



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.

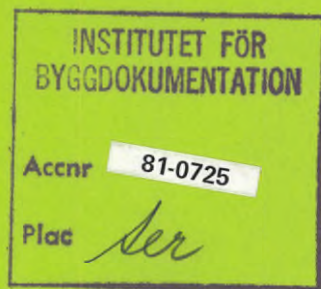
This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may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



## Ytjordvärme eller direktelvärme?

**Två års erfarenheter från ett  
småhusområde i Arvika**

**K Allan Andersson**



R45:1981

YTJORDVÄRME ELLER DIREKTELVÄRME?

Två års erfarenheter från ett småhusområde i Arvika

K Allan Andersson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 780540-6 från Statens råd för byggnadsforskning till AB Skånska cementgjuteriet, Tekniska avdelningen, Malmö.

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

R45:1981

ISBN 91-540-3471-X  
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1981 152678

## INNEHÅLL

INLEDNING .....	5
SAMMANFATTNING .....	6
1 ALLMÄNNA FÖRUTSÄTTNINGAR .....	9
1.1 Målsättning .....	9
1.2 Uppläggning av försöket .....	9
1.3 Markförhållanden .....	9
1.4 Husets utförande .....	11
1.5 Ytjordvärmesystem .....	14
1.6 Elradiatorsystem .....	16
2 MÄTNINGAR .....	17
2.1 Elförbrukning .....	17
2.2 Varmvattenförbrukning .....	19
2.3 Varmvattenförbrukningen oberoende av varmvattnets temperatur? .....	21
2.4 Varmvattenförbrukningens säsongvariation .....	21
2.5 Korrelation mellan varmvattenförbrukning och energi- förbrukning .....	25
2.6 Korrelation mellan utetemperatur och energi- förbrukning .....	27
2.7 Specifik effekt .....	27
2.8 Energiförbrukningens vindberoende .....	27
2.9 Energibesparing .....	31
2.10 Rumstemperatur .....	31
2.11 Familjestorlekar .....	31
2.12 Täthetsprovning .....	32
2.13 Värmepumpens funktion .....	32
2.14 Ekonomi .....	34
LITTERATURFÖRTECKNING .....	35



## INLEDNING

Ett flertal olika värmepumpsystem för uppvärmning av småhus har saluförts på den svenska marknaden under de senaste åren. Ett av de mera intressanta systemen är ytjordvärmsystemet. Detta har gett anledning till praktisk provning på ett flertal ställen i landet. Den första småhusgrupp, som uppfördes med detta system påbörjades på S Dotteviksområdet i Arvika 1977 på initiativ av Arvika Kommun, Thermia-Verken i Arvika och Skånska Cementgjuteriets dotterbolag Byggnads AB Tage Zetterqvist i Arvika. Inflyttning i husen skedde på våren 1978 och mätningarna pågick 1978-06-30--1980-06-27.

För projektering av husen har svarat Skånska Cementgjuteriets tekniska avdelningar i Malmö och Örebro med Småhusbyrån i Malmö som samordnande. Uppförandet av husen och avläsningarna har utförts av personal från Byggnads AB Tage Zetterqvist under ledning av Tore Bärjed. Bearbetning av mätresultaten och utskrift av rapporten har skett vid Skånska Cementgjuteriets tekniska avdelning i Malmö.

Vid avläsningar och övriga besök på platsen har de boende visat stort tillmötesgående och beredvilligt svarat på ställda frågor. Till alla medverkande i denna undersökning riktas ett varmt tack.



## SAMMANFATTNING

Ett flertal olika värmepumpsystem för uppvärmning av småhus har saluförts på den svenska marknaden under de senaste åren. Ett av de mera intressanta systemen är ytjordvärmesystemet. Detta har gett anledning till praktisk provning på ett flertal ställen i landet. Den första småhusgrupp, som uppfördes med detta system, påbörjades på S Dotteviksområdet i Arvika 1977 på initiativ av Arvika Kommun, Thermia-Verken i Arvika och Skånska Cementgjuteriets dotterbolag Byggnads AB Tage Zetterqvist i Arvika. Inflyttning i husen skedde på våren 1978 och mätningarna pågick 1978-06-30--1980-06-27.

Avsikten med undersökningen var att mäta energibesparingen i seriebyggda småhus med ytjordvärmesystem, jämfört med samma hus med direktverkande elradiatorer. Försöket skulle också ge upplysningar om de byggnadstekniska åtgärder som skulle behövas för värmepumps installation och vilka kostnader systemet medför.

I den aktuella bebyggelsen i Södra Dotteviksområdet i Arvika utvaldes 14 hus för värmepumpinstallation och 11 st lika hus för elradiatorinstallation.

Området för den aktuella bebyggelsen bestod av åker- och ängsmark med ett 2 - 3 m tjockt lager med omväxlande lera och lerig silt. Grundvattenytan låg 2,2 - 2,4 m under markytan.

Husen är byggda i ett och ett halvt plan utan källare och har en bostadsyta av  $83 + 48 \text{ m}^2$ . Det friliggande förrådet har en invändig yta av  $12 \text{ m}^2$ .

Vid husens projektering har kraven i SBN 75 legat till grund för dimensioneringen.

Isoleringen i golvet består av 70 mm cellplast på betongplattan. I övrigt består isoleringen av mineralull. Husen är försedda med frånluftventilation.

Dimensionerande värmeförluster vid  $42^{\circ}\text{C}$  temperaturskillnad har beräknats till 4.620 W för transmission och 2.250 W för ventilation, vilket motsvarar en specifik effekt av  $110 + 54 \text{ W}/^{\circ}\text{C}$ .

Det ytjordvärmesystem, som installerats i värmepumpgruppen, har aggregat av AGA-Thermias typ JBC 400.

Värmedistributionssystemet i värmepumphuset är beräknat för ett temperaturfall från  $52^{\circ}\text{C}$  till  $47^{\circ}\text{C}$  och är av enrörstyp med fyra separata slingor. Installerad radiator effekt vid  $5^{\circ}\text{C}$  temperaturfall är totalt 6.945 W. Värmeavgivarna är lågtemperaturkonvektorer av fabrikat AGA med radiatortermostatventiler.

I det friliggande förrådet är installerat en elradiator med effekten 650 W.

Elradiatorssystemet består av slutna elvärmepaneler med radiatortermostater. Installerad effekt är 6.140 W i bottenvåningen, varav 650 W i det friliggande förrådet, samt 3.460 W i övre våningen, totalt 9.600 W. För styrning av värmen är installerat ett veckour med styrcentral. Vid sänkning av temperaturen under den normala övertar styrcentralen regleringen av temperaturen via



en i hallen placerad centraltermostat.

Avläsning av elmätare och varmvattenmätare har skett i princip vid varje månadsskifte. Före inflyttningen kontrollerades luftläckningen i två av elradiatorhusen. Vid besök på platsen har rumstemperatur och varmvattentemperatur uppmätts och vissa andra iakttagelser kunnat göras.

Total energiförbrukning, räknat på hela mätperioden låg i medeltal i värmepumpgruppen på 36,6 kWh/dygn och i elradiatorgruppen på 55,2 kWh/dygn. Förbrukningen av varmvatten var 167 resp 175 l/dygn. Elradiatorgruppen förbrukade mest varmvatten trots att varmvattnets temperatur var högre än i värmepumpgruppen. Varmvattenförbrukningen uppvisade en kraftig säsongvariation. Sambandet mellan varmvattenförbrukning och energiförbrukning studerades.

Med hjälp av klimatdata från SMHI:s station i Arvika och månadsvärdena på total elförbrukning har ett samband erhållits mellan medelvärdena på utetemperatur och elförbrukning.

Därvid har även beräknats värden på specifik, dragen effekt. Efter korrektion för säsongmässig variation i varmvattenförbrukning erhöles för värmepumpgruppen 83,4 W/°C och för elradiatorgruppen 127,5 W/°C. Det senare värdet är betydligt lägre än det beräknade. Det framgår att energiförbrukningen är känslig för ändringar i vindhastighet.

Medeltemperaturen under mätperioden var 4,40°C mot normalt 5,55°C. Efter korrektion för detta erhöles en energibesparing hos ytjordvärmehuset, jämfört med elradiatorhusen av 6.000 å 6.100 kWh/år. Genom att dividera specifika effekten hos elradiatorhusen med den för ytjordvärmehuset erhöles en årsmedelvärmefaktor för värmepumpshuset av 1,53, ej att förväxla med värmepumpens värmefaktor. Tar man hänsyn till skillnaderna i uppmätt rumstemperatur, ökar energibesparingen något. Familjestorlekarna var i värmepumpgruppen 2,9 och i elradiatorgruppen 3,2 personer.

Två av husen i elradiatorgruppen provades 1978-03-14 enligt den s k tryckmetoden. De uppvisade en luftläckning av 3,3 resp 2,4 oms/h vid 50 Pa.

Vid besök på platsen 1980-05-06 uppgav 7 av hushållen att värmepumpen hade fungerat utan reparationer, 4 hushåll var ej i tillfälle att svara och 3 uppgav att de hade haft ett mindre, tekniskt fel som reparerats omgående. En del klagomål på störande ljud har förekommit. Surr från kompressorn har nått in till närbeläget sovrum. En del rörljud har också varit störande på grund av en olycklig upphängning av rör på väggen mot sovrummet.

En naturlig säsongmässig variation i värmepumpens effektivitet kunde konstateras genom att jämföra husgruppernas elförbrukning månad för månad.

Vissa mindre anmärkningar har riktats mot att värmesystemet kan bidra till övertemperaturer i huset vid utetemperaturer på 10 - 15°C. På grund av enrörssystemet och avsaknad av shuntventil cirkulerar 50-gradigt vatten i rörslingorna i huset. Trots att radiatortermostatventilerna stänger kan på detta förhållande temperaturen stiga över önskat värde.

Vid snösmältningen på våren skulle man kunna förvänta sig en senare bortsmältning i de trädgårdar som har ytjordvärmeslingor. Detta har dock hittills icke kunnat konstateras i någon nämnvärd utsträckning. På någon tomt med ytjordvärmeslinga kunde konstateras parallella förhöjningar i jordytan med ett par centimeters höjd. Detta skulle kunna bero på den ökade tjälskjutning som sker runt slangen, jämfört med omgivande mark.

Merkostnaden för uppförande av värmepumphuset jämfört med elradiatorhuset har uppgått till 35.000:- i 1978 års penningvärde. Räknas med ett kilowattimmepris på 17 öre och en årlig besparing av 6.200 kWh fås en avkastning på insatt kapital av 3 %. Räknas med en årlig underhålls- och servicekostnad av 350:- återstår 2 % avkastning.

## 1 ALLMÄNNA FÖRUTSÄTTNINGAR

### 1.1 Målsättning

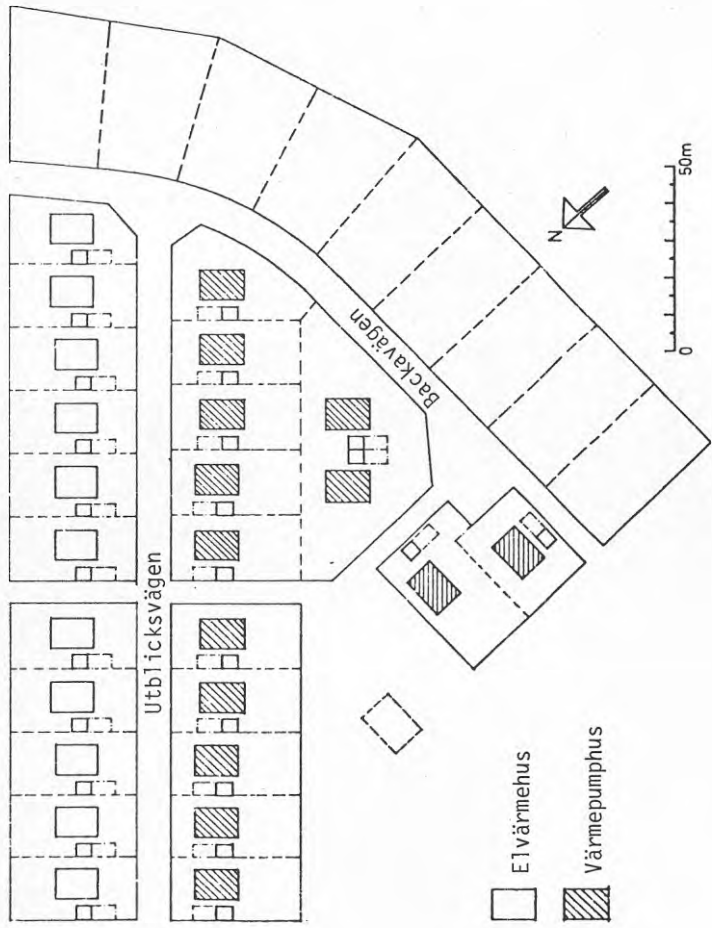
Avsikten med undersökningen var att mäta energibesparingen i seriebyggda småhus med ytjordvärmesystem, jämfört med samma hus med direktverkande elradiatorer. Försöket skulle också ge upplysningar om de byggnadstekniska åtgärder som skulle behövas för värmepumpens installation och vilka kostnader systemet medför.

### 1.2 Uppläggnig av försöket

I den aktuella bebyggelsen i Södra Dotteviksområdet i Arvika utvaldes 14 hus för värmepumpinstallation och 11 st lika hus för elradiatorinstallation, se figur 1.1.

### 1.3 Markförhållanden

Enligt geotekniskt utlåtande av Viak AB 1976-05-03 bestod området för den aktuella bebyggelsen av åker- och ängsmark med ett 2 - 3 m tjockt lager med omväxlande lera och lerig silt. Grundvattenytan låg 2,2 - 2,4 m under markytan.



Figur 1.1 Situationsplan

#### 1.4 Husens utförande

Husen är byggda i ett och ett halvt plan utan källare och har en bostadsyta av  $83 + 48 \text{ m}^2$ . Det friliggande förrådet har en invändig yta av  $12 \text{ m}^2$ . Planlösning, sektion och exteriör framgår av figur 1.2--4.

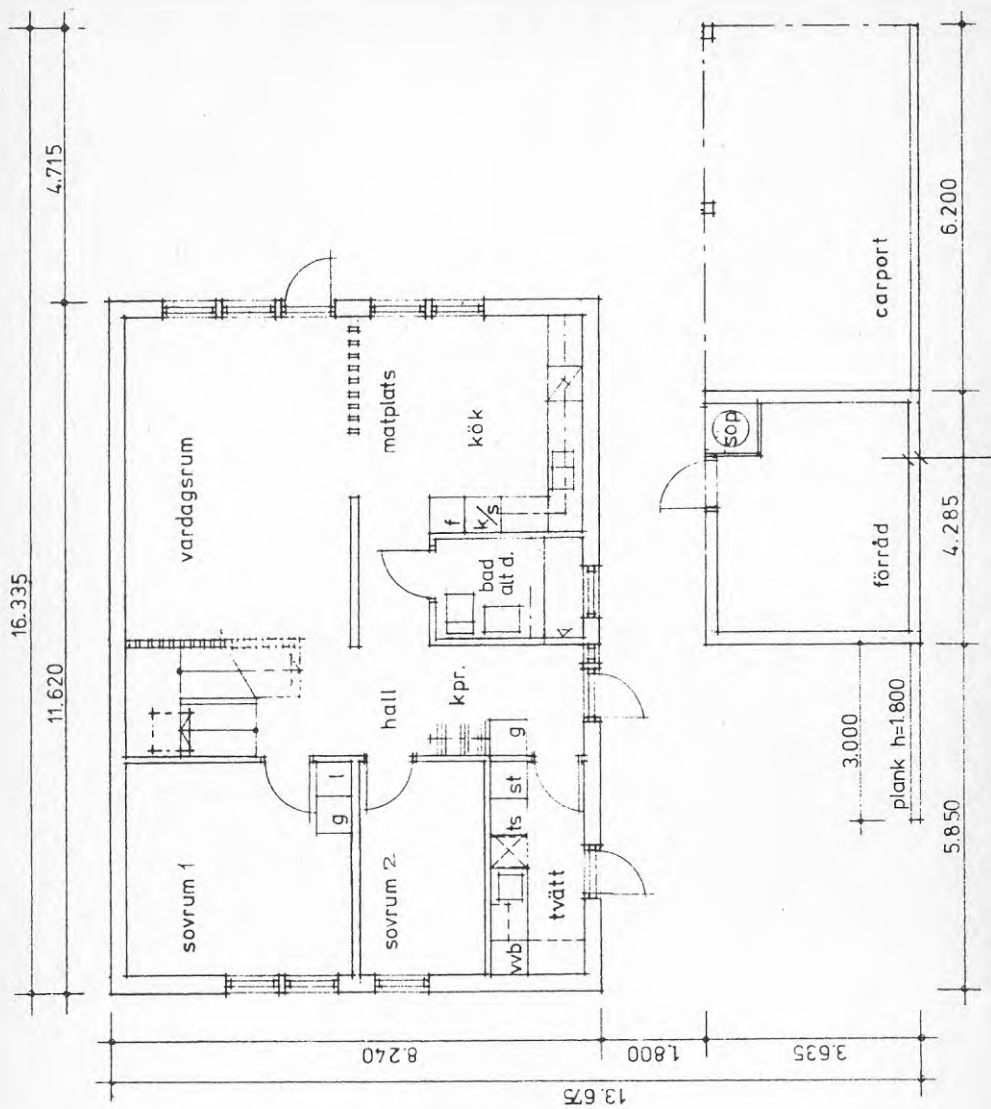
Vid husens projektering har kraven i SBN 75 legat till grund för dimensioneringen. Värmeegenomgångskoefficienterna, k-värdena, för olika byggnadsdelar framgår av tabell 1.1.

Isoleringen i golvet består av 70 mm cellplast på betongplattan. I övrigt består isoleringen av mineralull. Husen är försedda med frånluftventilation.

Dimensionerande värmeförluster vid  $42^\circ\text{C}$  temperaturskillnad har beräknats till 4.620 W för transmission och 2.250 W för ventilation, vilket motsvarar en specifik effekt av  $110 + 54 \text{ W}/^\circ\text{C}$ .

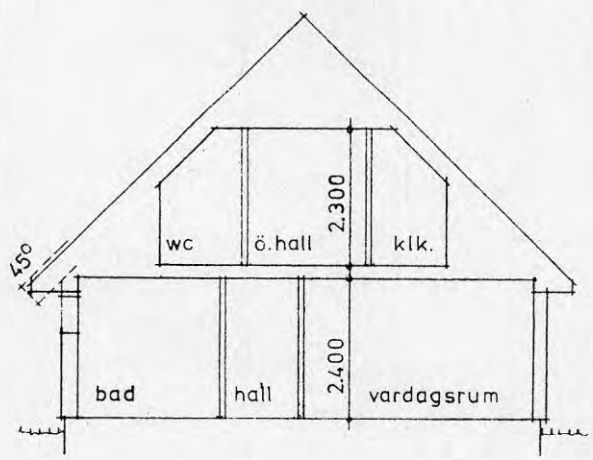
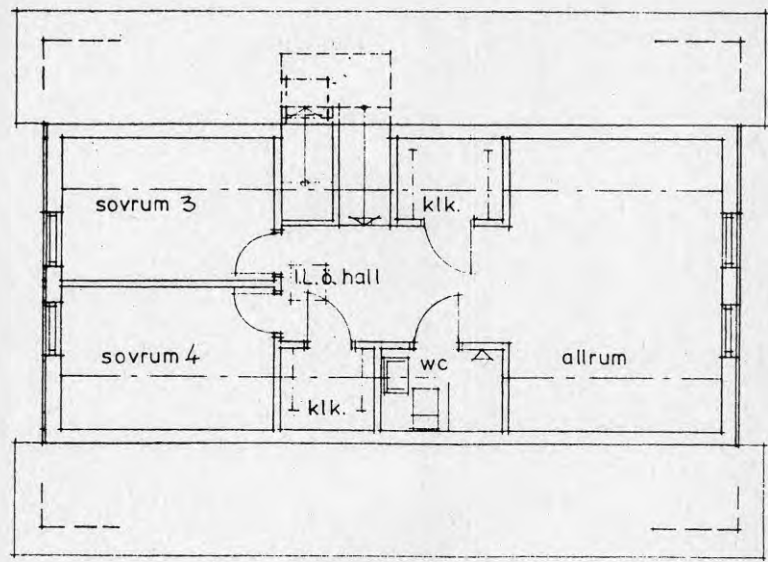
Tabell 1.1 K-värden  $\text{W}/\text{m}^2\text{C}$

Golv, mittfält	0,30
Väggar i bottenvåning	0,25
Isolerade bjälklagsdelar över bottenvåning	0,13
Vertikala och sneda väggar i övre våning	0,21
Tak över övre våning	0,17
Fönster 2 + 1 glas	1,75

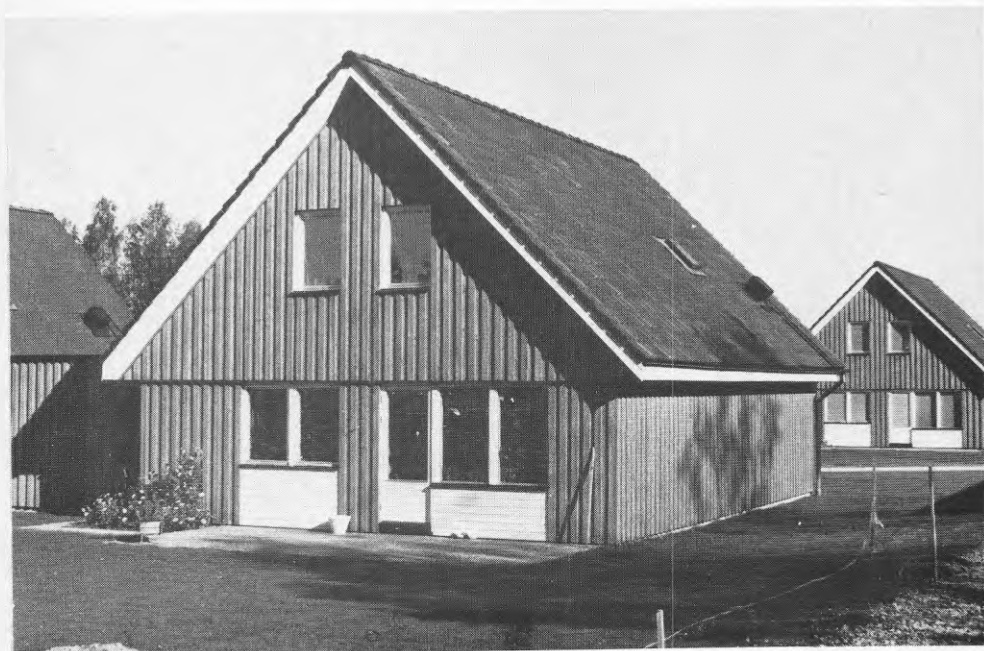


Figur 1.2  
Bottenplan





Figur 1.3  
Övre plan och sektion



Figur 1.4  
Exteriör av försökshuset. Det närmaste huset har ytjordvärme, det bortre elvärme.

#### 1.5 Ytjordvärmesystem

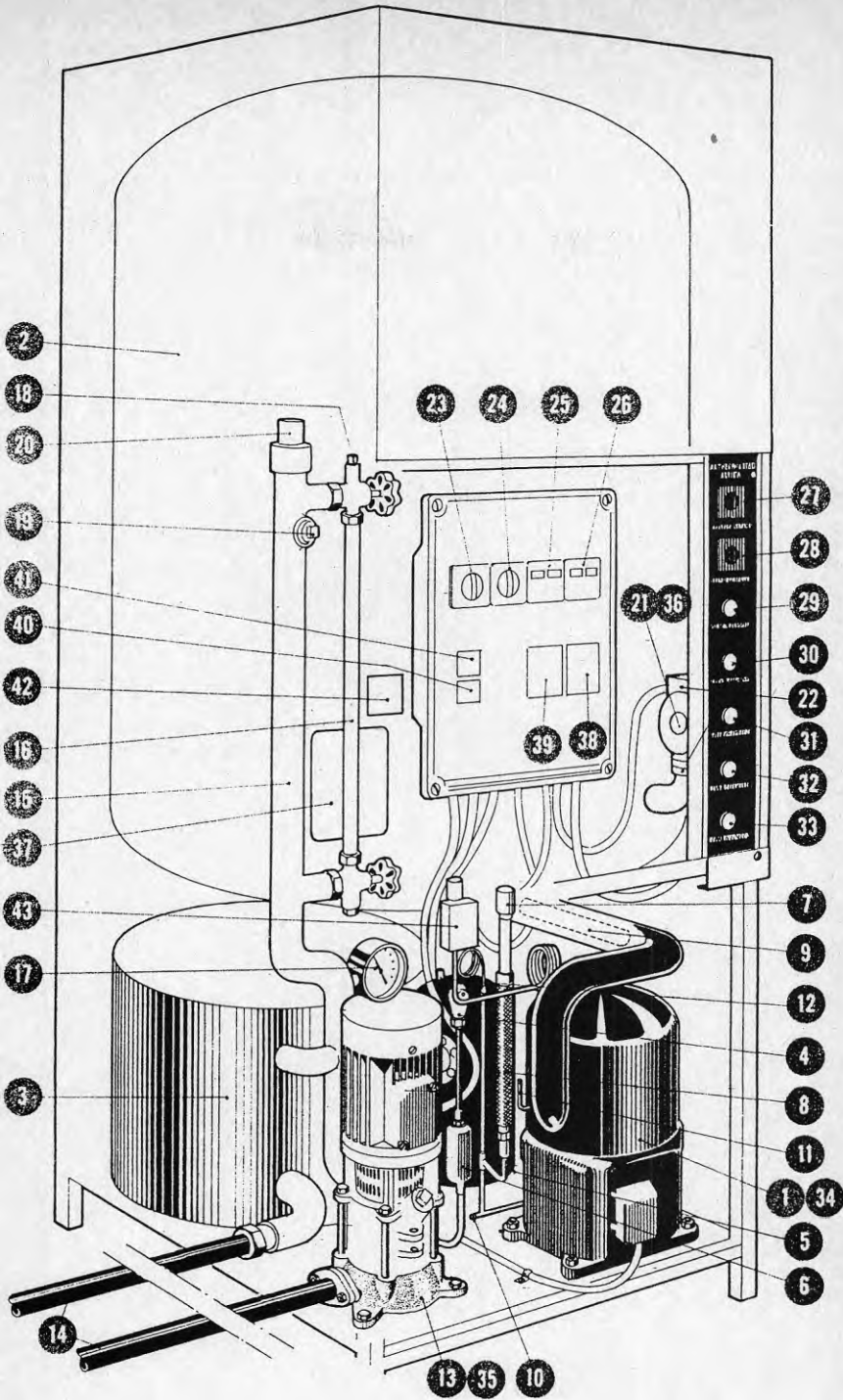
Det ytjordvärmesystem, som installerats i värmepumpgruppen, har aggregat av AGA-Thermias typ JBC 400.

Dess uppbyggnad framgår av figur 1.5. Längst ned till höger i figuren finner vi kompressorn (1). Den stora behållaren överst i figuren (2) är varmvattenberedaren med kondensorn placerad i mantel delen. Nedtill till vänster syns värmeväxlaren, jordslinga - förångare (3). Framför denna är pumpen (13) för jordslingan placerad. Till denna och till värmeväxlaren är anslutet ytjordvärme-slangen (14). För cirkulation av värmeledningsvattnet finns en radiatorpump (21) som är placerad till höger bakom knappablån.

Värmebäraren i jordslingan är 20 - 25 % frostskyddsvätska och resten vatten. Slangen är typ PEL 40/2,5 NT4, lagd på ett djup av 90 cm och med centrumavståndet 1,3 m. Slangens längd är i medeltal 303 m per hus.

Värmebärarpumpen har en effekt av 550 W. Kompressorn, som är en kolvkompressor av hermetisk typ, har en kraftförbrukning av 3,8 kW vid - 50/+ 55°C. Expansionsventilen är av termostatisk typ. Som köldmedium användes 8 kg R22.

Varmvattenberedaren rymmer 230 l tappvarmvatten i innerbehållaren.



Figur 1.5 Värmepumpaggregat

I manteln, som även innehåller kondensorslingan, ryms 35 l radiatorvatten. Radiatorpumpen är en tvåhastighetsmotor med effekten 75 resp 105 W. Aggregatet är försett med ett kontaktelement med effekten 3 kW för reservvärme.

Värmedistributionssystemet i värmepumphuset är beräknat för ett temperaturfall från 52°C till 47°C och är av enrörstyp med fyra separata slingor. Installerad radiatoreffekt vid 5°C temperaturfall är totalt 6.945 W. Värmeavgivarna är lågtemperaturkonvektorer av fabrikat AGA med radiatortermostatventiler.

I det friliggande förrådet är installerat en elradiator med effekten 650 W.

#### 1.6 Elradiatorsystem

Elradiatorsystemet består av slutna elvärmepaneler med radiatortermostater. Installerad effekt är 6.140 W i bottenvåningen, varav 650 W i det friliggande förrådet, samt 3.460 W i övre våningen, totalt 9.600 W. För styrning av värmen är installerat ett veckour med styrcentral. Vid sänkning av temperaturen under den normala övertar styrcentralen regleringen av temperaturen via en i hallen placerad centraltermostat.

Försökshuset blev färdiga och inflyttning skedde under våren 1978. Mätningar av energi- och varmvattenförbrukning började 1978-06-30 och avslutades 1980-06-27. Avläsning av elmätare och varmvattenmätare har skett i princip vid varje månadskifte. Före inflyttningen kontrollerades luftläckningen i två av elradiatorhusen. Vid besök på platsen har rumstemperatur och varmvattentemperatur uppmätts och vissa andra iakttagelser kunnat göras.

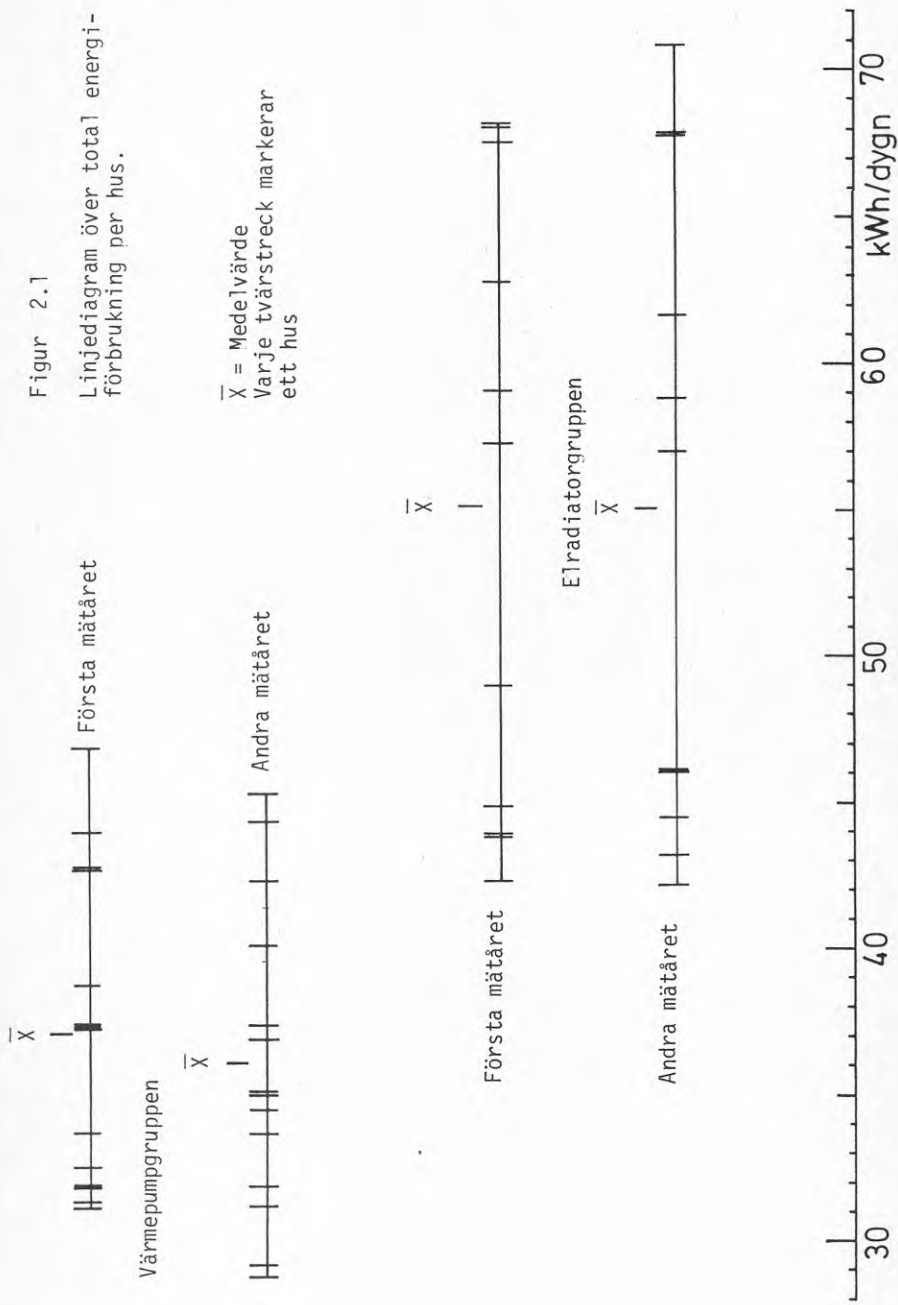
### 2.1 Elförbrukning

Förbrukningen avlästes på ordinarie huvudmätare och sammanställdes månad för månad. Förbrukningen omfattar således energi till hushåll, varmvatten och uppvärmning. Medelvärde och standardavvikelse av förbrukningen per dygn och hus framgår av tabell 2.1. Man lägger märke till att spridningen i förbrukning är större i elradiatorgruppen än i värmepumpgruppen. Detta framgår också av linjediagrammet i figur 2.1. Man ser också att värmepumpgruppen har minskat sin förbrukning under det andra mätåret, medan elradiatorgruppens förbrukning är i det närmaste oförändrad.

Tabell 2.1

Total förbrukning av elektrisk energi kWh/husdygn, medelvärde  $\bar{X}$  och standardavvikelse SD i % av medelvärdet

	Första mätåret		Andra mätåret		Hela mättiden	
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD
Värmepumpgruppen	37,1	14	36,1	15	36,6	14
Elradiatorgruppen	55,2	19	55,1	20	55,2	19





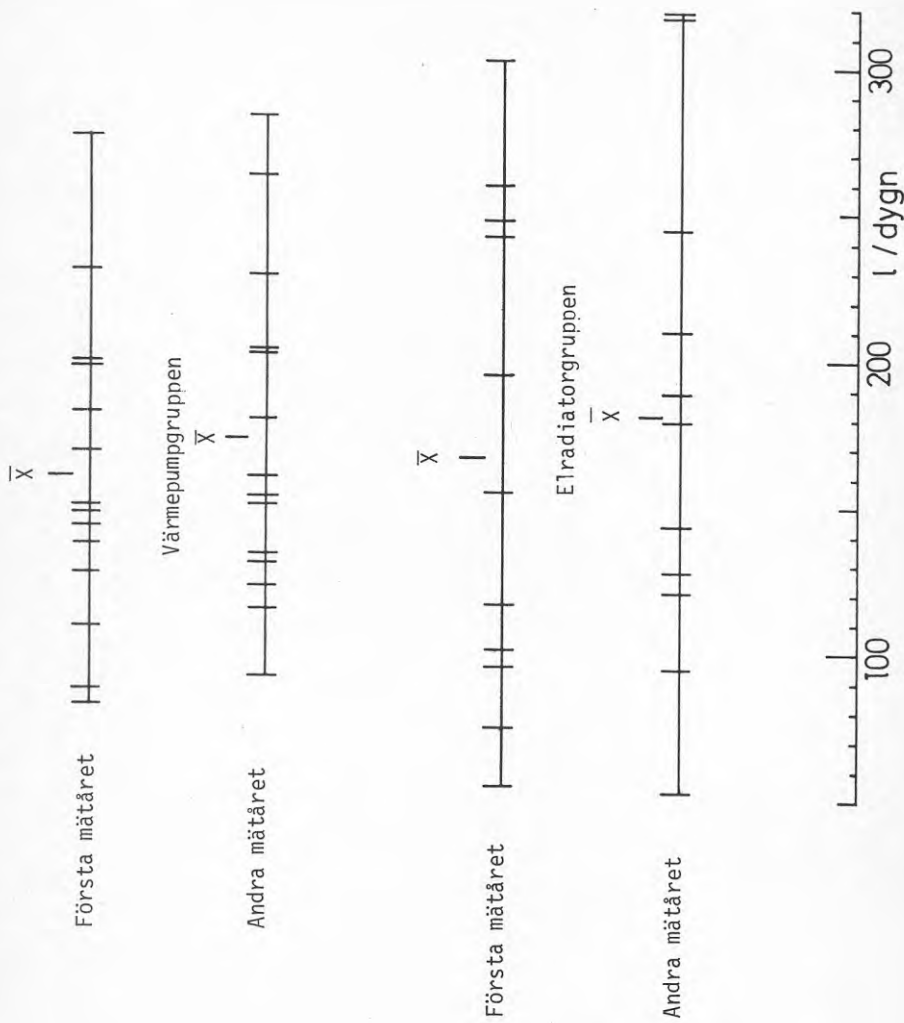
## 2.2 Varmvattenförbrukning

Förbrukningen avlästes på en vattenmätare av vinghjulstyp, placerad på utgående ledning från varmvattenberedaren och sammanställdes månad för månad. Årsmedelvärden och standardavvikelser framgår av tabell 2.2. Även här är spridningen störst i elradiatorgruppen. Båda grupperna har ökat sin förbrukning från det första året till det andra. Studerar man linjediagrammet i figur 2.2 finner man årsmedelförbrukningar mellan 50 och 320 l/dygn; således en stor spridning mellan hushållen.

Tabell 2.2

Förbrukning av varmvatten l/husdygn, medelvärde  $\bar{X}$  och standardavvikelse SD i % av medelvärdet.

Grupp	Första mätåret 367 dygn		Andra mätåret 361 dygn		Hela mätperioden 728 dygn	
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD
Värmepump- gruppen	161	34	174	33	167	33
Elradiator- gruppen	168	51	182	47	175	48



$\bar{x}$  = Medelvärde  
Varje tvärstreck  
markerar ett hus.

Figur 2.2  
Linediagram över  
varmvattenförbrukning  
per hus.

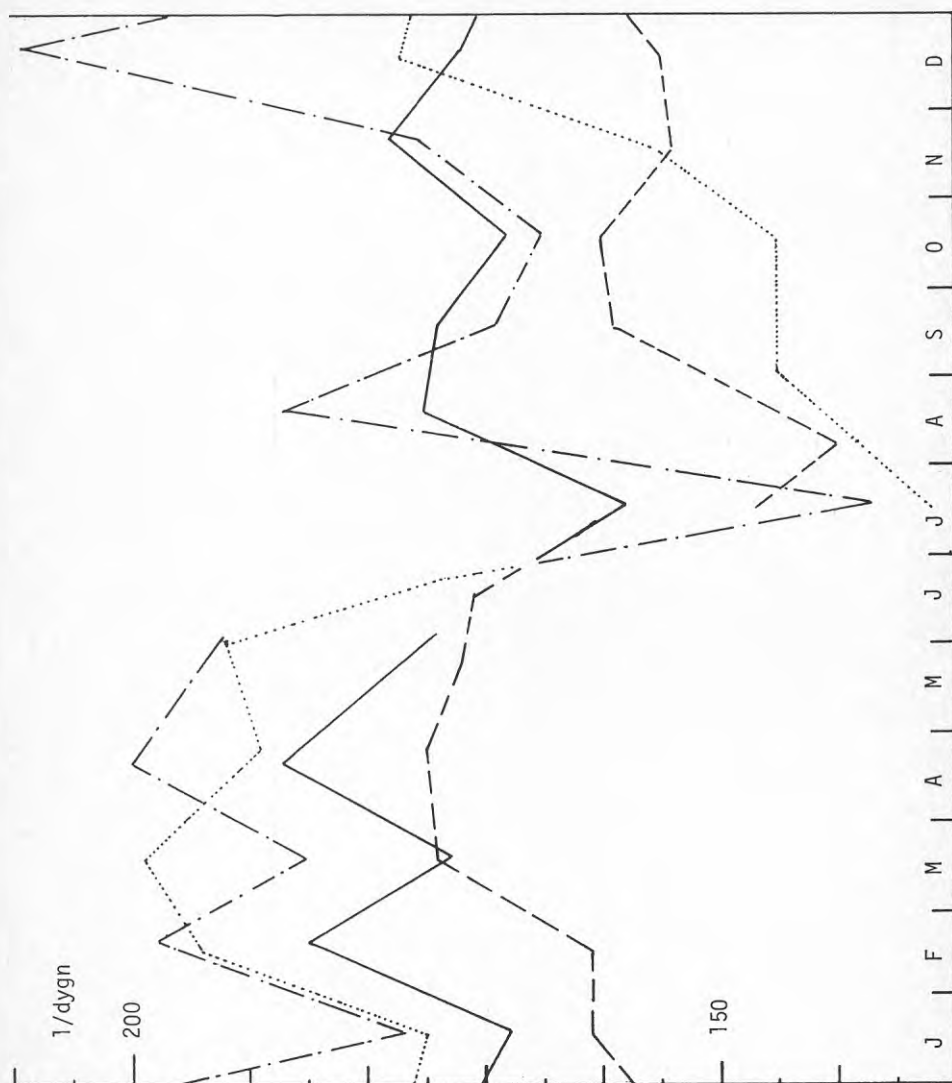
### 2.3 Varmvattenförbrukningen oberoende av varmvattnets temperatur?

Av tabell 2.2 framgår att hushållen i elradiatorgruppen i medeltal använt något mera varmvatten än värmepumpgruppen. Vid besök på platsen 1978-11-30 konstaterades att varmvattnets temperatur låg i värmepumpgruppen på i medeltal 48°C, och i elradiatorgruppen på 60°C. Dessutom konstaterades att familjestorlekarna var i medeltal 2,9 personer i värmepumpgruppen och 3,2 personer i elradiatorgruppen, dvs ganska lika. Detta ger en antydning om att mängden förbrukat varmvatten icke är beroende av vattnets temperatur, ty då skulle rimligtvis elradiatorgruppen haft lägst förbrukning. Iakttagelsen är så pass intressant att den vore värd ett närmare studium i större skala. En sänkning av utgående varmvattentemperatur, kan, om iakttagelsen är riktig, spara stora mängder energi på ett enkelt sätt.

### 2.4 Varmvattenförbrukningens säsongvariation

Jämför man förbrukningen av varmvatten från månad till månad framkommer en ganska kraftig säsongmässig variation, se figur 2.3. Det är en tendens till toppar i december, april-maj och februari, medan förbrukningen är låg i juli, oktober, januari och mars. Detta kan ha sin betydelse vid jämförelse mellan olika energisystem.

Även från vecka till vecka kan det förekomma kraftiga variationer. I figur 2.4--5 redovisas varmvattenförbrukning och total energiförbrukning under fyra veckor i oktober 1978. En trolig anledning till de kraftiga variationerna hos hushållen är att vissa veckor användes till stortvätt. Den procentuella inverkan på total elförbrukning är måttlig, jämfört med de redovisade variationerna i utetemperatur.



Värmepumpgruppen  
--- 1978--79

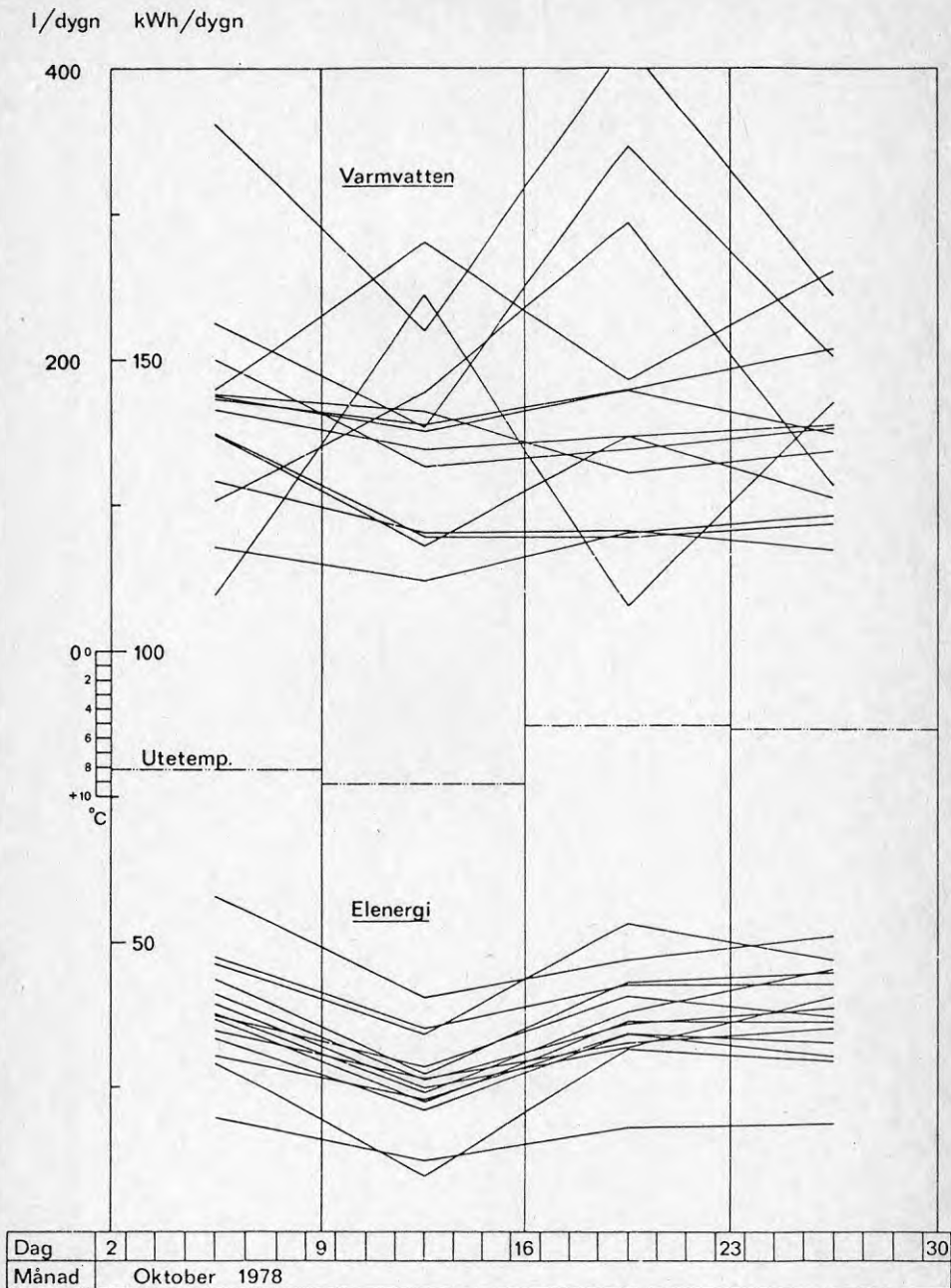
— 1979--80

Elradia torgruppen  
..... 1978--79

- · - · - 1979--80

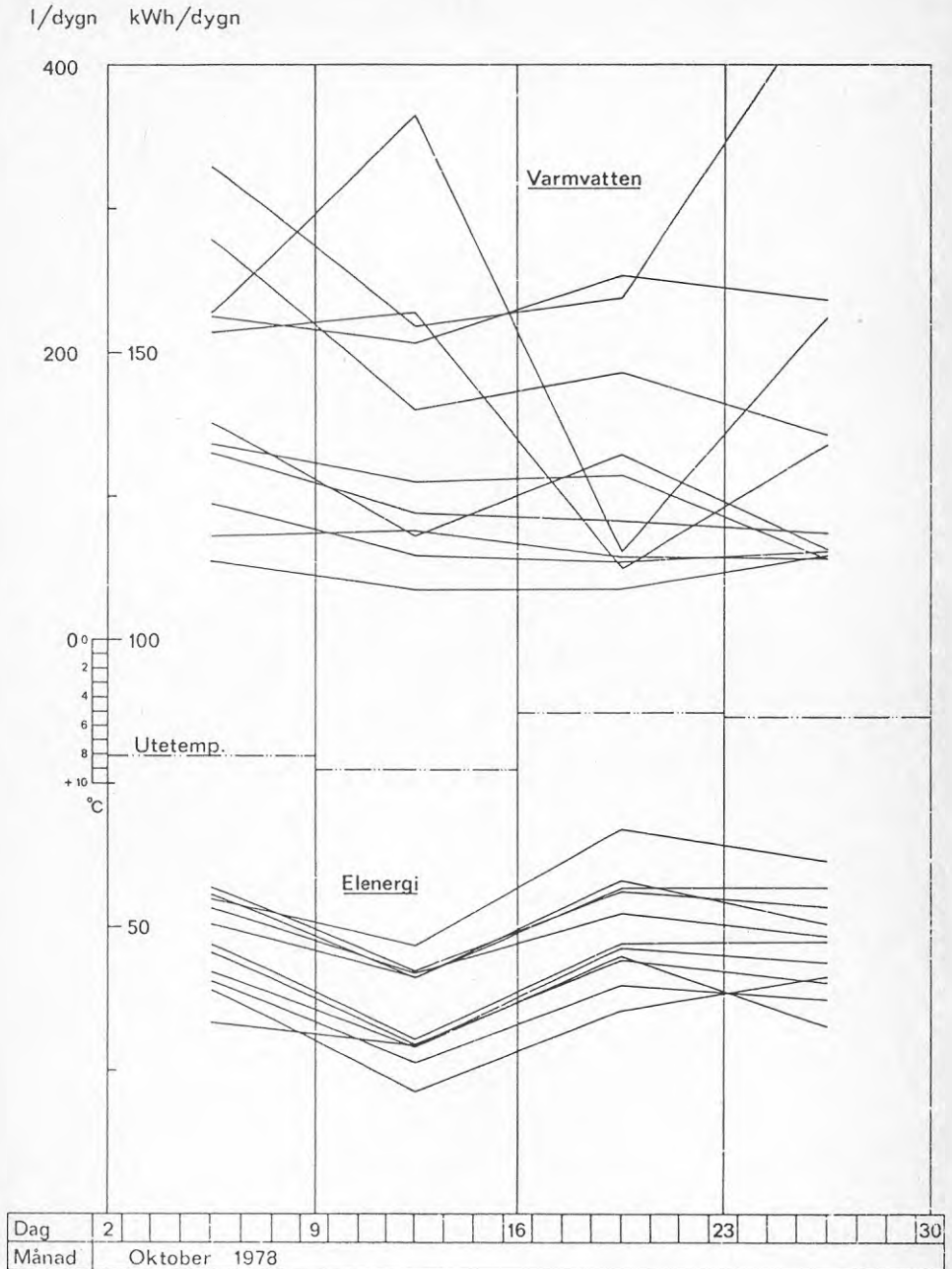
Figur 2.3

Medelvärde av varmvattenförbrukning under olika delar av mätperioden.



Figur 2.4

Förbrukning av varmvatten och total elenergi vecka för vecka i husen i värmepumpgruppen.



Figur 2.5

Förbrukning av varmvatten och total elenergi vecka för vecka i husen i elradiatorgruppen.



## 2.5 Korrelation mellan varmvattenförbrukning och energiförbrukning

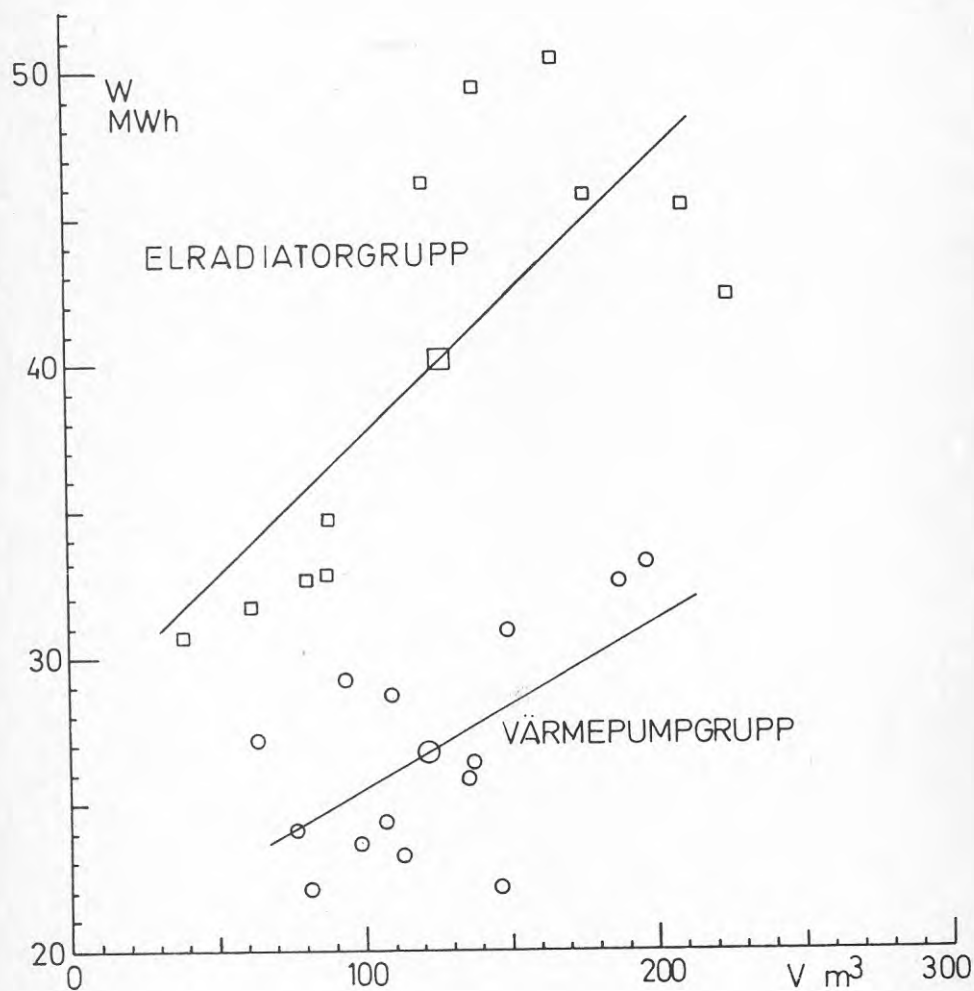
En ökad förbrukning av varmvatten ger i sig en ökad förbrukning av energi som åtgår för att värma upp vattnet. Dessutom är det så att ett hushåll som förbrukar mera varmvatten också förbrukar mera hushållsel för andra ändamål. För att kunna göra jämförelser mellan hushåll med olika varmvattenförbrukning kan det därför vara intressant att närmare studera sambandet mellan varmvattenförbrukning och total energiförbrukning. I tabell 2.3 och figur 2.6 visas resultaten av en linjär korrelation efter minstakvadratmetoden.

Av tabellen och figuren framgår att korrelationen är ganska svag, varför resultatet bör tolkas med försiktighet.

Vid besök på platsen 1978-11-30 uppmättes varmvattentemperaturerna i samtliga hus. Med hjälp av dessa värden har beräknats den effekt som skulle åtgå för att värma vattnet om det kunde ske förlustfritt. Denna teoretiska nettoeffekt har redovisats i tabellen för jämförelse med koefficienterna 57,1 respektive 95,9 kWh/m<sup>3</sup> i de angivna ekvationerna.

Tabell 2.3 Samband mellan varmvattenförbrukning  $V$  m<sup>3</sup> och total energiförbrukning  $W$  kWh under försöksperioden (728 dygn) samt teoretisk nettovarmvatteneffekt

Husgrupp	Erhållet samband	Korrelationskoefficient	Teoretisk nettovarmvatteneffekt kWh/m <sup>3</sup>
Värmepumpgruppen	$W = 19710 + 57,1 V$	0,607	50,0
Elradiatorgruppen	$W = 27950 + 95,9 V$	0,769	63,9



Figur 2.6

Linjär korrelation mellan varmvattenförbrukning  $V$  och total energiförbrukning  $W$  under försöksperioden. De stora tecknen anger medelvärde inom respektive grupp.

## 2.6 Korrelation mellan utetemperatur och energiförbrukning

Med hjälp av klimatdata från SMHI:s station i Arvika och månadsvärdena på total elförbrukning har ett samband erhållits mellan medelvärdena på utetemperatur och förbrukning. Beräkningen har utförts med hjälp av linjär korrelation enligt minstakvadratmetoden. Resultaten framgår av tabell 2.4--5 och figur 2.7--8. Vid jämförelse mellan tabellerna ser man att korrelationen i detta fall inte har blivit bättre av att ta hänsyn till varmvattenförbrukningens säsongmässiga variation. Däremot har värdet på specifik effekt minskat något, särskilt för elradiatorgruppen.

## 2.7 Specifik effekt

Det i 2.6 erhållna värdet på specifik effekt är betydligt lägre än det som anges i 1.4. I första hand torde detta bero på att ventilationen har varit mindre än 0,5 oms/h. I andra hand kan de vid beräkningen använda K-värdena vara något pessimistiska.

## 2.8 Energiförbrukningens vindberoende

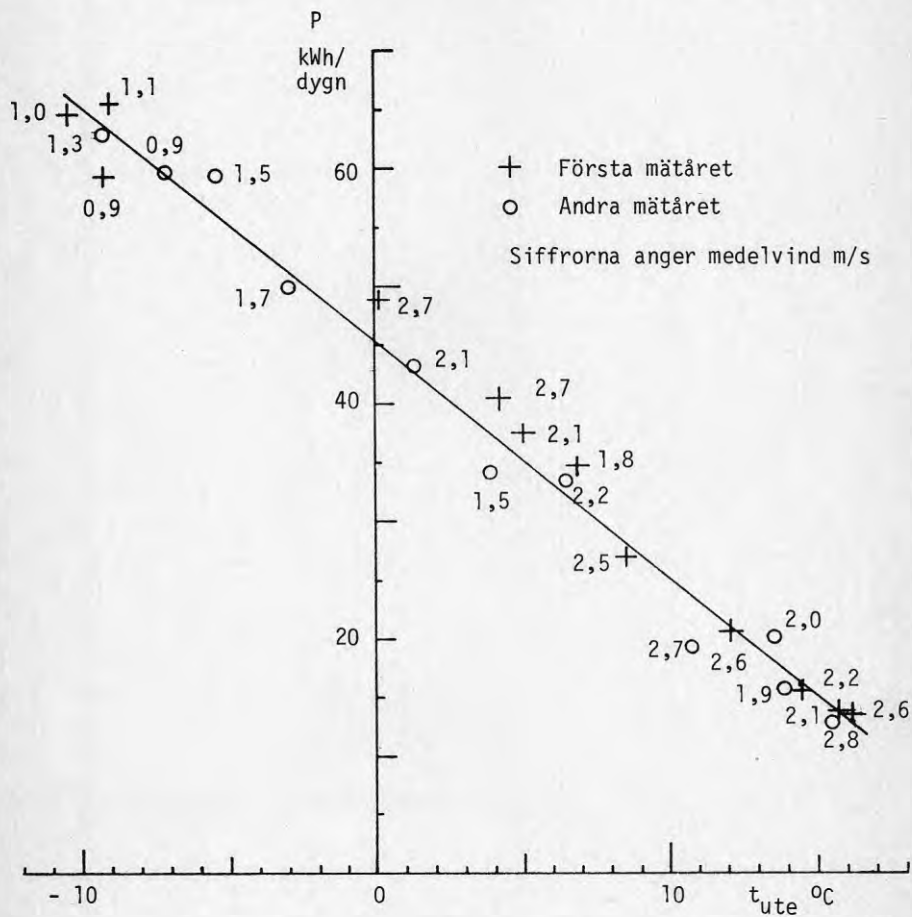
Trots att husen ligger relativt skyddade med en omgivande terrängmask av i medeltal ca  $10^0$  kan man i figur 2.7--8 se att relativt små förändringar i vindhastighet ger betydande ändringar i energiförbrukning. Detta stämmer väl överens med tidigare undersökningar av en villa i Kristianstad, liksom med von Platens undersökningsresultat (1). Vid jämförelser mellan energiförbruknings-siffror för hus på olika platser är det av mycket stor betydelse att ta hänsyn till vindhastigheten på respektive mätplats.

Tabell 2.4 Linjär korrelation mellan utetemperatur  $t_{ute}$  °C och total energiförbrukning P kWh/dygn utan hänsyn tagen till säsongmässig variation i varmvattenförbrukning

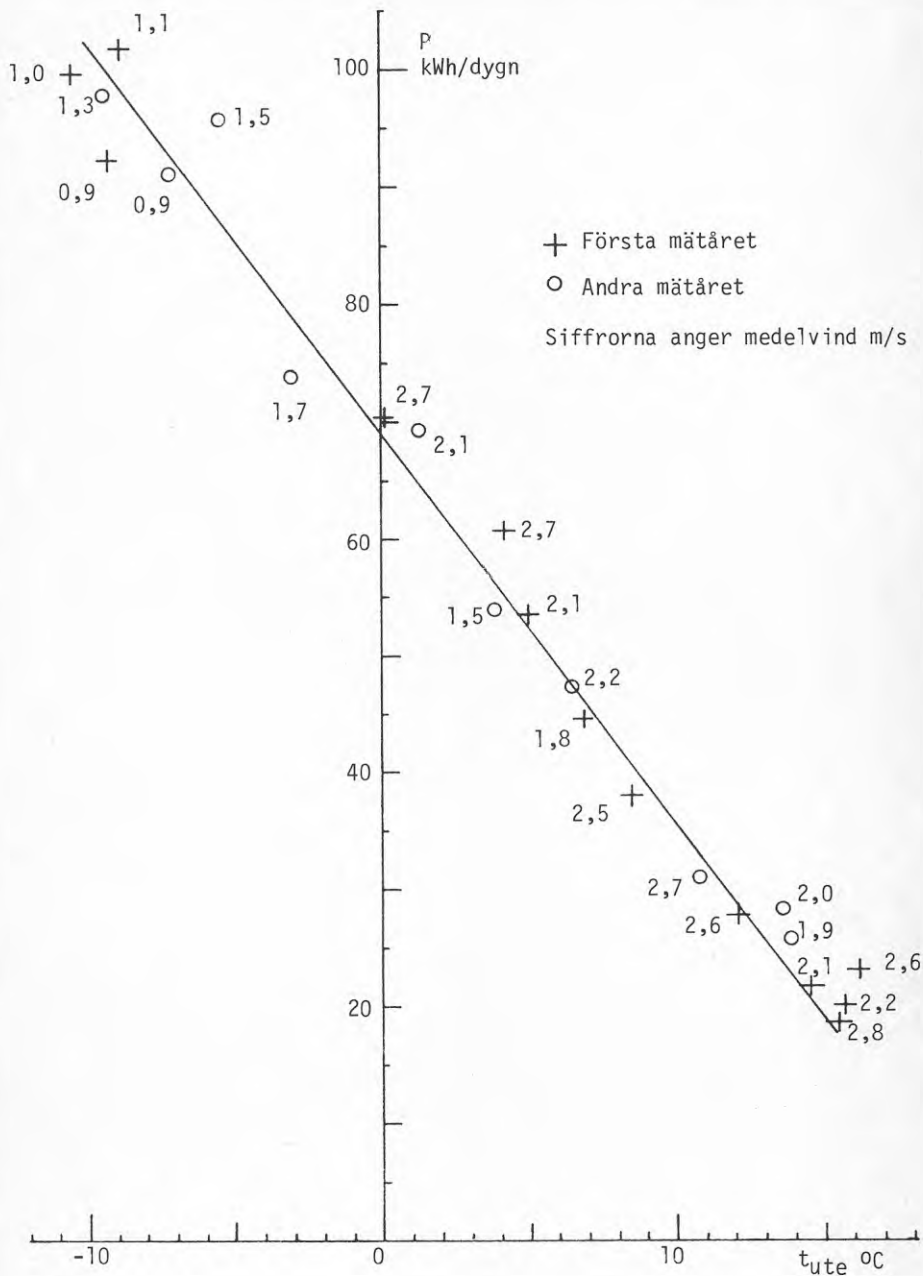
Grupp	Erhållen formel för P	Korrelationskoefficient	Specifik effekt W/°C	$t_{ute}$ för P = 0
Värmepump	$P = 45,4 - 2,02 t_{ute}$	0,992	84,0	22,5
Elradia- torer	$P = 69,1 - 3,18 t_{ute}$	0,992	132,3	21,8

Tabell 2.5 Linjär korrelation mellan utetemperatur  $t_{ute}$  °C och total energiförbrukning P kWh/dygn med hänsyn tagen till säsongmässig variation i varmvattenförbrukning

Grupp	Erhållen formel för P	Korrelationskoefficient	Specifik effekt W/°C	$t_{ute}$ för P = 0
Värmepump	$P = 45,5 - 2,00 t_{ute}$	0,991	83,4	22,7
Elradia- torer	$P = 68,3 - 3,06 t_{ute}$	0,991	127,5	22,3



Figur 2.7 Korrelation mellan utetemperatur  $t_{ute}$  och energiförbrukning  $P$  för värmepumpgruppen.  
 Hänsyn ej tagen till varmvattenförbrukningens säsongmässiga variation.



Figur 2.8 Korrelation mellan utetemperatur  $t_{ute}$  och energiförbrukning P för elradiatorgruppen.  
 Hänsyn ej tagen till varmvattenförbrukningens säsongmässiga variation.

## 2.9 Energibesparing

Av tabell 2.6 kan man utläsa att energibesparingen i de aktuella värmepumphusen, jämfört med elradiatorhusen är 6.500 å 6.600 kWh/år vid en årsmedeltemperatur av 4,40°C. För likartat belägna hus av samma utförande kan energibesparingen vid andra temperaturer beräknas med hjälp av uppgifterna på specifik effekt i tabell 2.5. För Arvikas normala årsmedelvärde 5,55°C blir energibesparingen 440 kWh lägre.

Ett annat mått på energibesparingen kan fås genom att direkt jämföra värdena på specifik effekt i tabell 2.5. Kvoten mellan elradiatorgruppens och värmepumpgruppens specifika effekter blir 1,53. Detta tal kan man kalla för årsmedelvärmefaktor för värmepumphusen, ej att förväxla med värmepumpens värmefaktor.

Tabell 2.6 Medelvärde av utetemperatur  $\bar{t}_{ute}$  °C samt skillnad i total energiförbrukning W kWh/hus mellan elradiatorgrupp och värmepumpgrupp efter korrektion för olika varmvattenförbrukning och varmvattentemperatur

Första mätåret 367 dygn		Andra mätåret 361 dygn		Hela mätperioden 728 dygn	
$\bar{t}_{ute}$	W	$\bar{t}_{ute}$	W	$\bar{t}_{ute}$	W
4,37	6.420	4,43	6.640	4,40	13.100

## 2.10 Rumstemperatur

Vid besök på platsen 1978-11-30 mättes rumstemperaturerna på nio ställen i samtliga hus. Medeltemperaturen i värmepumpgruppen var 20,53°C och i elradiatorgruppen 19,95°C med standardavvikelser 1,14 resp 1,85°C. Medeltemperaturen räknat på samtliga hus var 20,27°C. Korrigeras energiförbrukningen till detta medelvärde ökar besparingen med 550 kWh/år.

Vid senare kontroller av temperatur i nedre hall och allrum på övre våningen 1979-04-24 låg värmepumpgruppen på 21,34°C och elradiatorgruppen på 20,79°C. Vid kontroll av temperaturen i nedre hall 1979-10-01 låg värmepumpgruppen på 20,49°C och elradiatorgruppen på 20,37°C.

Korrelationsberäkningen i 2.6 tyder på att värmepumpgruppen haft ungefär en halv grad högre rumstemperatur än elradiatorgruppen. Tidstyrningen i elradiatorhusen kan dock ha gjort att de boende där haft lika god temperaturkomfort som de i värmepumphusen. En reservation är dock att de boende uppgett att tidstyrningen använts i ganska liten utsträckning.

## 2.11 Familjestorlekar

Vid besök på platsen 1978-11-30 erhöles uppgifter på antal familjemedlemmar. Medeltalet var i värmepumpgruppen 2,9 och i elradiatorgruppen 3,2 personer. Skillnaden är alltså ganska liten. Ett försök till korrelationsberäkning mellan energiåtgång och antal



familjemedlemmar gav till resultat en mycket svag korrelation som knappast kan läggas till grund för några vidare beräkningar.

Antalet familjemedlemmar torde i första hand påverka förbrukningen av tappvarmvattenenergi och hushållsenergi. Vid beräkning av korrigerad energibesparing är det därför säkrare att använda uppmätta värden på varmvattenförbrukning. Hushållsenergin tillgodos göres till största delen för uppvärmning, varigenom variationerna får ringa inflytande på den totala energiåtgången.

#### 2.12 Täthetsprovning

Två av husen i elradiatorgruppen provades 1978-03-14 enligt den s k tryckmetoden. De uppvisade en luftläckning av 3,3 resp 2,4 oms/h vid 50 Pa.

#### 2.13 Värmepumpens funktion

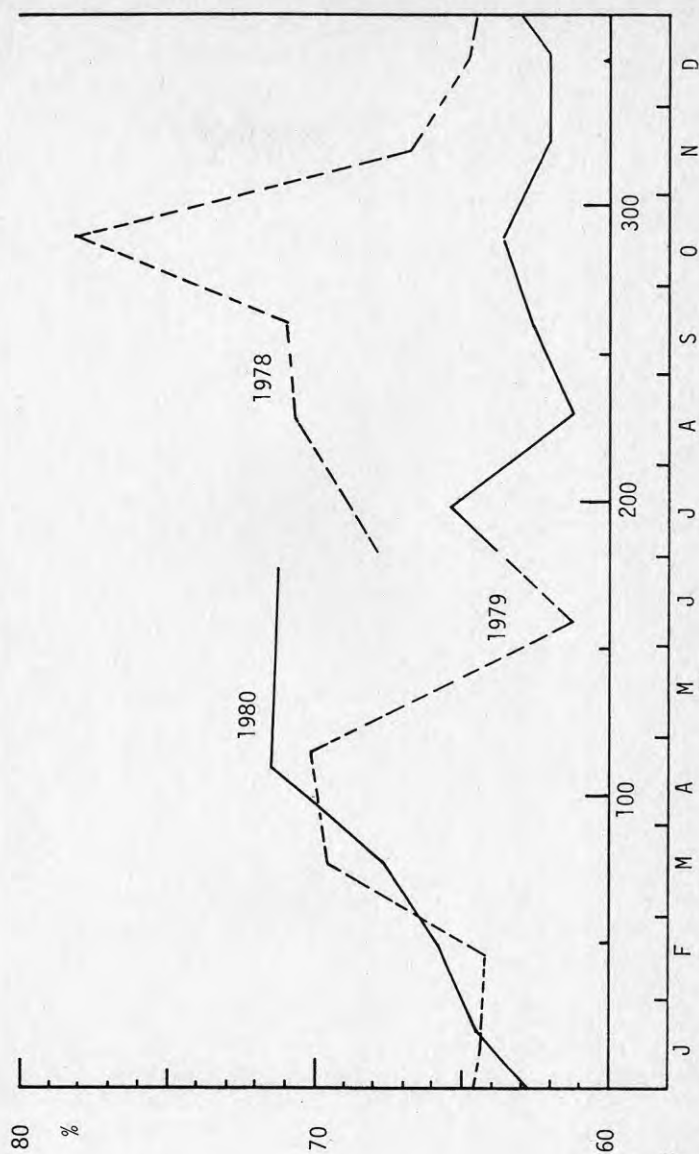
Vid besök på platsen 1980-05-06 uppgav 7 av hushållen att värmepumpen hade fungerat utan reparationer, 4 hushåll var ej i tillfälle att svara och 3 uppgav att de hade haft ett mindre, tekniskt fel som reparerats omgående. En del klagomål på störande ljud har förekommit. Surr från kompressorn har nått in till närbeläget sovrum. En del rörljud har också varit störande på grund av en olycklig upphängning av rör på väggen mot sovrummet.

En naturlig säsongmässig variation i värmepumpens effektivitet kunde konstateras genom att jämföra husgruppernas elförbrukning månad för månad, se figur 2.9. Under vinter och vår försämras värmepumpens Carnotverkningsgrad på grund av sjunkande förångningstemperatur. Detta ger utslag i en ökande relativ elförbrukning i värmepumphusen.

Orsaken till kurvtoppen i oktober 1978 har ej kunnat klarläggas.

Vissa mindre anmärkningar har riktats mot att värmesystemet kan bidra till övertemperaturer i huset vid utetemperaturer på 10 - 15°C. På grund av enrörssystemet och avsaknad av shuntventil cirkulerar 50-gradigt vatten i rörslingorna i huset. Trots att radiatortermostatventilerna stänger kan p g a detta förhållande temperaturen stiga över önskat värde.

Vid snösmältningen på våren skulle man kunna förvänta sig en senare bortsmältning i de trädgårdar som har ytjordvärmeslingor. Detta har dock hittills icke kunnat konstateras i någon nämnvärd utsträckning. På någon tomt med ytjordvärmeslinga kunde konstateras parallella förhöjningar i jordytan med ett par centimeters höjd. Detta skulle kunna bero på den ökade tjälskjutning som sker runt slangen, jämfört med omgivande mark.



Figur 2.9  
Värmepumpgruppens totala  
energiförbrukning i procent  
av elradiaatorgruppens

## 2.14 Ekonomi

Merkostnaden för uppförande av värmepumphuset jämfört med elradiatorhusen har uppgått till 35.000:- i 1978 års penningvärde. Räknas med ett kilowattimmepris på 17 öre och en årlig besparing av 6.200 kWh fås en avkastning på insatt kapital av 3 %. Räknas med en årlig underhålls- och servicekostnad av 350:- återstår 2 % avkastning.

## LITTERATURFÖRTECKNING

- 1 von Platen, M, 1980, Vindreduktion. Redovisning av förstudie, projekt nr 791574-7 Statens Råd för Byggnadsforskning, Stockholm



**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 780540-6  
från Statens råd för byggnadsforskning till AB Skånska  
cementgjuteriet, Malmö.**

**R45: 1981**

**ISBN 91-540-3471-X**

**Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr: 6700345**

**Abonnemangsgrupp:  
W. Installationer**

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

**Cirka pris: 35 kr exkl moms**