 ansåg 2/3 att luftfuktigheten var lagom mot endast 1/3 1971/72, då 2/3 ansåg luften för torr (TAB.10). Även detta kan förklaras av den högre rumstemperaturen 1971/72 samt den minskade ventilationen 1973/74.

I TAB.11 anges orsaken till att hushållen 1973/74 vädrade mindre. Den helt dominerande orsaken var att det var för kallt i lägenheten.

Som sammanfattning av Tensta-mätningarna kan sägas

att klagomål uppstod när rumstemperaturen gick under  $21^{\circ}\text{C}$  (sänkningen från  $24^{\circ}\text{C}$  skedde kontinuerligt under ca två månader)

att sänkningen av tilluftventilationen till hälften (ofrivillig ventilation = ca 0.2 oms/h) i kombination med viss injustering av ventilationssystemet gav ingen ändring av de boendes uppfattning om ventilationen

att för höga rumstemperaturer ger stora värmeförluster på grund av framför allt ökad vädring

att energin för uppvärmning och ventilation i hus 42 - på grund av vidtagna åtgärder (inreglering, minskad ventilation och sänkt rumstemperatur) - minskade med ca 40%.

#### 4.1.2 Hus B i Framnäsområdet, Bollnäs

Som framgår av TAB.5 har rumstemperaturen i hus B sänkts fr.o.m. januari 1974. Förreglingen av radiatortermostaterna utfördes den 15 januari. Under januari var sänkningen  $0.4^{\circ}\text{C}$  i förhållande till 1971/72, i februari  $0.8^{\circ}\text{C}$ , i mars  $0.7^{\circ}\text{C}$  och i april  $0.2^{\circ}\text{C}$ . Under januari-april 1974 var rumstemperaturen dock inte under  $22.8^{\circ}\text{C}$ . Energibesparingen torde vara mindre än 5%.

Det kan vara intressant att studera åsikten om värmen i lägenheterna enligt Berglund & Thorslund (1974). Av TAB.12 framgår att i mäthuset B (angivet som Bollnäs 1 = 27 hushåll) var 93% tillfredsställda 1971/72 medan endast 44% var tillfredsställda 1973/74 - intervjuerna skedde den 18-28 januari 1974. Hela 56% ansåg att det var för kallt 1974. Liknande resultat erhöles för kontrollhusen (Bollnäs 2 = 23 hushåll). Detta är förvånande med hänsyn till den höga rumstemperaturen. En antydning om en bidragande orsak kan man möjligen få av intervjuerna, där över 40% anser lägenheten dragig. Liknande siffror har emellertid även erhållits i hus 43-47 i Tensta. När man frågat om orsaken till att man 1974 vädrar mindre har enligt TAB.13 endast en angivit att det var för kallt i lägenheten - jfr TAB.11 för Tensta.

Ventilationen har ej ändrats i Bollnäs mellan 1971/72 och 1973/74. Åsikterna om ventilationen har heller inte ändrats - se TAB.15. Köksventilationen är man uppenbarligen mindre tillfredsställd med - se TAB.14.

Det kan vara intressant att notera att för det inreglerade huset 42 i Tensta var  $R + L = 44.01 - 1.42 \frac{1}{u}$ , vilket vid  $0^{\circ}\text{C}$  ute ger  $R + L = 44.01$  kWh/läg,dygn för uppvärmning och ventilation, dvs. 0.64 kWh/dygn per  $\text{m}^2$  lägenhetsyta. Motsvarande siffror blir för Bollnäs  $R + L = 31.51$  kWh/läg,dygn resp. 0.49 kWh/dygn per  $\text{m}^2$  lägenhetsyta. Specifika förbrukningen i Bollnäs är således 77% av förbrukningen i Tensta efter vidtagna åtgärder. Temperaturen inne är då lägre i Tensta än i Bollnäs.

#### 4.2. ENERGIBESPARING BETR. HUSHÅLLSVARMVATTEN

I BIL.5 återges dygnsenergiåtgången per lägenhet för varmvatten i Tensta och Bollnäs under september - maj 1971/72 och 1973/74. Dessa värden har summerats i en del 7-dygnsperioder, som sammanställts i TAB.16. Antalet perioder har begränsats dels av tillgängliga värden under de båda säsongerna, dels av att datumobundna helger ej får påverka perioderna.

Av TAB.16 kan man först konstatera att energiåtgången för varmvatten på hösten i oktober och maj varit lika i Tensta och Bollnäs 1971/72.

Åsikt	Hus 42 <sup>1)</sup>		Hus 43-47 <sup>1)</sup>	
	1971/72	1973/74	1971/72	1973/74
	%	%	%	%
Tillfredsställande	68	58	91	40
För kallt	0	42	9	60
För varmt	25	0	0	0
Annan åsikt	7	0	0	0
Summa	100	100	100	100

1) I hus 42 har 31 hushåll intervjuats och i hus 43-47 har 25 hushåll intervjuats

TAB.8 Åsikt om hur ventilationen fungerar vid matlagning i kv. Stadinge, Tensta.

Åsikt	Hus 42		Hus 43-47	
	Antal	%	Antal	%
Mycket bra	1	3	2	8
Ganska bra	15	48	7	28
Varken bra eller dåligt	3	10	4	16
Ganska dåligt	8	36	8	32
Mycket dåligt	4	13	4	16
Summa	31	100	25	100

TAB.9 Åsikt om hur ventilationen fungerar i övrigt i lägenheter i kv. Stadinge, Tensta.

Åsikt	Hus 42		Hus 43-47	
	1971/72	1973/74	1971/72	1973/74
	%	%	%	%
Mycket bra	29	13	36	40
Ganska bra	29	55	41	36
Varken bra eller dåligt	11	10	5	12
Ganska dåligt	18	13	18	8
Mycket dåligt	14	10	0	4
Summa	101	101	100	100



Asikt	Hus 42		Hus 43-47	
	1971/72	1973/74	1971/72	1973/74
	%	%	%	%
För torr luft	61	26	68	12
Lagom luftfuktighet	32	64	27	76
För fuktig luft	0	3	0	0
Vet ej	7	6	5	12
Summa	100	99	100	100

TAB.11 Orsaker till att hushållen 1973/74 vädrar mindre i kv. Stadinge, Tensta.

Orsak	Hus 42		Hus 43-47	
	Antal	%	Antal	%
För kallt i lägenheten	12	86	9	69
Oljekrisen	2	14	3	23
Har fått spädbarn	0	0	1	8
Annan orsak	0	0	0	0
Summa	14	100	13	100

TAB.12 Asikt om värmen i lägenheter i Framnäsområdet, Bollnäs

Asikt	Bollnäs 1		Bollnäs 2	
	1971/72	1973/74	1971/72	1973/74
	%	%	%	%
Tillfredsställande	93	44	100	57
För kallt	4	56	0	43
För varmt	0	0	0	0
Annan åsikt	4	0	0	0
Summa	101	100	100	100

Orsak	Bollnäs 1		Bollnäs 2	
	Antal	%	Antal	%
För kallt i lägenheten	1	14	0	0
Oljekrisen	0	0	0	0
Spara el	6	86	3	60
Har fått spädbarn	0	0	1	20
Annan orsak	0	0	1	20
Summa	7	100	5	100

TAB.14 Åsikt om hur ventilationen fungerar vid matlagning i Framnäsområdet, Bollnäs

Åsikt	Bollnäs 1		Bollnäs 2	
	Antal	%	Antal	%
Mycket bra	1	4	0	0
Ganska bra	7	26	8	35
Varken bra eller dåligt	4	15	2	9
Ganska dåligt	12	44	8	35
Mycket dåligt	3	11	5	22
Summa	27	100	23	100

TAB.15 Åsikt om hur ventilationen fungerar i övrigt i lägenheter i Framnäs området Bollnäs.

Åsikt	Bollnäs 1		Bollnäs 2	
	1971/72 %	1973/74 %	1971/72 %	1973/74 %
Mycket bra	14	7	9	4
Ganska bra	36	33	55	65
Varken bra eller dåligt	14	15	9	4
Ganska dåligt	29	41	18	22
Mycket dåligt	7	5	9	6
Summa	100	101	100	101

Medan man i Tensta ökat varmvattenförbrukningen kraftigt under vintern, har man i Bollnäs hållit förbrukningen nästan konstant.

Om man jämför 1973/74 med 1971/72, så finner man att varmvattenbesparingen i Tensta 1973/74 är mycket stor. Den börjar redan i början av december och är under december och januari c:a 40% för att under februari minska till c:a 30% och i mars till c:a 20%. Därefter är besparingen obetydlig. Besparingen stämmer väl med besparingskampanjerna i slutet av november och början av december - både den allmänna sparkampanjen och den speciella informationen i Tensta och Bollnäs. De allmänna besparingsincitamenten försvann i mars, vilket även visas av energiåtgången.

I Bollnäs utdelades inte informationen om varmvattenbesparande diskning förrän den 17 januari på kvällen vid ett informationsmöte, där man delade ut informationen enligt BIL.2 samt informerade om den kommande veckans varmvattentemperatur-sänkning till 30°C och utbad sig hyresgästernas medverkan. Sänkningen av varmvattentemperaturen ägde rum från 12.00 den 18 till 12.00 den 25 januari. Av TAB.16 framgår att besparingen före detta varit obetydlig. Den allmänna sparkampanjen hade uppenbarligen här ingen inverkan. Energiåtgången under veckan före varmvattentemperatur-sänkningen, under veckan med sänkning och under veckan efter sänkningen visas i TAB.17. Man ser att under veckan med temperatur-sänkning blir besparingen 28%. Efter denna vecka hade man under några veckor en bestående besparing på 15%. Besparingseffekten försvann i mars månad. Man skulle kunna misstänka att man fick en ökad hushålls-elförbrukning genom vattenvärmning. Under den aktuella veckan var den 62.2 kWh mot 61.9 veckan före och 61.2 kWh/låg veckan efter temperatursänkningen. Enligt Söderhamns-Hälsinge Kuriren den 26 januari ansåg de av tidningen intervjuade att det var acceptabelt med 30-gradigt varmvatten. Visserligen hade varmvattnet alltför låg temperatur för bad, men det gick bra att duscha i detsamma. Man måste hålla i minnet att hyresgästerna visste att det endast rörde sig om ett experiment, begränsat till en vecka. Möjligen kan man dra den slutsatsen att de förändrade vanorna innebar en besparing på c:a 15%.

TAB.16 Energibesparing på varmvattenförbrukning i Tensta och Bollnäs mellan 1971/72 och 1973/74.

Period	Tensta (hus 42)				Bollnäs (hus B)			
	Energi (kwh/läg)		Besparing		Energi (kwh/läg)		Besparing	
	1971/72	1973/74	kwh	%	1971/72	1973/74	kwh	%
6/9 - 12/9	65,6	55,1	-10,5	-16	-	-	-	-
24/9 - 30/9	62,9	68,0	+ 5,1	+ 8	-	-	-	-
1/10- 7/10 <sup>1)</sup>	70,8	59,6	-11,2	-16	74,2	76,3	+ 2,1	+ 3
24/10- 30/10	80,8	70,8	-10,0	-12	74,6	71,3	- 3,3	- 4
7/11- 13/11	88,5	77,7	-10,8	-12	75,7	73,7	- 2,0	- 3
7/12- 13/12	92,1	63,0	-29,1	-32	80,6	79,9	- 0,7	- 1
14/12- 20/12	95,6	59,4	-36,2	-38	85,5	81,0	- 4,5	- 5
21/12- 27/12	106,7	47,8	-58,9	-55	74,7	73,2	- 1,5	- 2
1/1 - 7/1	87,9	54,9	-33,0	-38	77,4	73,2	- 4,2	- 5
13/1 - 19/1	101,1	55,5	-45,6	-45	79,9	71,3	- 8,6	-11
27/1 - 2/2	100,1	67,5	-32,6	-33	84,6	70,4	-14,2	-17
10/2 - 16/2	101,5	72,8	-28,7	-28	84,7	73,6	-11,1	-13
1/3 - 7/3	96,0	74,4	-21,6	-23	80,7	84,8	+ 4,1	+ 5
15/3 - 21/3 <sup>2)</sup>	97,1	75,9	-21,2	-22	84,6	82,2	- 2,4	- 3
28/4 - 4/5	82,3	78,4	- 3,9	- 5	77,8	66,0	-11,8	-15
5/5 - 11/5	74,8	74,1	- 0,7	- 1	77,8	75,9	- 2,9	- 4
12/5 - 18/5 <sup>3)</sup>	74,6	73,2	- 1,4	- 2	75,2	72,3	- 2,9	- 4
24/5 - 30/5	73,5	67,0	- 6,5	- 9	73,0	73,2	+ 0,2	+ 0

1) Gäller Tensta. För Bollnäs 4/10 - 10/10.

2) Gäller Tensta. För Bollnäs 18/3 - 24/3.

3) Gäller Tensta. För Bollnäs 27/5 - 2/6.

TAB.17 Inverkan av sänkningar av varmvattentemperaturen till + 30° C under veckan kl 12.00 den 18/1 - kl 12.00 den 25/1 1974 i hus B i Framnäsområdet, Bollnäs.

Period	1972 kwh/läg	1974 kwh/läg	Sänkning	
			kwh/läg	%
11/1-17/1	81,1	80,5	-0,6	-1
18/1-24/1	80,8	58,2	-22,6	-28
25/1-31/1	87,4	72,4	-15,0	-17
10/2-16/2	84,7	73,6	-11,1	-13

#### 4.3. ENERGIBESPARING BETR. HUSHÅLLSEL

Hushållselförbrukningen i Tensta (hus 42) och Bollnäs (hus B) under september-maj 1971/72 och 1973/74 återges i BIL.5. I TAB.18 är den sammanställd för ett antal 7-dygnperioder.

I Tensta har man under september och oktober haft en ökning i energiförbrukningen mellan 1971 och 1973 på drygt 5%, vilket torde vara en normal standardökning. Energibesparingen började redan i december och bör väl ha orsakats av den allmänna sparkampanjen. Även Bollnäs mätningar tyder på detta. Under januari och februari 1974 hade man i Tensta en besparing på c:a 15% i förhållande till 1972. Om man tar hänsyn till 5%-ökningen skulle besparingen vara c:a 20%. I Bollnäs är besparingen mellan 1972 och 1974 5-10%. Från mars har besparingen minskat, men det är intressant att notera att en 5%-minskning mellan 1972 och 1974 kvarstår i Tensta i varje fall t.o.m. maj. Inklusivt ökningen på 5% skulle besparingen vara c:a 10%. Bollnäs mätningarna ger liknande resultat.

Det är förvånande stora skillnader mellan förbrukningen per lägenhet i Bollnäs och Tensta. I Bollnäs var förbrukningen 1971/72 drygt 30-50% större än i Tensta och 1973/74 ändå mer. Detta har diskuterats redan i rapporten R10:1974, där det visats att antalet "hemmavarande" var större i Bollnäs än i Tensta och att Bollnäs huset hade 20 lägenheter av 28 med torkskåp. En viss del ansågs också kunna förklaras av debiteringsformen som var kollektiv i Bollnäs. Sedan 1971/72 har antalet frysexar ökat - mest i Bollnäs enligt TAB.19.

#### 4.4. TOTALENERGIBESPARING I TENSTA

##### 4.4.1 Mätuset

I TAB.20 har för januari-maj 1972 och 1974 uträknats dels energiåtgång för värme och ventilation samt varmvatten under ett medeldygn i resp. månad, dels den totala energin under månaden. Värdena är baserade på TAB.4.1 i BIL.4 och TAB.5.1 i BIL.5.

TAB.18 Energibesparing på hushållsel. i Tensta och Bollnäs mellan 1971/72 och 1973/74.

Period	Tensta				Bollnäs			
	Energi (kwh/läg)		Besparing		Energi (kwh/läg)		Besparing	
	1971/72	1973/74	kwh	%	1971/72	1973/74	kwh	%
6/9 - 12/9	36,2	38,1	+1,9	+5	-	-	-	-
24/9 - 30/9	37,2	43,1	+5,9	+16	-	60,8	-	-
1/10 - 7/10	38,4	39,8	+1,4	+4	-	67,9	-	-
24/10 - 30/10	42,2	44,4	+2,2	+5	-	63,7	-	-
1/11 - 13/11	43,4	43,9	+0,5	+1	-	62,2	-	-
7/12 - 13/12	46,8	45,2	-1,6	-3	67,7	67,2	-0,5	-1
14/12 - 20/12	50,1	46,5	-3,6	-7	79,0	68,2	-10,8	-14
21/12 - 27/12	54,6	39,3	-15,3	-28	72,1	63,2	-8,9	-12
1/1 - 7/1	49,2	41,4	-7,8	-16	62,2	56,6	-5,6	-9
13/1 - 19/1	48,5	40,6	-7,9	-16	65,8	61,2	-4,6	-7
27/1 - 2/2 <sup>1)</sup>	46,9	39,5	-7,4	-16	65,1	60,7	-4,4	-7
10/2 - 16/2	48,8	39,7	-9,1	-19	69,0	63,3	-5,7	-8
1/3 - 7/3	42,9	36,2	-6,7	-16	63,1	60,8	-2,3	-4
15/3 - 21/3 <sup>2)</sup>	38,6	36,6	-2,0	-5	63,5	62,0	-1,5	-2
28/4 - 4/5	34,3	33,1	-1,2	-3	57,3	52,2	-5,1	-9
5/5 - 11/5	33,6	32,4	-1,2	-4	56,6	53,4	-3,2	-6
12/5 - 18/5	33,0	32,1	-0,9	-3	57,6	50,1	-7,5	-13
24/5 - 30/5 <sup>3)</sup>	34,2	32,4	-1,8	-5	58,9	54,8	-4,1	-7

1) Gäller Bollnäs. För Tensta 29/1 - 4/2.

2) Gäller Tensta. För Bollnäs 18/3 - 24/3.

3) Gäller Tensta. För Bollnäs 27/5 - 2/6.

TAB.19 Hushållsapparatinnehav i procent antalet hushåll i respektive undersökningsområde enligt Berglund & Thorslund (1974).

	1971/72		1973/74	
	Tensta, hus 42 %	Bollnäs, hus B %	Tensta, hus 42 %	Bollnäs, hus B %
Frysbox, frysskåp	36	4	68	82
Hårtork	61	61	65	67
Brödrost	68	57	71	67
Hushållsassistent. elvisp	43	4	71	59
Fristående elgrill	7	0	3	0
Tvättmaskin	54	32	55	48
Diskmaskin	7	0	6	0
Totalt antal	28	28	31	27

TAB.20 Energiåtgång för värme, ventilation och varmvatten under januari - maj 1972 och 1974 för hus 42 i kv. Stadinge, Tensta.

a) 1972

Månad	Medeldygn <sup>1)</sup>				Månadsenergi		
	Ute-temp °C	Värme + ventilation kWh/läg	Varmvatten kWh/läg	Totalt kWh/läg	Totalt per m <sup>2</sup> ly kWh/m <sup>2</sup>	Per m <sup>2</sup> ly kWh/m <sup>2</sup>	Totalt MWh
Januari	-4,1	88,0	14,2	102,2	1,481	45,9	111
Februari	-0,8	74,7	14,1	88,8	1,287	37,3	90
Mars	+0,4	69,3	14,0	83,3	1,207	37,4	90
April	+3,5	60,3	13,5	73,8	1,070	32,1	77
Maj	+9,1	43,7	10,6	54,3	0,787	24,4	59

1) Delvis ofullständiga uppgifter i TAB 4.1 och TAB 6.1.

b) 1974

Månad	Medeldygn <sup>1)</sup>				Månadsenergi		
	Ute-temp °C	Värme + ventilation kWh/läg	Varmvatten kWh/läg	Totalt kWh/läg	Totalt per m <sup>2</sup> ly kWh/m <sup>2</sup>	Per m <sup>2</sup> ly kWh/m <sup>2</sup>	Totalt MWh
Januari	+1,0	42,1	8,6	50,7	0,735	22,8	55
Februari	+1,2	42,3	10,4	52,7	0,764	21,4	52
Mars	+1,1	39,9	11,0	50,9	0,738	22,9	55
April	+6,2	28,2	10,9	39,1	0,567	17,0	41
Maj	+9,8	20,4	10,4	30,8	0,446	13,8	33

1) Delvis ofullständiga uppgifter i TAB 4.1 och TAB 6.1.



TAB.21 Månadsenergiförbrukning för januari - maj 1972 och 1974 för kv. Stadinge, Tensta enligt Stockholms Energiverk.

a) 1972

Månad	Medeldygn		Månadsenergi	
	Ute-temp °C	Totalt per m <sup>2</sup> ly kWh/m <sup>2</sup>	Per m <sup>2</sup> ly kWh/m <sup>2</sup>	Totalt MWh
Januari	-4,1	1,155	35,8	340
Februari	-0,8	1,217	35,3	335
Mars	+0,4	0,974	30,2	285
April	+3,5	0,860	25,8	245
Maj	+9,1	0,645	20,0	190

b) 1974

Månad	Medeldygn		Månadsenergi	
	Ute-temp °C	Totalt per m <sup>2</sup> ly kWh/m <sup>2</sup>	Per m <sup>2</sup> ly kWh/m <sup>2</sup>	Totalt MWh
Januari	+1,0	0,832	25,8	245
Februari	+1,2	0,768	21,5	204
Mars	+1,1	0,719	22,3	212
April	+6,2	0,680	20,4	194
Maj	+9,8	0,426	13,2	125

Den totala medeldygnsförbrukningen utslaget per  $m^2$  lägenhetsyta är uppritad i FIG.23 som funktion av utetemperaturer samt regressionslinjer inlagda. Vid den genomsnittliga utetemperaturer under en normal uppvärmningssäsong =  $+2.2^{\circ}\text{C}$  blir då förbrukningen 1972  $P = 1.14$  kWh/dygn,  $m^2$  och under 1974  $P = 0.71$  kWh/dygn,  $m^2$ . Besparingen blir då för värme, ventilation och varmvatten = 37%.

#### 4.4.2 Hela kv. Stadinge

I TAB.21 visas månadsenergiförbrukningen för kv. Stadinge för januari-maj 1972 och 1974 baserade på uppgifter från Stockholms Energiverk. På basis av dessa har beräknats förbrukningen per  $m^2$  lägenhetsyta för ett medeldygn under resp. månad. I FIG.24 är dessa värden inlagda som funktion av utetemperaturer, samt regressionslinjer inlagda. Vid  $+2.2^{\circ}\text{C}$  ute blir 1972  $P = 0.95$  kWh/dygn,  $m^2$  och 1974  $P = 0.74$  kWh/dygn,  $m^2$ . Besparingen blir då för värme, ventilation och varmvatten = 22%.

#### 4.4.3 Jämförelse mellan hus 42 och hela kv. Stadinge

Energibesparingen blev större i hus 42 än i hela kvarteret Stadinge. Detta beror på att åtgången var större 1972 i hus 42 ( $P = 1.14$  kWh/dygn,  $m^2$ ) än i hela kvarteret ( $P = 0.95$  kWh/dygn,  $m^2$ ) när utetemperaturer är  $+2.2^{\circ}\text{C}$ . Detta i sin tur har sin orsak i den bristande inregleringen, som tidigare diskuterats. Sedan hela kvarteret inreglerats, tilluften strypts till hälften och rumstemperaturen sänkts har hus 42 samma förbrukning per  $m^2$  lägenhetsyta som kvarteret som helhet -  $P = 0.71$  kWh/dygn,  $m^2$  resp.  $P = 0.74$  kWh/dygn,  $m^2$ . I hus 42 har frånluften - till skillnad från hus 43-47 - strypts 30%.

### 4.5 KOSTNADSBESPARING FÖR HETVATTEN INOM KV. STADINGE, TENSTA

#### 4.5.1 Hetvattenbesparing

Stockholms Energiverk tillämpar en fjärrvärmesaxa, som är uppbyggd på följande principer:

- Abonnemangsavgift. Fast avgift beroende av nettovåningsyta.
- Distributionsavgift, 10 öre/ $m^3$  vatten under maj-september  
35 " " " " övrig tid
- Indexavgift,  $0.25 \cdot (K-230)\%$  på A och D.

$K$  = konsumentprisindex för mät månaden under närmast föregående kvartal

- Produktionsavgift,  $0.017 \cdot R$  öre/kWh. Därtill kommer  $0.0015 \cdot k$  öre/kWh under oktober-mars.  $R$  = referensbränslepris.

Fjärrvärmestaxan innefattar, som framgår av ovan, en distributionsavgift, vilken är i fjärrvärmestaxesammanhang unik och som endast ingår i Stockholmstaxan.

Taxekonstruktionen inrymmer - p.g.a. den flödesbaserade avgiften - ett mycket starkt argument för energibesparande och drifttekniska åtgärder i husen. Kv. Stadinges hetvattenmängd har avlästs från Energiverkets debiteringsbesked. Den framgår av TAB.22, där medeldygnsförbrukningen  $V$  också uträknats.  $V$  visas i FIG.25 som funktion av utetemperatur. Regressionslinjer har inritats. Vid  $+2.2^{\circ}\text{C}$  ute (= medeltemperaturen under uppvärmningssäsongen) blir för 1972  $V = 222 \text{ m}^3/\text{dygn}$  och för 1974  $V = 142 \text{ m}^3/\text{dygn}$ . Efter inreglering av värmesystemet, minskning av tilluft samt sänkning av rumstemperaturen blir hetvattenbesparingen 36%, vilket är mer än energibesparingen, som var 22%.

Minskningen av primärvattenflödet för kv. Stadinge är bl.a. en följd av den lägre returtemperaturen från värmesystemet. Enligt projekteringsförutsättningarna skall returtemperaturen vara  $60^{\circ}\text{C}$  vid DUT. Efter inreglering och sänkning av framledningstemperaturen samt reducering av tillflödet blir returtemperaturen från hus 43-47 c:a  $48^{\circ}\text{C}$  och från hus 42 c:a  $43^{\circ}\text{C}$  vid DUT (FIG.26). Anledningen till att returtemperaturen är lägre från hus 42 är att frånluftsflödet är reducerat med 30% i hus 42, men ej i hus 43-47. Värmebehovet för det förra är därför något mindre än för de senare. Eftersom framledningstemperaturen är bestämd av värmebehovet för hus 43-47 kan värmeförseln till hus 42 minskas endast genom att minska vattencirkulationen i hus 42. Härvid sjunker returtemperaturen och därmed medeltemperaturdifferensen mellan radiator och rum.

Av olika skäl kan det vara motiverat att reducera pumpflödet i anslutna lokalvärmesystem. En viktig orsak kan vara ljudstörningar i radiator och stamregleringsventiler. Sådana kan man lätt eliminera

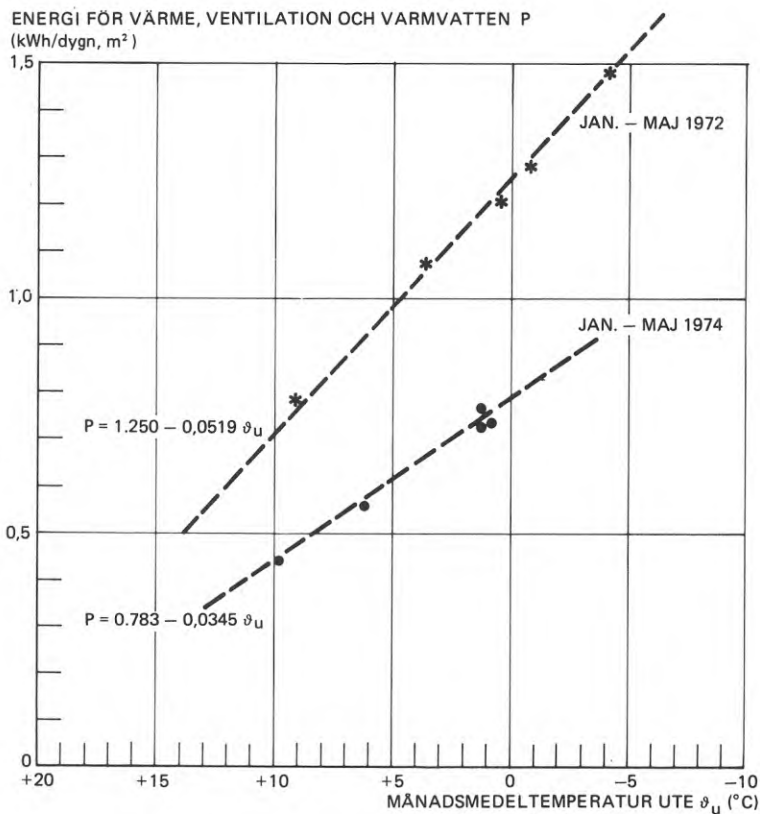


FIG. 23. Total energi P för värme, ventilation och varmvatten i hus 42 för medeldygn under januari-maj 1972 och 1974, utslaget per m<sup>2</sup> lägenhetsyta, uppritat som funktion av månads medeltemperatur ute  $\vartheta_U$ .

ENERGI FÖR VÄRME, VENTILATION OCH VARMVATTEN P  
(kWh/dygn, m<sup>2</sup>)

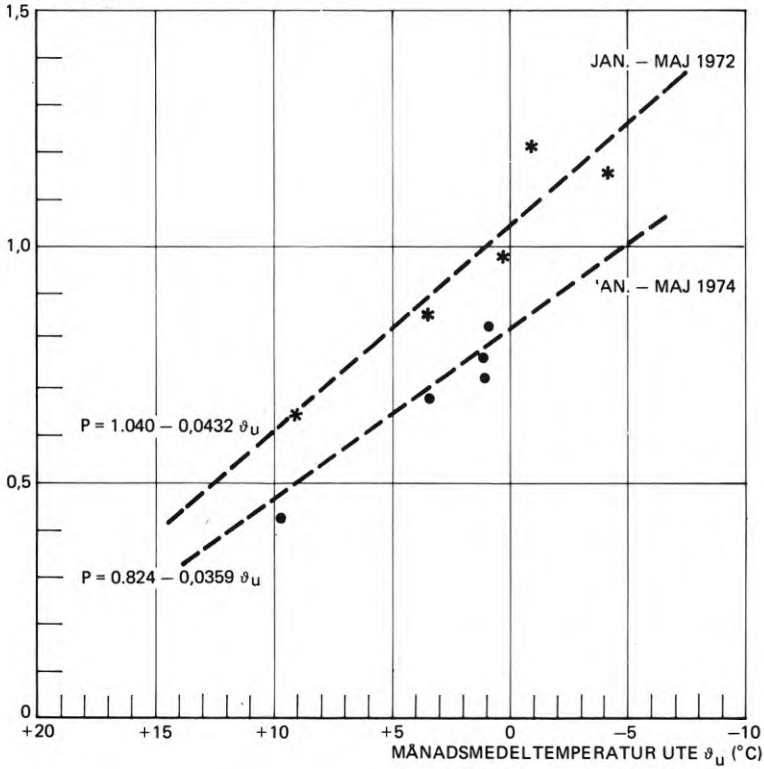


FIG. 24. Total energi P för värme, ventilation och varmvatten i hela kv. Stadinge för medeldygn under januari-maj 1972 och 1974 utslaget per m<sup>2</sup> lägenhetsyta uppritat som funktion av månads medeltemperatur ute  $\theta_u$ .

TAB.22 Hetvattenförbrukning för januari - maj 1972 och 1974 för kv. Stadinge, Tensta enligt Stockholms Energiverk.

Månad	1972		1974	
	Volym per månad $\text{m}^3/\text{mån}$	Volym per dygn $\text{m}^3/\text{dygn}$	Volym per månad $\text{m}^3/\text{mån}$	Volym per dygn $\text{m}^3/\text{dygn}$
Januari	7970	257,1	4870	157,1
Februari	8070	278,3	4090	146,1
Mars	7250	233,9	4200	135,5
April	6500	216,7	4010	133,7
Maj	4700	151,6	2600	83,9

HETVATTENVOLYM PER DYGN V  
( $\text{m}^3/\text{dygn}$ )

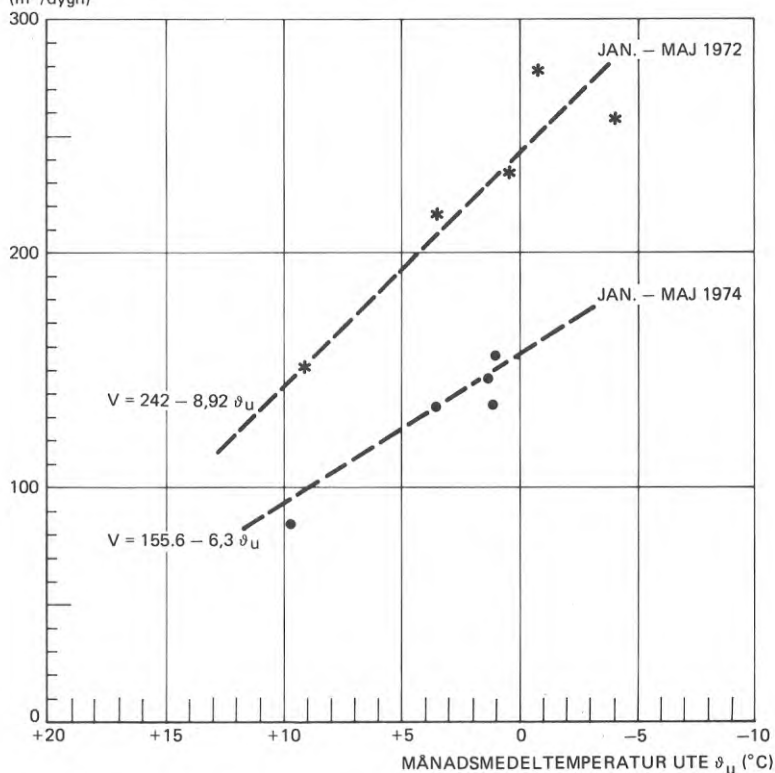


FIG. 25. Hetvattenvolym per dygn V (månadsgenomsnitt) för hela kv. Stadinge som funktion av månadsmedeltemperatur ute  $\vartheta_U$ .

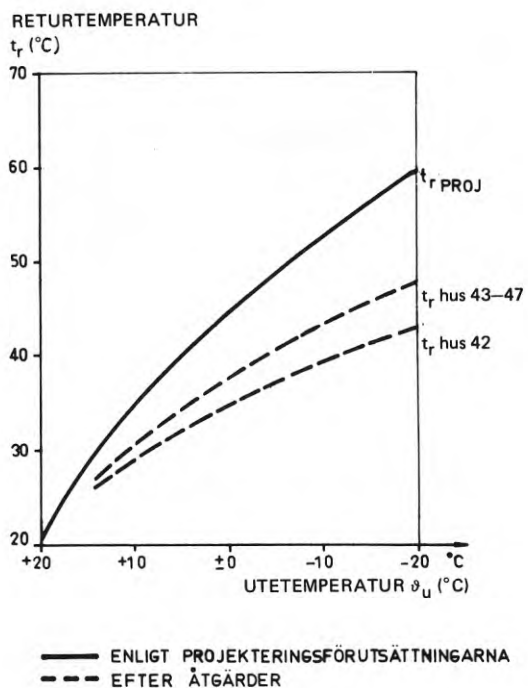


FIG. 26. Returtemperaturer, Tensta.





## 5. Summa besparing

Distribution	8 200:-
Index	1 700:-
Produktion	<u>33 400:-</u>
Totalt för kv. Stadinge	43 300:-
Per lägenhet	383:-
Per lägenhetsyta	4:80

Besparingen består dels av den minskade värmeförbrukningen, dels minskad förbrukning av fjärrvärmevatten. C:a 23% av besparingen utgörs av minskade distributionskostnader.

## 5. DISKUSSION OCH SLUTSATSER

### 5.1. VAL AV OBJEKT OCH REPRESENTATIVITET

Denna undersökning är en andra del i den studie, vars första del re-  
dovisades i BFR-rapporten R10:1974. Syftet var att studera två fler-  
familjshus, som var väsensskilda betr. installationer för värme ven-  
tilation och varmvatten. Byggnadstekniskt skulle emellertid husen vara  
lika och man valde två 2-vånings lamellhus med souterrängvåning - ett  
i kv. Stadinge i Tensta och ett i Framnäsområdet i Bollnäs. Båda husen  
var färdiga 1969. Tenstahuset är anslutet till fjärrvärme. Det har FT-  
ventilation med förvärmad tilluft (utan värmeväxling) och varmvat-  
tenradiatorer utan termostat, ventiler men med framledningstemperatu-  
ren reglerad av utetermostat. Bollnäshuset energiförsörjes med el.  
Det har FT-ventilation med förvärmad tilluft och med regenerativ vär-  
meväxling mellan från- och tilluft samt elradiatorer med termostat-  
ventiler.

Syftet med första delen av undersökningen var att fastställa hur ener-  
gin utnyttjades i de båda husen och dess fördelning på värme, ventila-  
tion, varmvatten, hushållsel osv. Den skulle också utgöra underlag för  
den andra delens studier rörande energibesparande åtgärder. Hypotesen  
var nämligen att man genom vissa åtgärder borde kunna sänka energiåtg-  
ången utan att boendekomforten nämnvärt ändrades.

Valet av objekt har således skett från helt andra synpunkter än repre-  
sentativitet, vilket här med skärpa påpekas. Detta utesluter emeller-  
tid inte att resultaten kan gälla för många bebyggda områden från  
sextiotalets slut.

### 5.2. ENERGIBESPARING

#### 5.2.1 Värme och ventilation

I Tensta vidtogs följande åtgärder i syfte att nedbringa energiåtgången:

- injustering av radiatorsystemen i kv. Stadinge
- injustering av ventilationssystemen i kv. Stadinge

sänkning av rumstemperaturen från 23 till 21°C  
 minskning av tilluften med 50% och frånluften med  
 med 30% i hus 42 och med 50% resp. 0% i övriga  
 hus i kv. Stadinge

Vid +2.2°C ute dvs. medeltemperaturen under uppvärmningssäsongen sänktes enligt avsnitt 4.1.1 dygnsmedeleffekten i hus 42 från 101.3 kW 1971/72 till 59.6 kW 1973/74, dvs. med 41%. Härav svarar

Inreglering och sänkt rumstemperatur för	26.6 kW = 26%
varav minskad vädring och ofrivillig	
ventilation	(19.1 kW = 19%)
Minskad ventilation för	15.1 kW = 15%

Detta är förvånansvärt mycket. Inom hela kv. Stadinge var minskningen mindre. Inklusivt varmvatten var minskningen vid + 2.2°C ute enligt FIG.24 c:a 22% mot 37% för hus 42 (FIG.23).

Kv. Stadinge som helhet ligger enligt Stockholms Energiverk endast 3% över specifika medelförbrukningen för samtliga fjärrvärmeabbonenter i Tensta och Rinkeby.

Den slutsats man kan dra är att åtgärderna i Tensta gav för hus 42 i kv. Stadinge en minskad energiåtgång för värme och ventilation med drygt c:a 40%, varav den minskade tilluftsventilationen svarade för c:a 1/3. Enligt intervjuundersökningen har inte åtgärderna inverkat på åsikten om ventilationen, men hälften av hyresgästerna tycker att det blivit för kallt (c:a 20.5°C). Inom hela kv. Stadinge var minskningen i energiåtgången för värme och ventilation c:a 20%.

I Bollnäs har ingen annan åtgärd vidtagits betr. värme och ventilation än att man sökt förregla radiatortermostaterna. Detta har till stor del misslyckats och innetemperaturen har sänkts mindre än en grad och var på våren 1974 23°C. Besparingen var c:a 5%.

### 5.2.2 Varmvatten

Informationen om varmvattenbesparing genom ändrade diskvanor har uppenbarligen inte satt några påtagliga spår efter sig varken i Tensta eller i Bollnäs. När oljekrisen i maj upplevdes vara helt över, så återgick man till ungefär samma förbrukningar som 1971/72.

Den allmänna sparkampanjen sammanföll med den speciella informationen i Tensta och effekten kan därför ej utläsas där. I Bollnäs, där den speciella informationen gjordes den 16 januari 1974 kunde ingen minskning på grund av den allmänna kampanjen skönjas.

I Tensta uppnåddes emellertid under december och januari en betydande besparing - c:a 40%. Under julen var besparingen hela 55%. Att detta var en följd av den allmänna sparkampanjen, av massmedia och av den speciella informationen är otvetydigt. Minskningen under februari var 30% och i mars 20%. I maj var man huvudsakligen tillbaka i de ursprungliga förbrukningarna.

I Bollnäs hade man under en vecka sänkt varmvattentemperaturen till endast +30°C. Då sjönk energiåtgången för varmvatten med 28% på grund av ändrade vanor bl.a. dusch istället för bad utan att hushållselförbrukningen ökade. Under några veckor efter det att varmvattentemperaturen åter höjts kvarstod en minskning av 15%.

Besparingen i Bollnäs var betydligt lägre än i Tensta, men i gengäld var förbrukningen under vintern 1971/72 lägre i Bollnäs än i Tensta. Under vintern 1973/74 var man dock i Tensta nere i veckoförbrukningar på 50-60 kWh/läg, medan man i Bollnäs ej kom under 70 kWh/läg.

### 5.2.3 Hushållsel

Energibesparingen av hushållsel började i december. I Tensta uppnådde man från slutet av december och till mitten av mars besparingar på c:a 20%, medan besparingen i Bollnäs var c:a 10% under samma tid. Innehavet av frysboxar och frysskåp hade i Bollnäs ökat kraftigt mellan 1971/72 och 1973/74, vilket kan förklara den mindre besparingen.

En viss kvarstående besparingseffekt kvarstår i varje fall t.o.m. maj månad.

### 5.3. SLUTSATSER

Följande slutsatser kan dragas av de redovisade undersökningarna:

1. Besparingar på varmvatten och hushållsel kan åstadkommas med spar-kampanjer under krissituationer. På varmvattensidan kan besparing-ar på 20-40% erhållas och på hushållsel 10-20%. Effekten försvinner snabbt efter det krisen upphört.
2. I mäthuset i Tensta erhöles ca 40% lägre energiåtgång för värme och ventilation efter vidtagna åtgärder. Dessa var inreglering av radiatorsystemet och viss justering av ventilationssystemet, sänkning av rumstemperaturen från genomsnittligen 23°C till 21°C samt sänkning av tilluftsflöde till hälften. Åtgärderna vidtogs i hela kv. Stadinge. Frånluften ströps dessutom 30% i mäthuset men ej i övriga hus i kv. Stadinge. I kvarteret som helhet blev energibesparingen för värme och ventilation ca 20%. Av besparingen svarade svarade reduktionen i tilluften för 1/3 samt lägre temperatur och minskad vädring för resten. Hyresgästernas åsikt om ventilationen förändrades ej av det sänkta tilluftsflödet. Hälften av hyresgästerna ansåg +20.5°C för kallt.
4. Besparingen under "normala tider" synes ej kunna erhållas på hushållsel och varmvatten. På värme- och ventilationssidan synes en central styrning vara nödvändig för energihushållning. Inreglering och justering i kombination med noggrant styrd framledningstemperatur (med utetermostat) har visat goda resultat.
5. I Bollnäs försökte man förregla radiatortermostaterna, men detta lyckades ej. Någon nämnvärd frivillig sänkning av rumstemperaturen erhöles ej - under krisen var rumstemperaturen ej lägre än +22.8°C i genomsnitt.
6. Undersökningen är ett pilotprojekt som behöver följas upp med vidare undersökningar på andra fastigheter.

## 6. LITTERATUR

Berglund, K & Thorslund, M, 1974, Åsikter om energibesparande i samband med oljekrisen 1973/74 - en intervjuundersökning i Bollnäs och Tensta, Stockholm, maj 1974, stencil (finns tillgänglig på Statens råd för Byggnadsforskning)

Byggnadsenergigruppen, 1974, Energianvändning i byggnader (Statens råd för Byggnadsforskning) Rapport R10:1974, Stockholm.

## BILAGA 1 DATA FÖR TENSTA- OCH BOLLNÄSHUSEN

I nedanstående tabeller har samlats en del data för dels hus 42 i kv. Stadinge i Tensta, dels hus B i Framnäsområdet i Bollnäs.

TAB.1.1 Tensta. Byggnadsdata för hus 42 i kv. Stadinge

Hustyp	2-vånings lamellhus med souterrängvåning
Yttervägg	Sandwichelement av betong
Yttervägg, k-värde	0.37 W/m <sup>2</sup> °C
Vindsbjälklag, k-värde	0.29 W/m <sup>2</sup> °C
Fönster	2-glas
Lägenhetsyta (ly)	2 420 m <sup>2</sup>
Uppvärmad yta (uy)	2 760 m <sup>2</sup>
Antal lägenheter	35

TAB.1.2 Tensta. Värmeanläggningen i hus 42 i kv. Stadinge

Uppvärmningsform	Fjärrvärme
Värmeväxlare (3-steps- kopplad)	Parca typ Kv 8
Temperatur på primärsidan	120 - 70
Temperatur på sekundärsidan	80 - 60
Märk effekt	930 kW (ca 8.2 kW/lgh)
Dimensionerad effekt	770 kW
Radiatorer	AGA typ MP, MR, PL, N
Effektstyrning	Klimatkompensator

Anm. Värmeväxlaren är dimensionerad för transmissions- och ventilationsförluster i 6 hus.

TAB.1.3 Tensta. Varmvatteninstallationen i hus 42 i kv. Stadinge.

Varmvattenberedare	Parca typ UA260/8 x 23
Temperatur på primärsidan	75 <sup>0</sup> - 25 <sup>0</sup> C (sommarfallet)
Temperatur på sekundärsidan	5 <sup>0</sup> - 40 <sup>0</sup> C
Dimensionerad för	215 lgh/300 lit per min

TAB.1.4 Tensta. Ventilationsanläggningen i hus 42 i kv. Stadinge.

Ventilationssystem	Från- och tilluft (FT)
Tilluftsggregat	SFs typ ALDA
Frånluftsfläkt (takfläkt)	SFs typ STOD (6 st)
Eftervärmning	Vattenbatterier
Projekterat tilluftsflöde	4 725 m <sup>3</sup> /h
Uppmätt tilluftsflöde	4 120 m <sup>3</sup> /h
Projekterat frånluftsflöde	5 910 m <sup>3</sup> /h

TAB.1.5 Tensta. Installationsstandard i hus 42 i kv. Stadinge.

Kyl- och svalskåp	35 lgh
Frysbox (enl. undersökn.)	10 lgh
Tvättmaskiner (enl. undersökning)	19 lgh
Diskmaskin	3 lgh



TAB.1.6 Bollnäs. Byggnadsdata för hus B i Framnäsområdet.

Hustyp	2-vånings lamellhus med souterrängvåning
Yttervägg	1/2-stens fasadtegel, reglar och isolering
Yttervägg, k-värde	0.27 W/m <sup>2</sup> °C
Vindsbjälklag, k-värde	0.17 W/m <sup>2</sup> °C
Fönster	2-glas
Lägenhetsyta (ly)	1 788 m <sup>2</sup>
Uppvärmad yta (uy)	2 167 m <sup>2</sup>
Antal lägenheter	28

TAB.1.7 Bollnäs. Värmeanläggningen i hus B i Framnäsområdet.

Uppvärmningsform	Elvärme
Dimensionerad effekt	105 kW
Installerad effekt	118.6 kW
Radiatorer	Siemens typ P2 T6 L (M)
Effektstyrning	Inbyggd termostat (on-off)
Effektsteg	4 steg (ej grundvärme)

TAB.1.8 Bollnäs. Varmvatteninstallationen i hus B i Framnäsområdet.

Varmvattenberedare	Thermia typ 17 VL
Volym	5 000 liter
Max effekt	5 x 12 kW (fom 71-11-31 3x15 kW)
Inkoppl av max effekt	k1 21.00 - 07.00
Inkoppl av reducerad effekt (1 x 12 kW)	k1 09.00 - 11.00, 13.00 - 15.00 17.00 - 21.00

Anm. Ackumulerande system utan VVC-ledning

TAB.1.9 Bollnäs. Ventilationsanläggningen i hus B i Framnäsområdet.

Ventilationssystem	Till- och frånluft
Tillluftsaggregat	ARs typ CSB-30 och CSB-19
Frånluftsfläkt (takfläkt)	ARs typ SLC (2 st)
Förvärmning, värmeväxlare	Regenerativ
Eftervärmning	Elbatterier mellan 13 °C och 19 °C samt radiatorer
Projekterat tilluftsflöde	3 500 m <sup>3</sup> /h
Uppmätt tilluftsflöde (jan -72)	3 360 m <sup>3</sup> /h
Projekterat frånluftsflöde	3 920 m <sup>3</sup> /h
Uppmätt frånluftsflöde (jan -72)	3 490 m <sup>3</sup> /h

TAB.1.10 Bollnäs. Installationsstandard i hus B i Framnäsområdet.

Skafferikylskåp	8 lgh (1:or)
Kyl- och frysskåp	20 lgh
Frysbox (enl undersökn)	1 lgh
Tvättmaskiner (enl under- sökning)	9 lgh
Torkskåp	20 lgh (samtliga)

BILAGA 2      INFORMATION ANGAENDE VARMVATTENSPARANDE

De boende i mäthuset i Tensta (hus 42) och Bollnäs (hus B) informerades i början av december månad 1973 om hur man genom olika disksätt kunde spara varmvatten. Man delade ut dels ett brev, där hyresgästerna ombads medverka genom att använda varmvattenbesparande diskmetod, dvs. diska i upptappat vatten, dels en handledning utarbetad av Konsumentverket. Brevet och handledningen återfinnes på följande sidor.

Vid intervjuundersökningarna, i Tensta under tiden 14-17 december 1973 och i Bollnäs under tiden 18-28 januari 1974, utfrågades hyresgästerna om sina erfarenheter av de förändrade disksätten. Därvid uppgav sig 27 hushåll i Tensta och 26 hushåll i Bollnäs ha fått informationen.

Enligt Berglund & Thorslund (1974) var hyresgästernas diskvanor före och efter informationen såsom TAB.2:1 och TAB.2:2 visar för Tensta resp. Bollnäs. Hushållens åsikt om de nya diskvanorna visas i TAB.2:3. Man kan se att av de hushåll, som ändrat diskvanor har flertalet angivit att de inte upplever någon direkt nackdel av förändringen.

Till hyresgästerna i hus 42, kv Stadinge

Vill Ni hjälpa oss att visa att det går att spara energi?

Som Ni säkert känner till studerar vi Ert hus ur energisynpunkt sedan två år. Samtidigt studerar vi ett elvärt flerfamiljshus i Bollnäs.

Nu har vi speciellt börjat granska varmvattenförbrukningen, som normalt tar en tredjedel av energiförbrukningen i ett bostadshus. Tidigare trodde vi att baden svarade för den största åtgången, men vi misstänker nu att det i stället är disken.

Många diskar under rinnande vatten utan att reflektera över hur mycket varmvatten - och därmed olja - som går åt. En disk med både diskning och sköljning i rinnande varmvatten tar faktiskt lika mycket som ett bad. Det betyder ungefär en liter eldningsolja.

Om man i stället diskar och sköljer i upptappat vatten blir åtgången bara femtedelen så stor.

Vill Ni hjälpa oss med ett experiment?

Vi ber Er, som nu diskar i rinnande vatten, att åtminstone för en tid börja diska i upptappat vatten. Vi kommer att studera effekten på varmvattenförbrukningen.

Om minskningen i åtgången blir så stor som vi väntar oss, kommer detta att ge ett värdefullt underlag för den statliga kampanjen för energibesparing som pågått sedan någon tid.

Vi bifogar en "Tätty" gummiplatta (avsedd att läggas i skölj-hon) samt praktiska anvisningar som utarbetats tillsammans med Konsumentverket.

BYGGNADSENERGIGRUPPEN

*Johannes Hämler*  
Johannes Hämler

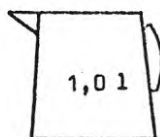
DISKA RÄTT - SPARA ENERGI

Disk i rinnande vatten tar en liter olja

Det finns åtminstone tre sätt att handdiska på. Nu när det är oljebrist bör man välja det sätt som kräver minst energi:

1. Diskning och sköljning i rinnande varmt vatten.

Alt. 1



Upp till 150 liter 40-gradigt vatten (= ett bad) motsvarar ca en liter eldningsolja.

2. Diskning i upptappat vatten och sköljning i rinnande varmt vatten.

Alt. 2



En halv liter olja.

3. Diskning och sköljning i upptappat vatten.

Alt 3



Två deciliter olja.

(Alternativet att skölja i rinnande kallvatten är likvärdigt med 3. både med hänsyn till diskresultat och energiåtgång. Emellertid går det åt mer vatten - och vattenförbrukningen till en normallägenhet kostar lika mycket som uppvärmningen.)

Om landets 3,5 miljoner hushåll varje dag diskade i upptappat vatten i stället för rinnande, så skulle vi kunna spara så mycket som en miljon ton olja om året. Den svenska oljeimporten var 1972 ca 30 miljoner ton.

Gör så här vid disken:

- Grovrengör de kraftigt smutsade artiklarna under rinnande kallt vatten. Stapla dem på diskbänken.
- Tappa upp legom varmt vatten i diskhon och sköljhon. (Den bifogade "Tätty"-gummiplattan är tillräckligt stor för att sluta till sköljhons bottensil.)
- Sätt till diskmedel - tag gärna en droppe även i sköljvattnet. Det underlättar avrinningen och gör att disken torkar fortare.
- Diska, skölj och sätt upp i torkställ. Arbeta alltid i en följd - från vänster till höger eller tvärt om.

Det är inte ohygieniskt

Diskning i upptappat vatten ger i de flesta fall bättre resultat än disk under rinnande vatten, som inte tillåter legom dosering med diskmedel. Vid stordisk: byt vatten en eller flera gånger. Det spar ändå mycket energi jämfört med disk under rinnande vatten.

Låt aldrig varmvatten rinna

- Tänk på att stänga av varmvattenkranen medan ni gör ren bord och bänkar i köket.
- När man duschar bör man stänga av vattnet medan man tvålar in sig.
- Lägre vattentemperatur minskar energiförbrukningen.

TAB.2:1 Disksätt i mäthuset före och efter informationen. Tensta.

Disksätt före informationen	Disksätt efter informationen			
	Diskar och sköljer i rinnande vatten	Diskar i upptappat och sköljer i rinnande vatten	Diskar och sköljer i upptappat vatten	Totalt
	I	II	III	
I Diskar och sköljer i rinnande vatten	1	2	2	5
II Diskar i upptappat och sköljer i rinnande vatten	0	5	13	18
III Diskar och sköljer i upptappat vatten	0	0	3	3
Använder diskmaskin	0	1	0	1
Totalt	1	8	18	27

TAB.2:2 Disksätt i mäthuset före och efter information. Bollnäs.

Disksätt före informationen.	Disksätt efter informationen			
	Diskar och sköljer i rinnande vatten	Diskar i upptappat och sköljer i rinnande vatten	Diskar och sköljer i upptappat vatten	Totalt
	I	II	III	
I Diskar och sköljer i rinnande vatten	1	0	0	1
II Diskar i upptappat och sköljer i rinnande vatten	0	6	9	15
III Diskar och sköljer i upptappat vatten	0	1	9	10
Totalt	1	7	18	26

TAB.2:3 Hushållens åsikt om de nya diskvanorna.

Svar	Besvärligare att diska				Disken blir lika ren			
	Tensta		Bollnäs		Tensta		Bollnäs	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Ja	2	12	2	22	15	88	7	78
Nej	15	88	7	78	2	12	2	22
Totalt	17	100	9	100	17	100	9	100



BILAGA 3 KALENDARIUM ÖVER AKTIVITETER I SAMBAND MED OLJEKRISEN 1973-74

Nedanstående kalendarium är hämtat ur tidskriften Det Ekonomiska Försvarret 1974.

1973

- 6 okt Kriget i Mellersta Östern bryter ut
- 8 " Översyn av beredningsplanläggningen. Särskild grupp tillsätts inom Handelsdepartementet för kontroll av ransoneringsförberedelserna
- 9 " Sammanträde i Försvarsrådet bl.a. rörande läget i Mellersta Östern och oljesituationen i världen för övrigt
- 15 " Ransoneringsförberedelser diskuteras av ÖEF m.fl.
- 17 " OAPEC beslutar om oljebojkott mot vissa länder. 5% månatlig nedskärning av oljeproduktionen  
Överläggningar inom ÖEF om uppläggningsplanen av en ev. sparkampanj på energiområdet i syfte att minska oljeförbrukningen med ca 15%
- 19 " Anmälningsskyldighet införs beträffande prishöjningar på motorbensin, motorbränsolja och eldningsolja
- 22 " Vapenstillestånd i Mellersta Östern
- 26 " Handelsdepartementet och Svenska Petroleum Institutet (SPI) sammanträder angående oljeförsörjningsläget
- 31 " ÖEF skickar ut inbjudan om överläggningar till företrädare för myndigheter, berörda branschorganisationer m.fl.
- 4 nov OAPEC beslutar genomföra 25% nedskärning och fortsatt månatlig minskning med 5%
- 5 " ÖEF och Handelsdepartementet diskuterar kampanjuppläggning, kostnader etc.
- 6 " Fortsatta diskussioner om sparkampanjen i vilka även Nämnden för samhällsinformation (NSI) deltar  
OAPEC beslutar inställa den 5-procentiga nedskärningen för december p.g.a. uttalande från EG:s ministerråd
- 7 " Överläggningar i Industrihuset med företrädare för inbjudna myndigheter, berörda branschorganisationer m.fl. Huvudkommitté och specialkommittéer skall bildas. Oljekrisens bakgrund tecknas. ÖEF:s förslag till kampanjuppläggning och riktlinjer

- presenteras i ord och bild. Förslaget godtas av samtliga närvarande. Presskommuniké från ÖEF överlämnas till press, radio och TV. Presskonferens
- Nationella oljegruppen med representanter för bl.a. Handelsdepartementet, ÖEF, SPI och oljebolagen sammanträder
- 8 nov ÖEF hemställer hos Kungl Maj:t om 4 240 000 kr för att kunna genomföra den landsomfattande sparkampanjen
- Handelsdepartementet lämnar annonsbyråuppdraget till ARE-bolagen
- ÖEF föreslår att ett cirkulär utfärdas om hushållning med energi inom den statliga sektorn
- 9 " Sammanträde mellan handelsministern och Statens pris- och kartellnämnd (SPK) angående oljeföretagens förslag till prishöjningar på olja
- 15 " ÖEF m.fl. redovisar försörjningsläget för handelsministern
- 16 " Genom konseljbeslut beviljar regeringen 4,2 milj kr till kampanjen. Kungl Maj:t utfärdar cirkulär till statsmyndigheterna om största sparsamhet vid energiförbrukning
- Proposition om allmänna ransoneringslagen, allmänna förfogandelagen, elransoneringslagen. Exportlicenser införs för olja och oljeprodukter
- 19 " Tillfällig enhet för sparkampanjen bildas hos ÖEF
- 20 Presskonferens på Handelsdepartementet. Sparkampanjen mm presenteras. ÖEF:s pressmapp överlämnas med följande pressunderlag:
- Pressmeddelande 1973-11-20  
"SPARKAMPANJ - ENERGI"
  - Avdrag av kampanjannons ingående i den annonskampanj som startar den 22 november
  - "Faktablad - ENERGI" sammanställt av ÖEF:s bränslebyrå
  - Pressunderlag från branschorganisationer m.fl. som berörs av besparingskampanjen
  - De nummer av ÖEF:s tidskrift "Det Ekonomiska Försvaret" som innehåller specialartiklar om elransoneringen 1970, oljan och gasen
- 22 " Annonskampanjen börjar i landets dagstidningar enligt s.k. totalitetsprincipen. Annonser i tabloidformat
- Informationsbladet till hushåll resp. ägare av villor och jordbruksfastigheter börjar tryckas (ca 3 720 000 ex)

- Överläggningar i Oslo mellan de nordiska försörjningsminist-  
rarna om oljesituationen
- 26 nov ØEF redovisar försörjningsläget för Handelsdepartementet
- 27 " Presskonferens på Handelsdepartementet. 25% kvotering av eld-  
ningsolja, upprättande av fördelningskontor mm. Information  
till allmänheten om den planerade ransoneringen i januari 1974.  
Frivillig begränsning av reklambelysning  
I ØEG:s informationsblad meddelas kommittéernas sammansättning  
mm.
- 28 " Lägesrapport beträffande sparkampanjen upprättas (annonsering,  
trycksaker, presskontakter, specialkommittéerna etc.)
- 29 " Centrala driftledningen (CDL) startar elsparkkampanj
- 30 " Pressrelease med bl.a. lägesrapporten
- 5 dec Arbetsplatsaffischen börjar tryckas i ca 290 000 ex. Special-  
annons till bilister
- 6 " Presskonferens. Statsministern m.fl. informerar om beslutade  
kort- och långsiktiga åtgärder:  
a) försörjningsberedning  
b) energipolitisk delegation  
c) energiråd  
d) SPK bemyndigas att fastställa maximipriser  
e) 200 milj kr ställs till ØEF:s förfogande för inköp av olje-  
produkter  
f) clearingsavgift (ev)  
g) ransoneringskort för bensin och motorbrännolja sänds ut  
Annonsering i konsumentfackpress börjar  
Presentation av sparkampanjen inför Svenska marknadsförbundet
- 9 dec OAPC-beslut om genomförande av den tidigare planerade 5-pro-  
centiga produktionsnedskärningen i januari 1974
- 10 " Överenskommelse mellan regering och oljebolag om ändrad kvote-  
ringsbas för eldningsolja. Bensintilldelningen blir 100 l stan-  
dardranson, som skall räcka 7 veckor
- 11 " Försvarsrådet sammanträder  
ØEF sammanträder med inbjudna organisationer för att samordna  
upplysningar till allmänheten. Bilaffischen trycks (ca 35 000  
ex)

- Volvo inför 4-dagarsvecka efter den 7 januari 1974
- 12 dec Pressrelease angående sparresultatet
- 13 " Huvudkommittén sammanträder
- 14 " Allmänna ransoneringslagen etc. i tillämpning  
Bränslenämnden (BrN) och Elransoneringsnämnden (SERN) tillsätts
- 15 " Annonsering i populär- och motorpress
- 16 " Allmän beredning inom regeringen om försörjningsläget
- 17 " BrN har sitt första sammanträde och redovisar för försörjningsberedningen dels försörjningsläget, dels förslag till tilldelningsramar och ransoneringsperiodens längd för bensin och motorbrännolja
- 18 " Pressrelease med ÖEF:s tidskrift Det Ekonomiska Försvaret 1973: 3-4, där bl.a. sparkampanjen presenteras och oljelagringen behandlas  
Presskonferens: Allmänheten informeras om de ransoneringsåtgärder som BrN och SERN avser att vidta i början av januari. Tillförseln av bensin, dieselolja och lätta eldningsoljor beräknas minska med 15%, 22% resp. 25% under december, januari och februari
- 19 " Statsministerns radio- och TV-tal med anledning av oljekrisen
- 21 " Pressrelease med spartips
- 24 " OAPEC beslutar höja produktionen 10%, dvs. produktionsbegränsningen blir 15% jämfört med september 1973
- 28 " Ytterligare 100 milj kr ställs till ÖEF:s förfogande för inköp av oljeprodukter  
Kungörelse mm om clearing för oljeprodukter  
Nordiskt ministermöte i Stockholm om energiproblemen
- 1974
- 2 jan Elrestriktioner införs
- 3 " BrN redovisar försörjningsläget för handelsministern
- 4 " Proposition om rörlig kredit (2 000 milj kr) för oljeköp
- 8 " Oljeransonerung införs
- 10 " Pressrelease med inbjudan till teckningstävling för att stimulera energisparandet
- 25 " Proposition om bestämmelser för ransonerung av stadsgas mm  
proposition om rörlig kredit för oljeclearing

- 29 jan Pressrelease med de 20 segrarna i teckningstävling (första och andra pristagarna meddelas senare)
- 30 " Drivmedelsransoneringen upphör  
Förbuden mot bilvärmare och vissa ljusskyltar upphävs
- 31 " Tillfälliga enheten för sparkampanjen upphör
- 5 febr Beslutas att ransonering av eldningsolja skall fortsätta även under mars-april, men att ransoneringsgraden skall sänkas från 25 till ca 20%
- 6 " Restriktionerna för gatu- och vägbelysning upphävs
- 15 " Upphävs övriga restriktioner för elförbrukning, bortsett från extra element och elektriska ångpannor  
Pressrelease med första och andra pristagarna i teckningstävling
- 7 mars Sista elrestriktionerna upphävs. Beslut om att ransoneringen av eldningsolja, fotogen och nafta skall upphöra fr.o.m. den 15 mars. Frivillig kvotransonering av gasol kvarstår dock även efter denna tidpunkt
- 25 april Den enda kvarvarande ransoneringsföreskriften på energiområdet upphävs. Det gäller den frivilliga kvotransoneringen av gasol
- 30 " Clearingsavgiften slopas

BILAGA 4 UPPMÄTTA DYGNSEDELVÄRDEN PÅ RADIATOR- OCH LUFTFÖRVÄRM-  
NINGSENERGI SAMT UTE- OCH INNETEMPERATUR I TENSTA OCH  
BOLLNÄS 1971/72 och 1973/74 (DEC-MAJ)

I TAB.4.1 visas för hus 42 i kv. Stadinge, Tensta uppmätta dygnsmedelvärden för ute- och innetemperatur ( $^{\circ}\text{C}$ ) samt radiatorenergi och luftförvärmningsenergi kWh/läg per dygn. Man kan anpassa dessa värden till sambanden

$$\text{radiatorenergi} \quad R = a_1 \bar{t}_u + b$$

$$\text{luftförvärmningsenergi} \quad L = a_2 \bar{t}_u + b_1$$

där  $\bar{t}_u$  är den utetemperatur som gäller för dygnet med den uppmätta energin. Konstanterna a och b bestäms så att felet enligt minsta kvadratmetoden blir minimerat. I nedanstående tabell visas konstanterna dels för alla mätvärden januari-maj under 1972 resp. 1974 dels för mätvärden inom resp. månad.

Tensta

Månad	R (kWh/läg,dygn)				L (kWh/läg,dygn)			
	1972		1974		1972		1974	
	$a_1$	$b_1$	$a_1$	$b_1$	$a_1$	$b_1$	$a_1$	$b_1$
Januari	-1.595	51.33	-1.391	33.39	-1.015	25.82	-0.559	10.70
Februari	-1.790	48.79	-1.422	32.22	-0.795	23.81	-0.538	10.97
Mars	-3.000	47.10	-1.456	30.97	-0.608	23.48	-0.648	11.37
April	-0.987	42.71	-1.311	28.83	-1.144	25.05	-0.600	11.18
Maj	-1.584	42.74	-1.196	26.41	-1.290	26.68	-0.517	10.74
Januari-maj	-2.162	47.77	-1.688	31.97	-1.064	24.44	-0.609	11.78

I FIG.4.1 är sambanden (regressionslinjerna) för samtliga mätvärden upp- ritade.

För Bollnäs blir sambanden för mätvärden januari-maj följande

$$\begin{aligned} \text{Bollnäs 1972} \quad R &= 19.96 - 1.187 \bar{t}_u \\ L &= 5.78 - 0.294 \bar{t}_u \end{aligned}$$

Bollnäs 1974

$$R = 18.78 - 1.111 \vartheta_u$$

$$L = 7.85 - 0.225 \vartheta_u$$

Dessa är uppritade i FIG.4.2.

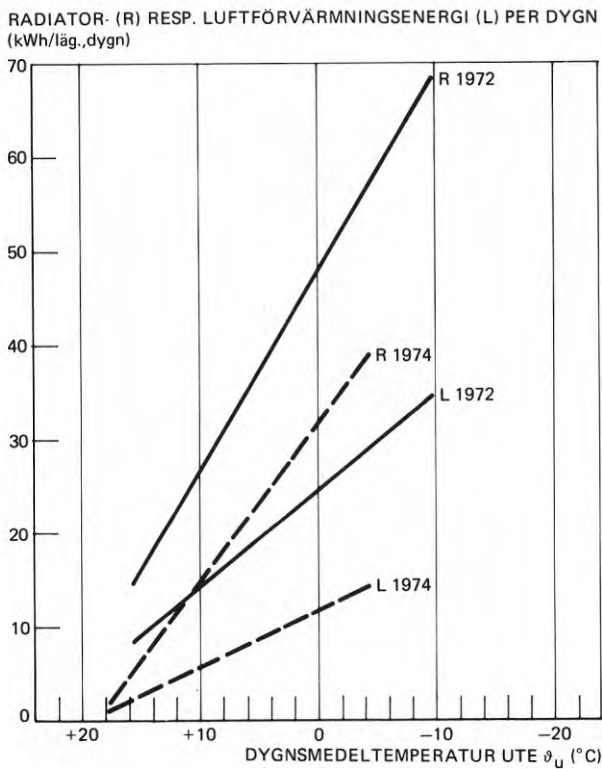


FIG. 4.1. Samband mellan radiatorenergi R resp. luftförvärmningsenergi L per dygn (kWh/lgh, dygn) och dygnsmedeltemperaturen ute  $\vartheta_u$  (°C) för Tensta.

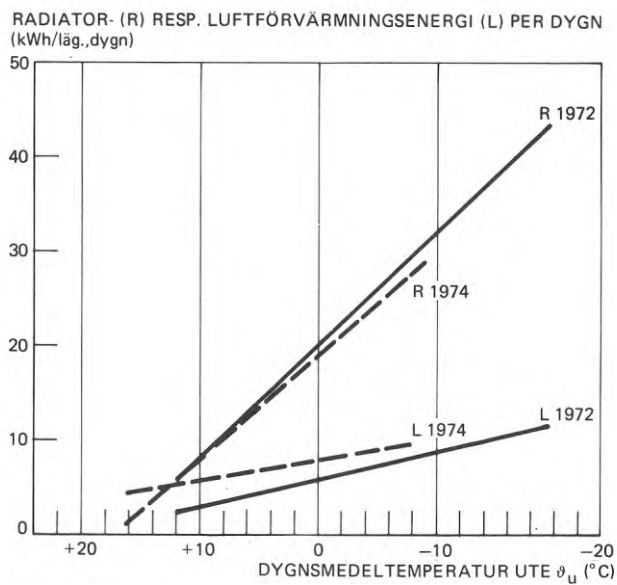


FIG. 4.2. Samband mellan radiatorenergi  $R$  resp. luftförvärmningsenergi  $L$  per dygn (kWh/läg., dygn) och dygnstemperaturen ute  $\theta_u$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) för Bollnäs.



TAB.4.1 Tensta. Dagnsmedelvärden för ute- och innetemperatur samt radiator- och luftfövärmingsenergi under december till och med maj 1971/72 och 1973/74.

Mån	Dag	1971/72				1973/74			
		Temperatur (°C)		Energi (kWh/läg)		Temperatur (°C)		Energi (kWh/läg)	
		Ute	Inne	Radiatorer	Luftvärmare	Ute	Inne	Radiatorer	Luftvärmare
12	1	+2,0	23,0	41,4	26,2	-	-	-	-
	2	-0,3	22,9	45,4	29,4	-	-	-	-
	3	-1,4	22,9	48,5	30,5	+0,7	21,7	-	10,0
	4	+2,8	23,0	44,3	25,5	-2,6	21,7	-	11,8
	5	+2,5	23,0	43,3	25,9	-8,1	21,4	-	14,9
	6	+2,1	22,9	43,5	26,5	-1,9	21,4	-	10,8
	7	+2,6	23,1	43,3	25,7	-8,1	21,3	-	14,6
	8	-4,6	23,1	55,9	33,6	-10,7	20,9	-	16,5
	9	-1,8	23,1	51,3	30,5	-11,2	20,9	-	16,5
	10	-2,4	23,1	51,0	31,3	+4,2	20,7	-	7,5
	11	-1,3	23,1	51,3	29,8	+2,9	20,8	-	8,7
	12	-3,9	22,9	53,7	33,7	-3,7	20,8	-	12,5
	13	-0,6	22,9	49,9	29,8	+1,1	20,5	-	9,8
	14	-0,3	22,9	46,7	29,0	+0,1	20,7	29,6	10,0
	15	+2,7	23,0	43,9	25,8	-8,8	20,8	38,6	15,1
	16	+4,2	23,2	42,6	23,2	-1,2	21,0	32,6	11,1
	17	+2,7	23,2	43,4	25,2	-3,1	20,5	32,2	11,9
	18	+5,8	23,3	40,7	21,0	-7,5	20,4	38,7	14,3
	19	+0,3	23,2	46,7	27,7	-4,9	20,3	39,0	13,0
	20	+2,7	23,2	41,5	24,7	-5,9	20,4	43,1	13,9
	21	-	-	-	-	+1,4	20,5	36,1	10,0
	22	+1,0	23,3	46,4	25,2	+0,4	20,7	36,8	10,6
	23	+0,0	23,2	47,5	26,1	-0,4	20,9	35,3	10,9
	24	+4,1	23,3	41,4	21,6	+0,4	21,0	36,6	10,8
	25	+4,1	23,3	39,7	21,5	+0,9	21,1	36,1	10,3
	26	+5,7	23,3	36,9	19,9	+1,4	21,2	36,2	10,2
	27	+1,7	23,3	42,0	24,1	+5,1	21,2	29,9	7,5
	28	-0,8	23,1	47,7	26,7	+2,2	21,3	34,9	9,9
	29	-2,4	23,0	49,9	29,0	+5,4	21,4	28,4	7,4
	30	-5,4	23,0	53,3	32,5	-	-	-	-
	31	-4,6	22,9	52,0	32,3	+1,6	21,5	33,6	9,7
1	1	-6,3	22,6	(46,0)	34,2	-0,5	21,6	37,7	11,3
	2	-4,0	22,2	(41,9)	31,4	+0,1	21,5	33,8	11,0
	3	-1,0	22,2	47,9	27,3	+0,5	21,4	32,8	10,6
	4	-2,0	22,5	48,9	28,0	+1,8	21,3	30,3	10,1
	5	-3,8	22,8	53,9	30,3	+2,1	21,4	29,8	10,0
	6	-7,5	23,1	60,9	34,3	+2,2	21,4	30,7	9,7
	7	-5,8	23,0	57,9	32,4	+0,2	21,4	32,7	10,4
	8	-5,0	23,0	59,3	31,4	+0,0	21,3	32,7	10,4
	9	-4,1	23,2	58,6	30,4	+0,6	21,1	32,1	10,3
	10	-7,1	23,2	63,3	33,2	-0,1	21,0	33,0	10,8

Mån	Dag	1971/72				1973/74				
		Temperatur (°C)		Energi (kWh/läg)		Temperatur (°C)		Energi (kWh/läg)		
		Ute	Inne	Radiatorer	Luft- värmare	Ute	Inne	Radiatorer	Luft- värmare	
1	11	-7,2	23,0	62,8	33,3	-1,2	20,5	34,9	10,8	
	12	-3,5	23,0	59,7	30,0	-1,6	21,0	36,4	11,4	
	13	-8,2	20,0	58,4	(28,6)	+1,3	21,1	32,7	9,6	
	14	-3,8	23,0	59,3	28,2	+2,1	21,0	31,3	9,2	
	15	-4,7	23,1	60,5	29,3	+3,3	21,0	29,6	8,1	
	16	-4,3	23,2	59,9	29,2	+0,8	21,0	31,7	10,4	
	17	-4,6	23,1	59,8	30,7	+0,4	21,0	32,2	10,6	
	18	-5,8	23,1	63,1	31,7	+1,9	20,9	30,8	9,3	
	19	-4,1	23,2	60,5	29,7	+1,9	21,2	31,5	9,7	
	20	+0,0	23,2	51,7	25,8	-1,0	21,3	33,3	11,1	
	21	+0,7	23,3	51,4	25,1	+1,1	21,1	31,8	10,3	
	22	+0,6	23,4	50,9	25,3	-0,7	21,1	33,9	11,5	
	23	+1,7	23,5	48,0	24,2	-1,7	20,9	35,2	11,6	
	24	-0,9	23,4	52,8	26,8	+2,4	20,9	30,3	9,4	
	25	-2,3	23,3	55,3	28,3	+0,4	21,1	32,4	10,7	
	26	-3,0	23,2	57,5	28,5	+3,8	21,1	27,7	8,7	
	27	-5,5	23,2	60,4	30,9	+2,5	21,1	28,1	9,4	
	28	-8,6	23,2	65,2	34,0	+2,3	21,1	30,0	9,5	
	29	-9,5	23,1	68,4	34,5	+2,3	21,1	30,2	9,2	
	30	-5,9	23,2	62,4	31,3	+2,8	21,2	29,9	9,2	
	31	-2,6	23,3	57,7	26,7	+2,1	21,1	30,3	9,5	
	2	1	-3,6	23,2	60,5	26,3	+1,0	21,2	31,3	10,4
		2	-3,3	23,2	57,9	25,8	+1,5	21,1	30,0	10,1
		3	-0,5	23,3	54,7	23,4	+3,1	21,2	28,4	9,1
		4	-1,6	23,2	53,6	24,6	+3,7	21,1	27,7	8,8
		5	-3,1	23,2	54,7	26,2	+1,6	21,1	30,3	9,8
		6	-1,3	23,4	53,3	24,7	+0,8	21,0	31,1	10,3
		7	+0,4	23,5	49,4	22,8	-0,0	21,0	32,9	10,5
		8	-0,4	23,4	50,4	23,5	-3,7	20,9	38,4	12,3
		9	-3,8	23,5	55,3	27,3	-4,7	21,2	38,7	13,3
		10	-0,1	23,5	50,1	23,8	+1,6	21,2	30,1	10,0
11		-1,3	23,5	50,3	24,8	+3,8	20,6	27,7	8,8	
12		+0,5	23,4	46,8	23,0	+5,5	21,2	25,5	7,6	
13		+1,0	23,5	45,1	22,2	+2,0	21,2	30,2	9,9	
14		+0,9	23,4	45,2	23,0	+0,8	21,2	30,9	10,6	
15		+0,9	23,4	47,0	23,3	+2,4	21,1	27,7	9,8	
16		+0,8	23,4	48,6	23,7	+2,6	21,2	27,7	9,7	
17		+0,7	23,4	48,1	23,8	+1,8	21,2	28,3	10,2	
18		+0,3	23,3	48,7	24,3	-0,9	21,2	33,5	11,9	
19		-0,4	23,3	49,9	25,3	-1,7	21,4	34,7	12,0	
20		-0,9	23,3	48,7	25,8	-0,1	21,4	32,8	10,9	

Mån	Dag	1971/72				1973/74			
		Temperatur (°C)		Energi (kWh/låg)		Temperatur (°C)		Energi (kWh/låg)	
		Ute	Inne	Radiatorer	Luft- värmare	Ute	Inne	Radiatorer	Luft- värmare
2	21	+0,4	23,3	-	24,6	+3,3	21,2	27,7	9,1
	22	-1,2	23,4	45,9	26,0	+4,5	21,2	25,3	8,5
	23	-2,8	23,6	45,2	26,7	+0,2	21,2	31,3	11,4
	24	-1,1	23,8	46,8	25,1	+0,5	21,5	32,1	11,0
	25	+0,1	23,7	46,8	23,0	+1,7	21,6	29,2	10,2
	26	+0,3	23,5	52,3	22,8	+1,9	21,3	27,4	10,5
	27	-0,7	23,5	51,3	23,8	+0,1	20,5	31,8	11,5
	28	-1,2	23,4	50,9	24,2	-	-	-	-
	29	-1,9	23,5	50,2	24,9	-	-	-	-
3	1	-2,5	23,5	52,6	22,5	+0,4	21,3	31,9	10,9
	2	-3,2	23,5	52,2	22,9	+1,1	21,5	30,9	10,5
	3	-0,5	23,3	51,8	20,1	+0,2	21,4	31,3	11,4
	4	-0,1	23,2	56,0	19,1	+0,6	21,4	31,5	11,0
	5	-0,1	23,3	52,9	19,0	+0,2	21,4	31,7	11,4
	6	-0,7	23,2	58,3	16,8	+0,7	21,6	31,2	11,2
	7	-1,0	23,2	60,7	14,3	+0,3	21,7	31,9	11,2
	8	-1,3	23,1	51,2	23,9	-0,8	21,5	32,5	11,9
	9	-4,4	23,2	54,5	29,9	-0,7	21,6	32,3	11,8
	10	-6,9	23,2	59,1	32,2	-1,3	21,8	32,1	12,0
	11	-4,3	23,3	62,2	29,1	-0,4	21,9	31,4	11,3
	12	-0,5	23,4	50,4	24,7	-2,5	21,7	33,4	12,7
	13	+2,4	23,5	47,5	22,3	-1,2	21,6	31,4	11,7
	14	+1,5	23,5	67,6	23,7	-0,2	21,6	30,7	11,4
	15	+1,0	23,6	66,5	24,9	-0,6	21,5	31,1	11,7
	16	+2,9	23,8	44,9	22,6	+2,5	21,5	28,1	9,7
	17	+1,5	23,9	43,5	24,1	+1,4	21,5	28,7	10,4
	18	+1,1	23,6	29,3	24,9	+1,5	21,4	28,3	10,1
	19	+1,2	23,7	29,4	24,8	+1,5	21,3	28,3	10,5
	20	+3,8	24,0	22,6	21,8	+2,8	21,3	27,5	9,6
	21	+4,7	24,2	22,8	20,7	+0,9	21,2	30,6	10,8
	22	+5,2	24,1	23,1	20,4	+0,0	21,2	30,6	11,9
	23	+1,8	24,0	48,7	23,6	-0,1	21,5	30,2	11,9
	24	+2,5	24,0	45,8	23,2	+1,2	21,6	28,2	11,2
	25	-0,2	23,7	43,4	25,6	+1,7	21,5	27,2	10,4
	26	+0,9	23,6	29,8	24,4	+3,7	21,8	25,7	8,5
	27	+2,9	23,7	44,7	22,2	+3,8	22,0	25,4	9,1
	28	+1,0	23,6	30,0	24,3	+4,5	22,1	24,1	8,4
	29	+0,3	23,6	49,5	24,9	+4,0	22,1	24,5	8,3
	30	+0,6	23,4	49,5	24,9	+4,1	22,3	24,4	8,4
	31	+1,3	23,6	26,9	23,5	+6,1	22,4	21,5	7,1

Mån	Dag	1971/72				1973/74			
		Temperatur (°C)		Energi (kWh/läg)		Temperatur (°C)		Energi (kWh/läg)	
		Ute	Inne	Radiatorer	Luft- värmare	Ute	Inne	Radiatorer	Luft- värmare
4	1	-1,4	23,6	50,0	27,1	+5,3	22,4	23,0	7,8
	2	+2,0	23,5	36,4	23,1	+6,6	22,3	21,3	7,5
	3	+1,1	23,5	30,2	24,1	+6,2	22,2	21,2	7,7
	4	+3,7	23,7	23,3	21,1	+6,7	22,3	20,0	6,9
	5	+1,4	23,4	26,7	23,8	+8,4	22,2	18,4	5,8
	6	+5,7	23,6	32,5	18,5	+10,3	22,4	15,5	5,0
	7	+3,5	23,5	32,5	20,7	+10,1	22,7	15,9	4,7
	8	+2,5	23,5	44,7	22,5	+10,7	22,8	15,5	4,7
	9	+2,6	23,5	43,9	22,2	+3,5	22,6	23,5	8,7
	10	+3,2	23,5	43,6	21,7	+5,8	22,4	21,7	7,7
	11	+5,4	23,6	41,9	19,3	-2,0	22,0	32,2	12,2
	12	+6,0	23,8	39,6	17,8	+1,7	22,0	26,9	9,9
	13	+5,6	23,8	39,6	18,1	+2,2	22,1	25,6	9,2
	14	+4,1	23,8	40,3	19,3	+6,2	22,1	20,5	6,6
	15	+6,3	23,8	37,9	17,5	+5,9	21,9	22,4	7,2
	16	+4,5	23,7	41,0	19,5	+3,6	22,0	23,4	9,4
	17	+4,5	23,6	41,7	18,8	+6,3	21,9	21,3	7,9
	18	+1,4	23,5	47,7	20,2	+7,9	22,0	18,3	6,6
	19	-	-	-	-	+7,2	22,1	19,0	7,2
	20	-	-	-	-	+6,6	22,1	19,3	7,8
	21	-	-	-	-	+5,5	22,0	21,1	8,4
	22	+5,6	23,7	38,5	19,3	+3,2	22,0	24,3	9,8
	23	+2,1	23,7	42,3	24,0	+4,0	22,0	23,1	9,1
	24	-1,4	23,7	48,3	27,5	-	-	-	-
	25	+3,4	23,7	40,4	22,7	-	-	-	-
	26	+5,9	23,7	36,7	18,3	+4,2	22,0	22,4	9,0
	27	+0,6	23,4	44,8	24,2	+9,2	22,1	17,3	4,5
	28	+2,2	23,4	43,3	21,6	+9,3	22,4	15,4	5,8
	29	+5,3	23,5	38,3	19,3	+8,8	22,5	16,3	5,9
	30	+8,5	23,6	34,1	16,3	+8,8	22,6	16,7	6,2
5	1	+12,9	24,0	27,5	10,8	+8,5	22,6	17,4	6,2
	2	+12,8	24,2	26,7	11,5	+5,7	22,5	19,5	7,9
	3	+13,1	24,5	25,6	10,8	+3,1	22,5	23,7	9,5
	4	+13,7	24,6	24,3	10,1	+4,1	22,5	22,8	9,1
	5	+8,0	24,6	31,6	16,4	+6,5	22,4	20,1	7,4
	6	+7,1	24,4	31,7	18,3	+6,6	22,4	19,5	7,7
	7	+8,8	24,3	28,2	16,8	+5,6	22,3	20,5	8,0
	8	+5,5	24,1	33,6	19,6	+7,1	22,3	18,4	6,8
	9	+6,5	24,0	32,1	18,0	+9,5	22,4	14,7	5,5
	10	+5,5	23,9	33,2	18,9	+9,2	22,5	16,2	6,0

Mån	Dag	1971/72				1973/74			
		Temperatur (°C)		Energi (kWh/läg)		Temperatur (°C)		Energi (kWh/läg)	
		Ute	Inne	Radiatorer	Luft- värmare	Ute	Inne	Radiatorer	Luft- värmare
5	11	+7,0	23,8	31,9	17,3	+8,1	22,5	16,7	6,5
	12	+8,4	23,8	29,5	16,0	+9,3	22,5	16,3	5,9
	13	+5,3	23,8	33,9	19,6	+9,9	22,5	14,6	5,6
	14	+5,4	23,9	32,3	19,9	+11,3	22,7	12,4	4,8
	15	+6,3	23,7	32,5	19,4	+11,2	22,7	12,7	4,9
	16	+7,8	23,8	29,9	16,9	+17,0	23,2	(8,5) <sup>1)</sup>	2,5
	17	+9,8	23,9	29,2	15,7	+17,7	23,8	(8,3)	2,3
	18	+7,2	24,0	29,8	18,9	+11,1	23,6	12,0	4,9
	19	+9,9	24,0	25,9	15,7	+10,8	23,4	12,2	5,4
	20	+11,5	24,2	23,4	13,7	+11,2	23,3	11,5	5,1
	21	+9,6	24,3	24,8	16,3	+10,2	23,1	12,1	5,5
	22	+8,9	24,1	26,8	16,8	+13,0	23,1	9,3	4,0
	23	+12,3	24,3	22,1	12,4	+10,2	23,0	12,5	5,4
	24	+15,3	24,1	6,6	6,1	+11,8	23,0	11,0	3,3
	25	+9,6	23,6	-	12,1	+9,6	22,7	13,6	6,0
	26	+8,6	23,2	-	13,1	+10,2	22,6	14,0	5,5
	27	+10,7	23,1	-	10,6	+9,8	22,5	13,7	5,5
	28	+11,5	22,9	-	9,7	+10,3	22,5	13,5	4,8
	29	+10,9	22,7	-	10,1	+11,4	22,5	12,2	4,7
	30	+10,6	22,6	-	10,7	+13,5	22,6	11,1	3,8
	31	+10,3	22,5	-	11,0	-	-	-	-

1) uteslutits ur regressionsanalysen

TAB.4.2 Bollnäs. Dygnsmedelvärden för ute- och innetemperaturer samt radiator- och luftförvärmingsenergier under december till och med maj 1971/72 och 1973/74.

Mån	Dag	1971/72				1973/74			
		Temperatur (°C)		Energi (kWh/läg)		Temperatur (°C)		Energi (kWh/läg)	
		Ute	Inne	Radiatorer	Luft- värmare	Ute	Inne	Radiatorer	Luft- värmare
12	1	-	-	-	-	-17,6	23,1	39,5	12,1
	2	-	-	-	-	-13,1	22,8	39,9	11,7
	3	-	-	-	-	-3,7	23,3	36,1	8,9
	4	-	-	-	-	-8,7	23,7	34,5	9,5
	5	-	-	-	-	-11,8	23,8	34,4	11,4
	6	-	-	-	-	-4,6	23,8	35,5	9,2
	7	-0,1	23,5	26,6	3,7	-10,7	23,8	34,0	9,6
	8	-5,8	23,4	28,5	6,1	-18,6	23,6	34,1	11,7
	9	-4,0	23,3	29,5	4,4	-22,2	23,1	39,5	12,0
	10	-4,4	23,3	29,9	4,4	+4,4	23,4	35,7	8,0
	11	-1,8	23,4	29,7	4,1	-1,0	23,9	29,1	8,2
	12	-6,6	23,4	30,6	5,7	-6,7	24,0	29,8	9,8
	13	-4,9	23,3	31,8	4,5	-2,8	23,9	29,9	8,3
	14	-9,8	23,0	34,6	3,8	-4,5	24,2	28,0	7,9
	15	-3,0	23,0	32,9	3,3	-19,8	23,6	31,6	11,4
	16	+1,7	23,2	31,2	2,2	-6,8	23,3	34,0	9,7
	17	+0,3	23,3	30,4	2,8	-12,3	23,3	31,6	9,5
	18	+4,0	23,8	28,3	2,3	-13,5	23,1	32,2	10,3
	19	-3,0	23,5	29,7	3,5	-16,0	22,9	35,5	12,0
	20	-0,3	23,4	29,9	2,3	-17,1	22,7	38,4	12,1
	21	+4,4	23,6	26,9	1,7	-3,8	22,7	35,2	9,8
	22	-1,0	23,4	28,0	3,1	-1,0	23,4	28,9	8,5
	23	-4,0	23,2	29,3	3,5	-4,3	23,7	26,0	8,8
	24	+1,6	23,2	27,6	2,7	-9,8	23,4	27,9	9,1
	25	+0,1	23,2	28,5	2,8	-5,2	23,4	28,1	9,2
	26	+1,6	23,3	29,7	2,4	-4,0	23,6	27,0	9,0
	27	-0,3	23,4	28,6	2,7	+0,8	23,6	26,3	8,0
	28	-2,8	23,2	28,5	6,4	+1,0	23,9	24,0	8,1
	29	-7,5	23,2	29,6	9,6	+3,9	24,1	22,7	7,4
	30	-7,9	23,1	30,3	10,5	+3,9	24,2	22,2	7,0
	31	-6,6	23,2	30,6	9,8	+1,0	24,0	23,1	8,8
1	1	-9,7	23,0	31,9	10,4	-4,4	23,7	24,8	9,4
	2	-10,1	23,2	32,9	10,3	-2,8	23,4	25,0	9,5
	3	-11,4	23,1	34,0	10,7	-3,5	23,3	25,6	9,2
	4	-9,5	23,2	34,4	9,8	-0,4	23,3	25,4	9,0
	5	-5,5	23,4	33,4	8,1	-1,5	23,6	24,4	9,0

Mån	Dag	1971/72				1973/74				
		Temperatur (°C)		Energi (kWh/läg)		Temperatur (°C)		Energi (kWh/läg)		
		Ute	Inne	Radiatorer	Luft- värmare	Ute	Inne	Radiatorer	Luft- värmare	
1	6	-10,0	23,4	33,4	9,8	-0,1	23,7	24,7	9,1	
	7	-12,7	23,4	32,6	10,5	-1,4	23,7	22,9	9,0	
	8	-11,5	23,4	33,4	9,3	-1,7	23,6	24,1	9,1	
	9	-16,6	23,3	34,9	10,8	-0,9	23,5	25,5	9,0	
	10	-19,6	23,1	39,1	11,2	-0,3	23,5	24,0	9,1	
	11	-16,4	23,0	41,6	11,0	-2,4	23,4	23,3	9,1	
	12	-10,9	23,2	38,1	10,2	-2,7	23,3	24,8	9,0	
	13	-5,0	23,4	34,9	7,4	+0,2	23,4	23,2	8,1	
	14	-10,1	23,5	34,5	9,1	+1,1	23,4	20,1	3,4	
	15	-11,5	23,6	33,6	9,8	+1,7	23,3	16,3	3,1	
	16	-10,8	23,5	34,5	10,1	-2,1	23,0	17,1	3,8	
	17	-12,0	23,3	34,2	10,6	-8,5	22,6	22,0	9,3	
	18	-8,8	23,3	34,0	8,9	+1,5	22,4	21,1	6,1	
	19	-8,9	23,3	33,5	8,0	+1,0	22,7	19,7	3,7	
	20	-11,6	23,4	34,2	8,5	-3,7	22,6	21,3	4,3	
	21	-8,7	23,5	34,6	8,2	-1,9	22,4	21,1	4,1	
	22	-10,3	23,6	33,4	7,8	-5,9	22,4	22,0	4,6	
	23	-0,5	23,7	30,6	6,8	-3,8	22,3	23,8	4,3	
	24	-0,9	23,9	27,8	6,4	-1,0	22,4	21,2	4,8	
	25	-3,6	23,9	28,1	7,3	-5,3	22,5	22,9	4,0	
	26	-4,9	23,8	27,2	7,6	-4,6	22,5	22,5	4,0	
	27	-6,3	23,6	29,1	7,6	-1,0	22,6	22,1	3,9	
	28	-11,4	23,4	30,7	9,1	+0,8	22,8	21,7	8,7	
	29	-11,3	23,4	30,1	10,0	+0,8	22,8	21,1	8,8	
	30	-11,0	23,4	32,6	9,5	+0,9	22,8	20,1	9,3	
	31	-13,5	23,3	33,4	10,3	+2,5	22,8	18,9	8,7	
	2	1	-6,2	23,3	32,4	8,0	-2,2	22,7	19,1	10,4
		2	-6,6	23,5	30,6	7,6	+0,4	22,7	20,5	9,5
		3	-7,2	23,6	30,9	7,3	+2,3	22,9	18,2	8,3
		4	-3,5	23,8	28,6	5,9	-3,6	22,8	19,7	10,2
		5	-6,2	23,9	29,4	5,9	-0,7	22,7	22,1	8,7
6		-5,6	23,8	28,1	5,9	-	-	-	-	
7		-4,5	23,7	28,5	5,1	-3,7	22,7	21,5	9,2	
8		-6,6	23,5	29,5	5,3	-4,1	22,6	23,4	9,4	
9		-9,1	23,5	30,5	7,0	-7,9	22,5	23,9	10,9	
10		-3,7	23,6	28,1	6,8	-4,2	22,4	24,5	10,5	
11		-3,4	23,7	26,5	6,0	+1,5	22,6	22,4	8,3	
12		-2,6	23,8	25,9	5,6	+4,9	22,9	19,4	7,8	
13		-1,1	23,9	25,2	5,4	+0,0	23,0	20,5	9,2	
14		-2,0	23,9	26,1	5,5	-2,3	22,9	22,7	10,4	
15		-6,8	23,7	25,5	6,8	-0,2	22,8	20,8	9,0	

Mån	Dag	1971/72				1973/74			
		Temperatur (°C)		Energi (kWh/läg)		Temperatur (°C)		Energi (kWh/läg)	
		Ute	Inne	Radiatorer	Luft- värmare	Ute	Inne	Radiatorer	Luft- värmare
2	16	-4,5	23,6	26,5	7,1	+1,2	23,0	20,8	8,6
	17					+1,0	23,1	20,2	9,0
	18	-8,1	23,4	26,3	7,8	-2,9	23,1	21,9	10,5
	19	-7,2	23,5	27,6	8,1	-2,7	22,9	21,9	10,5
	20	-3,2	23,6	25,0	7,4	-3,5	22,9	21,1	10,6
	21	-4,5	23,5	24,3	7,2	+1,7	22,9	21,7	8,5
	22	-6,0	23,3	25,1	7,4	+2,7	23,0	19,9	8,5
	23	-4,0	23,4	24,4	7,4	-2,5	23,1	18,6	8,9
	24	-6,0	23,3	25,0	7,3	-1,5	22,9	19,1	10,3
	25	-	-	-	-	+0,7	22,9	19,4	10,0
	26	-	-	-	-	-0,6	22,9	19,7	11,5
	27	-	-	-	-	+1,9	22,8	20,5	9,8
	28	-	-	-	-	-0,7	22,7	20,9	10,1
	29	-3,4	23,5	23,5	7,1	-	-	-	-
3	1	-3,8	23,4	23,5	7,5	-3,9	22,7	20,9	10,7
	2	-6,5	23,2	24,5	7,5	-0,9	22,7	22,5	10,1
	3	-4,2	23,1	25,8	7,6	-0,6	22,8	20,5	10,3
	4	-1,2	23,3	24,5	6,4	-3,1	22,8	21,5	10,9
	5	-1,5	23,5	23,5	6,1	-0,8	22,7	22,0	10,4
	6	-2,3	23,6	25,1	6,3	-1,5	22,9	21,2	5,7
	7	-3,9	23,4	24,9	6,7	-5,1	22,9	21,9	4,3
	8	-7,4	23,4	24,5	7,4	-3,8	22,8	22,4	4,1
	9	-11,6	23,3	24,5	8,5	-5,4	22,7	21,7	4,5
	10	-13,6	23,3	27,2	9,4	-4,9	22,7	22,4	4,3
	11	-5,4	23,4	25,5	8,3	-1,9	22,8	-	-
	12	+3,1	23,5	23,9	6,1	-3,0	22,8	-	-
	13	+5,5	23,9	20,1	5,1	-2,8	22,7	-	-
	14	-0,2	24,0	20,3	6,1	-3,6	22,6	23,1	9,9
	15	-2,1	23,8	20,7	6,5	-4,4	22,6	22,6	10,0
	16	+1,7	23,9	20,0	6,2	+0,2	22,7	21,2	8,3
	17	-0,9	23,9	19,1	6,4				
	18	+4,1	24,0	16,7	5,4	-1,8	22,6	21,1	8,6
	19	+2,6	24,0	16,5	5,3	-1,4	22,6	21,5	9,5
	20	+2,9	24,0	15,0	5,1	+1,7	22,8	21,8	8,5
	21	+5,6	23,9	15,4	4,3	+1,0	23,0	19,1	8,4
	22	+3,8	23,9	14,6	4,2	-1,9	22,9	19,7	9,9
	23					-1,1	22,9	19,6	9,9
	24	+1,2	23,4	16,8	5,5	+1,2	22,9	18,4	9,6
	25	-2,1	23,5	16,6	6,1	+1,7	23,0	18,1	8,8



Mån	Dag	1971/72				1973/74			
		Temperatur(°C)		Energi (kWh/läg)		Temperatur(°C)		Energi (kWh/läg)	
		Ute	Inne	Radiatorer	Luft- värmare	Ute	Inne	Radiatorer	Luft- värmare
3	26	-0,9	23,6	19,1	5,1	+1,9	23,2	17,0	8,3
	27	-0,8	23,5	20,5	4,6	+3,8	23,4	16,3	7,6
	28	-0,3	23,4	20,4	4,8	+3,2	23,4	15,8	7,4
	29	-1,9	23,3	19,0	5,1	+3,4	23,4	16,0	7,5
	30	-1,5	23,3	20,4	5,8	+4,7	23,5	15,4	7,6
	31	-0,5	23,3	18,3	6,3	+4,0	23,5	15,4	7,8
	4	1	-4,2	23,3	18,2	7,0	+2,9	23,6	14,2
2		-0,5	23,0	19,7	6,2	+3,4	23,5	13,2	7,4
3		-0,8	22,9	20,8	5,7	+4,0	23,6	13,5	7,6
4		-0,4	23,0	19,4	6,0	+6,7	23,5	13,1	6,6
5		+0,4	23,0	20,2	4,6	+6,7	23,5	13,4	7,0
6		+1,9	23,2	20,3	3,7	+9,1	23,7	12,2	6,4
7		+1,8	23,3	19,8	3,7	+11,6	23,9	11,4	5,7
8		+1,5	23,3	19,2	3,8	+6,4	23,9	11,2	6,5
9		+1,0	23,5	18,2	4,1	+1,2	23,6	13,4	7,6
10		+2,1	23,6	17,9	3,4	-1,0	23,2	15,1	8,4
11		+1,0	23,4	19,3	5,0	-4,5	23,2	15,9	9,9
12		+2,0	23,3	19,9	4,7	+0,1	23,2	14,3	8,9
13		+3,9	23,6	16,6	4,8	+0,4	23,1	14,1	8,5
14		+3,2	23,8	15,4	5,0	+3,5	23,0	14,0	7,5
15		+2,9	23,6	16,5	4,9	+3,6	23,0	13,4	7,3
16		+3,6	23,7	15,3	4,7	+5,3	22,9	12,6	7,3
17		+4,4	23,7	15,6	4,5	+7,8	23,2	11,0	6,4
18		+0,5	23,5	17,6	5,8	+6,6	23,3	10,9	6,5
19		+2,6	23,6	17,4	5,7	+8,4	23,1	10,5	6,1
20		+6,1	23,7	15,6	4,0	+6,9	23,3	10,4	6,3
21		+4,7	23,8	14,2	4,5	+7,9	23,4	10,4	6,1
22		+4,5	23,8	13,3	4,5	+6,0	23,4	11,0	6,5
23		+1,4	23,7	14,6	5,6	+3,4	23,2	12,4	7,6
24		-0,5	23,5	15,5	6,0				
25		+3,7	23,4	16,8	4,9				
26		+4,6	23,5	14,8	4,0	+3,8	22,9	13,3	7,2
27		+0,9	23,5	15,3	5,2	+8,8	23,2	10,9	5,8
28		+0,4	23,3	15,6	5,5	+7,7	23,3	9,1	5,8
29		+2,9	23,5	16,6	4,4	+8,4	23,4	9,1	5,6
30		+3,8	23,5	16,4	5,0	+5,9	23,5	9,5	6,2
5	1	+8,8	23,8	13,3	3,7	+5,5	23,4	10,2	6,0
	2	+8,9	24,0	12,6	3,6	+6,2	23,4	10,2	5,9
	3	+8,8	24,1	10,3	3,8	+3,0	23,2	10,5	6,9
	4	+11,8	24,3	7,3	3,4	+0,5	23,1	12,6	8,1
	5	+5,7	24,0	8,8	4,2	+2,3	23,2	11,0	7,4

Mån	Dag	1971/72				1973/74			
		Temperatur (°C)		Energi (kWh/låg)		Temperatur (°C)		Energi (kWh/låg)	
		Ute	Inne	Radiatorer	Luft- värmare	Ute	Inne	Radiatorer	Luft- värmare
5	6	+5,6	23,8	9,6	4,4	+4,8	23,3	11,6	6,6
	7	+8,8	23,8	8,9	3,7	+7,1	23,5	9,7	6,1
	8	+4,2	23,6	9,8	4,1	+4,7	23,5	9,6	6,5
	9	+3,3	23,5	10,9	4,5	+5,9	23,6	7,9	5,8
	10	+3,4	23,3	10,2	4,7	+10,1	23,7	7,1	5,1
	11	+6,8	23,4	10,2	3,9	+7,8	24,0	6,9	5,5
	12	+6,5	23,6	9,5	4,1	+8,0	24,2	7,0	5,4
	13	+4,7	23,6	9,9	4,3	+8,3	24,4	6,9	5,4
	14	+4,1	23,7	9,8	4,4	+6,7	24,4	7,5	5,8
	15	+5,2	23,7	8,1	4,3	+12,6	24,4	6,4	4,7
	16	+6,9	23,7	7,8	3,8	+11,1	24,6	6,3	4,8
	17	+7,7	23,8	8,8	3,9	+15,7	25,0	4,6	4,0
	18	+9,2	23,9	6,3	3,5	+16,3	25,3	4,4	4,0
	19	+9,4	23,9	8,2	3,6	+8,3	25,1	5,3	4,9
	20	+8,1	23,9	10,8	4,3	+9,9	24,6	4,9	4,4
	21	+9,1	23,7	9,6	3,7	+9,4	24,5	5,0	4,6
	22	+7,8	23,6	9,7	4,1	+8,4	24,3	4,3	4,9
	23	-	-	-	-	+14,8	24,4	4,3	3,6
	24	-	-	-	-	+9,8	24,2	5,4	4,9
	25	-	-	-	-	+10,9	24,0	5,4	4,1
	26	-	-	-	-	+9,6	23,9	4,8	4,9
	27	-	-	-	-	+7,9	23,8	5,6	5,0
	28	-	-	-	-	+8,9	23,6	6,5	4,5
	29	-	-	-	-	+6,0	23,3	8,1	5,9
	30	-	-	-	-	+8,9	23,4	6,7	5,8
	31	-	-	-	-	+9,1	23,4	6,2	5,1

## BILAGA 5 ENERGIFÖRBRUKNING FÖR VARMVATTEN OCH HUSHÅLL 1971/72 OCH 1973/74

Nedan har samlats dygnsförbrukningar för varmvatten och hushåll, utslaget per lägenhet i hus 42 i kv. Stadinge, Tensta och hus B i Framnäsområdet, Bollnäs för uppvärmningssäsongerna 1971/72 och 1973/74. Dygnet har räknats 07.00 under angivet dygn till 07.00 dygnet efter.

TAB.5.1

Mån	Dag	Varmvatten (kWh/läg)				Hushållsel (kWh/läg)			
		Tensta		Bollnäs		Tensta		Bollnäs	
		1971/72	1973/74	1971/72	1973/74	1971/72	1973/74	1971/72	1973/74
9	1	-	6,5	-	-	-	4,9	-	-
	2	-	9,9	7,8	-	-	5,0	-	-
	3	7,2	8,1	12,1	-	4,7	5,3	-	-
	4	10,8	7,9	9,1	-	5,2	5,1	-	-
	5	12,1	8,2	9,0	-	5,5	5,1	-	-
	6	7,7	8,1	6,4	-	4,5	5,5	-	-
	7	6,9	7,7	7,1	-	4,6	5,5	-	-
	8	9,2	7,9	5,9	-	5,5	5,4	-	-
	9	7,4	8,9	6,6	-	5,2	5,5	-	-
	10	13,0	6,5	8,0	-	5,6	5,3	-	-
	11	12,7	8,1	6,5	-	5,5	5,5	-	-
	12	8,7	7,9	7,4	-	5,3	5,4	-	-
	13	-	8,1	6,6	-	-	5,5	-	-
	14	-	7,0	9,6	-	-	5,1	-	-
	15	-	8,4	10,3	-	-	5,9	-	-
	16	-	10,0	7,3	-	-	6,3	-	-
	17	12,7	9,9	11,5	-	5,1	5,5	-	-
	18	-	7,7	-	-	-	5,3	-	-
	19	11,8	8,7	-	-	5,0	5,8	-	-
	20	7,7	9,0	-	-	4,9	6,4	-	-
	21	8,5	7,0	-	11,5	4,9	5,9	-	9,6
	22	8,9	9,2	-	13,0	5,2	6,1	-	9,8
	23	9,5	12,5	-	10,3	5,1	6,3	-	8,5
	24	7,7	7,8	-	10,0	5,4	5,3	-	9,6
	25	12,1	10,5	-	9,7	5,7	6,5	-	10,4
	26	13,0	9,6	-	10,4	5,5	6,1	-	6,3
	27	7,9	9,9	-	11,1	5,1	6,1	-	8,1
	28	8,5	9,1	-	11,2	4,6	6,3	-	9,7
	29	6,5	9,3	-	11,8	5,3	6,5	-	8,8
	30	7,2	11,8	-	9,5	5,6	6,3	-	7,9

Mån	Dag	Varmvatten (kWh/läg)				Hushållsel (kWh/läg)			
		Tensta		Bollnäs		Tensta		Bollnäs	
		1971/72	1973/74	1971/72	1973/74	1971/72	1973/74	1971/72	1973/74
10	1	8,9	10,7	-	9,7	5,4	5,9	-	9,3
	2	10,6	7,5	-	11,3	5,6	5,5	-	8,9
	3	12,2	8,5	-	10,4	6,3	5,8	-	10,3
	4	9,0	8,3	10,4	10,0	5,5	5,9	-	8,1
	5	9,7	7,9	10,3	10,9	4,9	5,1	-	10,8
	6	10,4	7,9	11,0	12,3	5,4	5,7	-	10,1
	7	10,0	8,8	10,3	11,5	5,3	5,9	-	10,4
	8	11,4	-	11,9	11,3	5,6	-	-	8,5
	9	12,8	-	9,9	9,3	6,5	-	-	7,3
	10	13,1	-	10,4	11,0	5,9	-	-	8,1
	11	9,4	-	-	10,9	5,8	-	-	8,9
	12	10,1	-	-	10,9	5,6	-	-	9,1
	13	10,7	-	-	12,0	5,8	-	-	8,8
	14	12,2	-	-	10,2	5,8	-	-	9,2
	15	8,2	-	13,4	10,3	4,7	-	-	8,1
	16	13,2	-	12,5	11,3	5,8	-	-	8,8
	17	13,0	-	11,4	9,7	5,9	-	-	8,9
	18	11,3	-	11,3	10,0	6,3	-	-	7,9
	19	8,9	-	11,8	13,4	5,4	-	-	9,4
	20	10,4	-	11,3	11,3	6,0	-	-	8,6
	21	9,8	-	10,1	11,6	5,9	-	-	8,4
	22	8,6	-	11,1	11,4	6,0	-	-	9,3
	23	11,9	-	9,1	11,1	6,4	-	-	9,1
	24	14,9	9,4	9,3	9,4	7,4	6,0	-	8,1
	25	10,4	9,1	9,8	10,9	5,6	6,7	-	8,6
	26	11,7	7,3	10,2	10,4	5,8	5,9	-	9,8
	27	11,1	11,9	10,9	9,5	6,1	6,2	-	8,3
	28	10,1	12,2	11,0	9,1	5,5	7,3	-	9,3
	29	9,6	9,9	12,7	11,1	5,7	5,9	-	9,9
	30	13,0	11,0	10,7	10,9	6,1	6,4	-	9,7
	31	12,1	10,9	10,7	10,3	6,3	6,1	-	11,1
11	1	10,5	-	10,2	11,3	5,6	-	-	10,1
	2	11,3	10,5	9,7	13,7	6,2	5,8	-	10,9
	3	11,5	10,3	10,9	13,6	5,6	5,9	-	8,3
	4	11,9	13,0	10,1	12,1	6,3	6,5	-	9,0
	5	11,9	-	11,8	10,6	5,5	-	-	7,4
	6	13,5	-	9,8	10,6	7,0	-	-	8,1
	7	15,1	11,4	10,0	10,9	6,6	6,0	-	8,9
	8	11,8	11,7	10,3	7,8	6,7	6,1	-	7,5
	9	12,3	10,6	11,9	10,9	6,0	5,9	-	9,5
	10	11,4	10,6	9,6	12,7	5,9	6,9	-	8,2

Mån	Dag	Varmvatten (kWh/låg)				Hushållsel (kWh/låg)				
		Tensta		Bollnäs		Tensta		Bollnäs		
		1971/72	1973/74	1971/72	1973/74	1971/72	1973/74	1971/72	1973/74	
11	11	12,9	9,9	11,3	9,9	6,2	6,6	-	8,7	
	12	10,2	10,5	12,3	11,5	5,7	6,3	-	9,1	
	13	14,8	10,1	12,3	10,0	6,3	6,1	-	10,3	
	14	14,4	10,4	11,8	9,8	5,7	6,1	-	7,8	
	15	11,8	11,3	10,2	10,9	6,2	6,5	-	8,7	
	16	11,4	10,5	11,0	12,1	6,5	6,6	-	9,1	
	17	11,6	10,8	11,1	12,3	7,2	6,8	-	8,4	
	18	13,0	-	11,2	12,5	6,5	-	-	9,2	
	19	12,0	10,0	13,3	11,1	7,3	6,8	-	9,8	
	20	17,3	12,2	11,3	10,9	7,2	6,8	-	8,9	
	21	19,3	10,8	11,3	11,6	7,4	5,9	-	9,4	
	22	13,3	11,8	10,0	12,2	6,7	6,7	-	9,8	
	23	13,4	9,7	10,9	12,8	6,3	6,3	-	9,3	
	24	14,5	12,2	11,6	12,0	6,6	7,2	-	7,6	
	25	14,0	-	11,4	11,2	6,5	-	-	7,4	
	26	12,4	-	11,8	9,7	6,3	-	-	8,1	
	27	17,1	-	9,7	11,7	7,3	-	-	9,3	
	28	16,6	-	11,4	10,2	7,1	-	-	7,6	
	29	13,8	-	11,1	10,6	6,8	-	-	7,7	
	30	13,7	-	-	11,6	6,7	-	-	10,0	
	12	1	12,1	-	-	12,6	6,7	-	-	8,8
		2	13,1	-	-	10,6	6,5	-	-	7,1
		3	9,2	9,9	-	11,1	6,5	6,3	-	9,3
		4	15,3	9,5	-	10,8	8,0	6,5	-	9,9
		5	17,1	9,3	-	12,4	7,3	6,4	-	9,9
		6	12,6	8,3	-	11,5	7,0	6,9	-	9,4
		7	12,3	6,9	12,1	12,4	6,3	6,0	8,1	8,9
		8	13,9	10,2	11,8	11,2	6,7	6,1	10,8	8,8
		9	11,6	11,7	12,5	10,5	6,7	6,8	9,9	9,1
		10	11,3	8,6	9,7	11,6	6,1	6,5	9,6	8,4
11		16,7	9,2	12,7	11,8	6,9	6,5	9,5	10,9	
12		16,4	7,8	12,9	11,5	7,6	6,7	10,1	10,1	
13		9,9	8,6	8,9	10,9	6,5	6,6	9,7	11,0	
14		12,3	7,1	10,8	10,7	6,7	6,4	9,9	10,8	
15		13,0	9,9	11,9	11,2	7,3	7,2	11,6	9,2	
16		11,8	11,2	11,6	10,7	6,4	7,3	11,9	8,7	
17		10,2	7,1	12,1	12,2	6,5	6,6	11,4	9,8	
18		16,2	7,8	14,4	11,3	8,1	6,7	11,1	10,4	
19		17,2	7,8	12,8	12,5	7,2	6,3	11,3	10,4	
20		14,9	8,5	11,9	12,4	7,9	6,0	11,8	8,9	

Mån	Dag	Varmvatten (kWh/läg)				Hushållsel (kWh/läg)				
		Tensta		Bollnäs		Tensta		Bollnäs		
		1971/72	1973/74	1971/72	1973/74	1971/72	1973/74	1971/72	1973/74	
12	21	14,9	8,0	11,3	11,5	7,9	6,4	12,3	8,2	
	22	15,0	8,5	12,4	11,3	8,0	5,8	11,9	9,8	
	23	16,1	7,1	12,1	11,7	8,5	6,5	12,2	10,5	
	24	17,7	4,1	11,1	9,5	8,3	4,8	9,3	7,8	
	25	12,9	6,5	10,1	8,2	6,7	5,7	9,7	8,1	
	26	14,3	8,1	9,8	10,4	7,7	5,3	7,9	9,2	
	27	15,8	5,5	7,9	10,6	7,5	4,8	8,8	9,6	
	28	13,5	6,9	9,2	10,1	7,4	5,4	10,2	10,5	
	29	14,5	6,6	8,8	11,3	7,1	5,6	8,9	10,2	
	30	14,3	7,1	10,0	9,6	7,0	5,2	9,2	7,6	
	31	16,9	8,9	12,6	12,4	8,2	5,9	8,4	8,2	
	1	1	10,8	7,6	7,7	9,9	6,7	6,0	7,3	7,6
		2	13,4	7,5	9,9	10,1	7,0	5,8	9,3	8,3
		3	13,2	5,9	11,1	9,3	7,1	5,5	8,3	7,9
4		12,3	7,9	9,6	10,3	7,6	5,9	8,4	7,7	
5		12,9	9,0	13,8	12,5	7,1	5,9	9,1	8,9	
6		13,3	10,6	10,9	11,5	7,2	6,3	8,9	7,7	
7		12,0	6,4	14,4	9,6	6,5	6,0	10,9	8,5	
8		15,3	8,9	14,3	11,8	7,3	5,4	10,7	9,6	
9		15,7	8,7	12,5	10,7	7,3	5,5	10,6	8,4	
10		13,7	8,3	12,3	10,9	7,2	5,6	10,2	9,2	
11		14,1	7,0	12,5	12,5	7,3	5,0	9,9	9,9	
12		14,1	10,7	10,4	13,2	7,3	6,5	9,5	8,6	
13		13,5	10,1	10,2	11,2	6,8	6,5	9,3	8,6	
14		13,5	8,7	11,7	11,0	6,9	5,7	8,8	8,9	
15		16,5	6,2	15,3	9,9	7,3	5,5	11,2	8,8	
16		18,1	6,7	10,4	9,9	7,4	5,8	8,9	7,8	
17		13,3	8,6	10,6	12,8	6,8	5,9	8,9	9,3	
18		11,5	5,9	11,1	8,5	6,5	5,3	9,3	7,8	
19		14,6	9,3	10,6	8,0	6,8	5,9	9,4	10,0	
20		13,5	11,6	10,5	8,7	7,1	6,3	9,3	8,5	
21		14,5	9,7	14,3	7,8	7,0	5,5	9,9	8,8	
22		16,6	8,2	13,1	8,3	8,0	5,5	9,4	9,6	
23		18,4	9,2	10,5	7,5	7,8	5,5	9,9	8,6	
24		14,6	9,9	10,7	9,4	7,1	5,2	9,5	8,9	
25		12,9	7,1	12,1	14,8	6,7	5,2	9,4	8,9	
26		15,6	8,9	11,9	11,1	7,0	6,2	9,6	8,4	
27		14,4	10,2	11,9	7,8	6,7	6,0	8,1	8,3	
28		12,5	9,9	14,6	10,0	-	5,3	9,2	9,7	
29		14,5	7,7	12,9	10,0	6,5	5,5	11,6	7,8	
30		17,1	10,2	13,9	9,5	7,5	5,3	9,7	9,6	
31		13,0	9,7	10,1	9,2	5,9	5,3	8,9	8,5	

Mån	Dag	Varmvatten (kWh/läg)				Hushållsel (kWh/läg)			
		Tensta		Bollnäs		Tensta		Bollnäs	
		1971/72	1973/74	1971/72	1973/74	1971/72	1973/74	1971/72	1973/74
2	1	13,3	7,4	11,0	12,5	6,4	5,1	7,7	9,0
	2	15,3	12,4	10,2	11,4	6,7	6,6	9,9	7,8
	3	13,6	12,3	11,2	10,8	6,7	5,9	9,8	8,2
	4	14,5	9,8	14,4	10,8	7,2	5,8	10,0	9,3
	5	18,2	9,1	14,7	10,5	7,5	5,5	10,3	8,8
	6	16,2	10,5	11,4	-	7,0	5,5	10,3	-
	7	13,3	9,7	12,4	10,5	7,5	5,5	10,3	8,0
	8	12,0	8,4	12,2	12,4	6,6	5,0	9,3	9,0
	9	12,7	10,8	10,7	11,3	6,6	6,0	8,6	9,0
	10	13,3	11,0	12,0	11,9	7,0	6,5	10,8	7,9
	11	12,4	9,5	12,2	9,5	6,3	5,7	10,1	9,0
	12	19,1	10,3	13,2	9,4	7,8	5,1	10,1	9,8
	13	15,2	10,3	11,4	8,9	7,5	5,1	9,9	9,1
	14	13,4	10,6	11,9	10,0	7,0	5,3	9,6	7,8
	15	14,7	8,6	11,0	11,1	6,7	5,3	8,9	10,1
	16	13,4	12,5	13,0	12,8	6,5	6,7	9,6	9,6
	17	13,6	14,0	10,8	10,0	6,5	6,7	9,1	9,4
	18	12,0	9,2	12,1	11,0	6,0	5,2	8,8	7,5
	19	15,6	10,1	14,7	10,5	6,0	5,1	9,9	7,9
	20	17,0	10,7	10,5	11,0	7,1	5,2	11,1	8,6
	21	13,3	10,2	10,9	11,8	6,7	5,4	9,4	8,8
	22	12,3	11,0	10,6	12,4	6,1	5,6	8,5	8,7
	23	14,4	10,2	11,2	12,5	6,1	6,1	8,8	8,9
	24	12,9	14,1	10,9	10,8	5,8	5,7	8,4	7,6
	25	11,5	10,1	-	13,6	5,7	5,2	-	7,8
	26	15,7	9,3	-	14,1	5,9	5,1	-	7,8
	27	15,8	9,9	-	9,8	7,1	5,0	-	6,2
	28	12,4	-	-	10,9	6,4	-	-	7,7
	29	12,1	-	10,5	-	5,7	-	8,9	-
3	1	11,8	9,7	11,5	12,6	5,8	5,1	8,5	8,0
	2	12,7	13,3	10,6	12,5	5,9	5,4	8,1	8,4
	3	13,6	12,3	12,0	12,5	6,0	5,6	8,9	9,6
	4	15,0	8,5	14,3	12,1	6,8	5,1	9,4	8,2
	5	16,2	10,2	10,4	12,0	6,5	4,9	10,6	8,8
	6	13,1	9,9	10,9	11,3	6,1	5,1	7,9	9,1
	7	13,6	10,5	11,0	11,8	5,8	5,0	9,7	8,7
	8	15,2	9,3	10,2	13,7	5,9	4,9	9,7	7,3
	9	14,3	12,1	13,0	11,6	5,7	5,7	9,5	8,1
	10	11,9	13,9	12,1	11,8	5,8	5,6	8,5	7,1

Mån	Dag	Varmvatten (kWh/läg)				Hushållsel (kWh/läg)				
		Tensta		Bollnäs		Tensta		Bollnäs		
		1971/72	1973/74	1971/72	1973/74	1971/72	1973/74	1971/72	1973/74	
3	11	17,2	10,9	13,3	11,5	5,8	5,2	8,3	7,4	
	12	14,7	10,1	12,4	12,3	5,5	4,8	8,7	-	
	13	14,5	9,7	10,9	10,8	5,6	4,9	10,1	9,4	
	14	13,6	10,5	10,7	14,2	5,4	4,6	7,9	8,9	
	15	14,1	9,5	9,8	12,7	5,7	4,7	9,1	8,2	
	16	11,9	12,2	13,1	9,8	5,9	5,6	8,8	7,4	
	17	12,9	12,1	14,2	-	5,6	5,7	9,1	-	
	18	16,4	11,0	13,6	11,0	5,4	5,3	10,3	8,3	
	19	16,6	9,1	10,0	10,9	5,3	5,2	8,2	9,6	
	20	12,7	10,1	10,6	12,6	5,4	5,0	8,7	8,3	
	21	12,5	11,9	11,9	11,1	5,3	5,1	9,0	12,0	
	22	12,2	9,3	12,6	13,4	5,3	4,7	10,5	9,3	
	23	12,2	12,4	12,5	12,9	5,4	5,4	7,8	7,4	
	24	12,8	13,8	13,4	10,3	5,5	5,5	9,0	7,1	
	25	15,1	11,4	12,9	11,3	5,6	5,1	9,3	7,6	
	26	16,4	9,5	12,8	11,5	6,1	4,9	9,4	8,1	
	27	14,0	11,0	12,2	13,9	6,1	4,6	11,2	8,6	
	28	13,1	10,6	11,6	10,9	6,1	5,4	9,9	8,7	
	29	16,7	10,2	12,7	12,5	5,9	4,7	10,5	10,3	
	30	13,4	10,9	14,7	11,9	5,7	5,1	8,3	7,3	
	31	13,6	13,7	10,4	10,3	5,5	5,1	6,9	7,6	
	4	1	15,2	11,0	10,8	10,9	6,1	4,9	7,2	8,7
		2	17,1	8,5	7,8	11,6	5,8	4,7	4,9	9,3
		3	15,4	11,1	8,2	12,0	6,2	4,8	6,5	8,3
		4	14,0	11,9	9,3	10,7	5,8	4,9	6,8	7,6
		5	12,8	9,7	8,5	11,7	5,9	4,7	6,4	8,3
		6	12,5	10,4	9,7	12,7	5,6	4,8	6,6	8,9
		7	13,5	12,7	13,0	10,6	5,8	5,3	6,2	8,0
		8	16,3	11,4	10,9	11,6	7,1	4,8	7,8	8,7
		9	16,8	9,8	11,9	11,3	6,1	5,0	9,9	8,6
		10	10,8	10,5	10,3	11,5	5,8	5,2	8,3	10,1
11		-	9,1	11,3	12,1	-	4,8	8,5	9,1	
12		12,1	12,8	10,6	12,0	5,7	4,8	9,6	7,1	
13		12,9	9,3	12,5	10,4	5,3	4,6	10,3	6,8	
14		11,8	13,8	13,4	9,5	5,9	5,7	9,7	6,6	
15		14,8	12,6	10,9	9,9	5,7	5,6	9,1	7,1	
16		17,7	10,8	14,6	9,5	6,3	4,5	10,6	6,8	
17		11,6	9,8	9,6	8,9	5,7	4,7	9,8	7,1	
18		12,7	10,3	10,5	6,7	5,5	4,8	7,9	6,8	
19		-	13,5	10,5	10,6	-	5,4	7,6	8,8	
20		-	11,2	12,3	12,3	-	4,8	8,8	7,1	



Mån	Dag	Varmvatten (kWh/läg)				Hushållsel (kWh/läg)			
		Tensta		Bollnäs		Tensta		Bollnäs	
		1971/72	1973/74	1971/72	1973/74	1971/72	1973/74	1971/72	1973/74
4	21	-	10,4	13,1	8,5	-	4,7	8,5	7,8
	22	14,7	10,7	10,7	7,1	5,5	4,9	8,9	7,8
	23	15,3	-	10,9	11,1	5,2	-	7,3	6,3
	24	12,1	-	10,1	-	4,6	-	7,4	-
	25	9,7	-	11,4	-	5,0	-	8,8	-
	26	11,3	-	10,0	9,6	5,1	-	7,8	6,8
	27	9,5	-	10,1	10,0	5,0	-	8,5	6,5
	28	12,2	9,5	12,0	8,5	4,9	4,6	8,1	7,3
	29	15,4	11,1	12,5	8,9	5,8	4,6	9,1	7,9
	30	13,5	11,2	11,1	10,8	5,1	4,9	8,3	7,4
5	1	12,7	12,7	11,6	8,5	4,9	4,9	8,0	6,6
	2	9,9	12,3	9,1	9,9	4,5	4,8	6,9	8,0
	3	8,9	10,6	12,2	8,8	4,4	4,7	8,8	7,5
	4	9,7	11,0	9,3	10,6	4,7	4,6	8,1	7,5
	5	11,6	11,3	11,5	8,3	5,1	4,7	8,9	7,8
	6	12,3	10,0	10,9	9,7	5,1	4,8	8,9	6,1
	7	12,6	11,3	12,2	11,3	4,8	4,9	7,5	7,5
	8	9,5	10,8	10,4	10,8	4,4	4,5	9,3	7,3
	9	8,8	10,0	11,9	12,6	4,7	4,4	8,0	9,5
	10	9,9	9,3	11,5	12,1	5,0	4,6	7,6	7,1
	11	10,1	11,4	9,4	11,1	4,5	4,5	6,4	8,1
	12	10,9	11,1	9,5	10,8	4,6	4,4	7,0	7,8
	13	12,2	9,3	10,0	10,5	4,7	4,2	7,1	7,5
	14	11,5	8,6	11,0	9,7	4,4	4,3	8,1	7,0
	15	10,4	10,9	10,9	11,6	4,8	4,6	8,9	7,8
	16	9,0	12,2	11,4	9,4	4,6	4,9	8,9	6,8
	17	10,4	9,9	11,3	10,5	4,6	4,9	7,7	6,9
	18	10,2	11,2	11,1	9,8	5,3	4,8	9,9	6,3
	19	10,1	9,7	12,7	11,3	5,5	4,9	9,6	6,6
	20	12,5	10,7	10,8	11,0	5,5	4,6	6,9	7,4
	21	8,3	12,8	7,3	10,0	4,6	4,8	5,8	9,9
	22	12,1	9,9	9,6	12,9	5,5	4,2	7,6	8,2
	23	11,3	9,1	-	10,1	4,7	4,5	-	7,4
	24	9,0	8,4	-	10,9	4,7	4,3	-	8,4
	25	10,2	9,6	-	9,4	5,6	4,7	-	7,0
	26	10,1	9,9	-	9,1	5,0	4,5	-	7,0
	27	12,5	8,4	11,4	11,7	5,1	4,7	7,9	8,3
	28	8,3	10,3	9,0	10,1	4,7	4,5	8,9	7,5
	29	12,1	11,3	11,0	10,3	4,5	4,9	9,4	8,7
	30	11,3	9,1	8,8	10,4	4,6	4,8	8,3	9,9
	31	9,0	-	10,7	10,9	4,3	-	8,4	8,1
6	1	12,7	-	9,6	10,5	4,2	-	8,2	6,3
	2	8,8	-	12,5	9,3	4,0	-	7,8	6,0



**R23: 1975**

**Denna rapport avser anslag 730252 från Statens  
råd för bygnadsforskning till Samarbetsgruppen  
för byggnaders energiförsörjning**

**Distribution: Svensk Byggtjänst, Box 1403, 111 84 Stockholm  
Grupp: installationer**

**Pris: 21 kronor + moms**