



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

R90:1979

A149 (652)

**Värmepumpinstallation i
en befintlig villa med
konventionell oljepanna
och vattenradiatorer**

Luft-vatten-system

Ola Gröndalen

Byggforskningen

R90:1979

VÄRMEPUMPINSTALLATION I EN BEFINTLIG VILLA MED
KONVENTIONELL OLJEPANNA OCH VATTENRADIATORER

Luft-vatten-system

Ola Gröndalen

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
750488-4 från Statens råd för byggnadsforskning
till Sydkraft AB, Malmö.

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

R90:1979

ISBN 91-540-3074-9
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1979 955625

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	5
1 BESKRIVNING AV HUSET	7
2 VAL AV VÄRMEPUMP, INSTALLATION OCH FUNKTIONSSÄTT	7
3 TEKNISK SPECIFIKATION	8
4 TEKNISK SPECIFIKATION ÖVER MÄT- UTRUSTNINGEN	9
5 VATTENFLÖDE I SYSTEMET	10
5.1 Radiatorkrets	10
5.2 Kondensorkrets (VX2)	10
5.3 Varmvattenvärmeväxlare (VX1)	10
6 LEVERANS, INSTALLATION OCH PROV- KÖRNING AV PUMPEN	11
7 PROV MED SEPARATA KONVENTIONELLA ELRADIATORER	11
8 MÄTNING PÅ OLJEPANNA UNDER MARS- AUGUSTI 1976	13
9 RESULTAT AV KÖRNING MED VÄRMEPUMP SEPTEMBER 1976 - DECEMBER 1976	14
10 RESULTAT AV VÄRMEPUMPMÄTNINGAR UNDER 1977	15
11 DISKUSSION AV VÄRMEPUMPENS FUNKTION SOM VÄRMEALSTRARE	17
12 LUFTFÖRORENINGAR	18
13 JÄMFÖRELSE MELLAN VÄRMEPUMP, OLJE- ELDNING OCH DIREKTELVÄRME AVSEENDE EFFEKTIVITET	19
14 JÄMFÖRELSE MELLAN VP, DIREKT EL OCH OLJA AVSEENDE EKONOMI	19
15 JÄMFÖRELSE MELLAN VP, DIREKT EL OCH OLJA AVSEENDE FÖRBRUKNING AV PRIMÄRENERGI OCH NATURRESURSER	20
16 VÄRMEPUMPEN SOM ERSÄTTNING FÖR OLJEBASERAD ENERGI OCH DISKUSSION AV STÖDÅTGÄRDER VID VÄRMEPUMP	22

17	SAMMANFATTNING AV ERFARENHETER AV LUFT-VATTENVÄRMEDPUMP I Ö GREVIE . . . 23
18	VÄRMEDPUMP UR ELDISTRIBUTÖRERS OCH KRAFTFÖRETAGETS SYNVINKEL 24
19	ÖVERSIKT ÖVER BILAGOR 27

SAMMANFATTNING

Praktiska prov av värmepumpar för villainstallationer har bedrivits under flera år genom bl a kraftföretagens försorg. Även Sydkraft har aktivt engagerat sig i detta arbete.

I denna rapport redogörs för installation och resultat av driften av värmepumpen i Ö Grevie. Denna har skett utan några driftmässiga störningar. Resultatet är i korthet att under 1976 14 sept - 31 dec producerades 8 474 kWh med en värmefaktor i medel av 2,21. Under 1977 producerades 23 663 kWh och värmepumpens elektriska energibehov var 9 807 kWh. Således en värmefaktor i medel av 2,41.

Genom värmepumpsexperimentet kan slutsatsen dras att i stället för användning av ca 3 380 l olja och 5 600 kWh el används totalt 16 300 kWh elenergi under 1977. Sammanfattningsvis får resultatet av körningen hittills anses mycket gott. Dock kunde aggregatet ej tas i drift förrän 1 år senare än ursprungligen avsett på grund av diverse problem.

Från september 1976 har värmepumpen helt försörjt det aktuella huset. Olika alternativ för värmeförsörjning av hus diskuteras i papperet, och slutsatsen är att en värmepump med så hög värmefaktor som denna alltid är välmotiverad om elenergin ej i sin helhet genereras av kondensbaserade oljekraftverk. Kombinationen kärnkraft/vattenkraft (vindkraft (?)) och värmepumpar måste ur försörjningssynpunkt (förbrukning av primär-energi) vara intressant. Huruvida den ekonomiskt kan försvaras är mera diskutabelt i alla fall med dagens priser.

Då det är angeläget att så långt möjligt komma bort från oljeberoendet bör någon metod sökas att stödja installation av värmepumpar i både liten och stor skala. Ett sådant stöd skulle kunna möjliggöra att värmepump väljs i stället för de alternativ som nu allmänt används nämligen olja eller direkt eluppvärmning.

Elkraftföretagen bör ta initiativ till att få fram en sorts typgodkännande av värmepumpar. För närvarande har kunder utan mätresurser ej möjlighet att få en korrekt information om värmepumpens verkliga prestanda.

1 Beskrivning av huset

Detta är en ordinär enfamiljsvilla av typ ett plan med isolerad och uppvärmd källare.

Hela den värmda ytan är ca 220 m². Fönsteryta totalt ca 20 m². Därtill kommer att i garaget ett värmeelement finns. Detta senare är dock strypt. Huset är byggt år 1968 enligt då gällande bestämmelser beträffande isolering etc. Dock utfördes källarisoleringen betydligt bättre och vissa väggar gavs tilläggsisolering. Senare har vindens isolation utökats. Värmesystemet är från början av typ konventionell oljeeldning fram till 1976. Beräknad effekt för värme är 12 kW vid -14°C DUT. Motsvarande värde vid +3°C gav 6,5 kW. De i verkligheten mätta värdena är lägre vilket kan förklaras av värme från bl a människor, solinstrålning och mindre ventilationsförluster än beräknat.

Av fig 1 visas energiförbrukningen under tiden 1969-1977. Det är intressant att se effekten av energikrisen 1973.

De måtanordningar som finns installerade möjliggör fortsatta studier av olika arrangemang vilket under-tecknad är positiv till.

2 Val av värmepump, installation och funktionssätt

Efter granskning av diverse underlag och diskussioner med Tour Agenturer (TA) beställdes värmepumpen för leverans september 1976. Systemutformning skedde i samarbete mellan SK och TA. Bl a bestämdes att placera pumpen på vinden. Detta motiverades av att det tidigare observerats högre temperaturer på vinden som är uppvärmd och detta i synnerhet under soliga perioder.

Valet av TA:s pump baserades bl a på av TA angivna tekniska data och den finessrika utformningen av reglersystemet.

FUNKTIONSSÄTT

Värmepumpen är av typ TA 3001 och överför energi i uteluft till varmt vatten för radiatorer och tappvatten. Fig 2 visar principen. Pumpen består av två huvuddelar, energitransformatorn som planerats på vinden och energiackumulatorn som placerats i pannrummet intill den ursprungliga oljepannan. Hopkoppling har skett med oljepannan både på radiator- och tappvattenkretsen. Pannan kan köras som spetsvärme i fall värmepumpen ej räcker. Energin överförs från kylkretsen till två värmeväxlare VX1 och VX2 (6 respektive 7 i fig 2). VX1 skall utnyttja gasens överhettning och producera varmt tappvatten 50-60°C, medan VX2 är kondensorn. De två värmeväxlarna är förbundna med varandra på grund av reglersystemet som bygger på laddning och urladdning av en 210 l vattentank i energiackumulatorn. Detta möjliggör vid dellast relativt långa gångtider vilket är fördelaktigt.

Vidare erhålls från en underkylare ca 150 m³ uppvärmd luft per timme. Denna luft förs från vinden via en trumma ned i källaren. Tanken med varmlufttillförseln är att balansera det naturliga draget.

Luften till förångaren förs via ett filter och ljudfälla och en fläkt och blåses sedan nedkyld ca 5°C ut på yttertak via en trumma. Luften kan antingen tas från vinden, vilket var den ursprungliga tanken, eller direkt utifrån. Denna senare möjlighet har införts under 1977 och varit i drift relativt kort tid. Något entydigt resultat av dessa alternativa intag har hittills ej nåtts som senare skall visas. Fig 3 visar ett förenklat processchema med ca värden på effekten.

För att kunna få underlag för utvärdering av pumpens egenskaper har en relativt omfattande mätutrustning installerats med mätanordningar för värmeenergi och elenergi (jämför 4).

3 Teknisk specifikation

Typ	Tour Agenturer TA 3001
Kompressor	Tecumseh AH 5540E, 380 V, 50-60 Hz, 3 hp nominellt
Luftfläkt	Ziel-Abegg 450-6D. Ca 2 000 m ³ /h. 220 W
Förångare	Ca 52 m ² , 3 parallella grenar
Underkylare	ca 11 m ²
Värmeväxlare	En för het gas, en kondensor. Halstead & Mitchell WR 200.

Kylmedium	Freon R22
Expansionsventil	Flica TMXC 3,5-F22-F
Lågtryckspressostat	Ranco G20-4051 ställd på 0,4 bar
Högtryckspressostat	"- 23,5 bar
Avfrostning	Temperaturstyrd
Vattentank	210 l dubbelmantlad
El-element	2 x 3 kW (kan kopplas in manuellt eller automatiskt)
Temp reglering	Elektronisk TA med utetempgivare, inomhusgivare för begränsning och klocka för sänkning av temp (natt).
Vattenpumpar	Grundfos VPS 20-45 och UP26-65
Luftmängd från underkylare	Ca 150 m ³ /h utan hjälpfläkt Ca 180 m ³ /h med hjälpfläkt
Hjälpfläkt	LHG kanalfläkt 2 040 r/m 62 W. Körs kontinuerligt vid vindslufttemp >20°C.
Luftfilter	Amerglas 80. Avskiljning 84 % (ASHRAE 52-68)
Nominell effekt avgiven	9 kW (jämför resultatredovisning)
Nominell effekt tillförd	3 kW (jämför resultatredovisning)

4 Teknisk specifikation över mätutrustningen

Energien mäts genom temperatur och flödesmätning. Netto energi till radiatorer och tappvatten mäts. Vissa förluster i rörledningar och vattentank inkluderas ej i mätningen. Dessa förluster har i samråd med TA och efter körning med elvärme bestämts till ca 200 W. El-energin mäts med två st dubbel-tariff el-mätare, Siemens 7CA 3442 klass 2.

Elenergi till kompressor vid produktion, kompressor vid avfrostning. Pumpens hela elenergi vid gång och pumpens elbehov vid ej drift.

Flödesmätare vatten	MT5 0,25-1,5 m ³ /h noggrannhet ± 2 % från 0,25 m ³ /h. Påbyggt impulsverk 40 pulser/varv.
---------------------	--

Motståndstermo- metrar	TM 152. Nickel TK = $0,00617 \frac{\Omega}{^{\circ}\text{C}}$ Resistans $100 \Omega \pm 0,1 \Omega$ vid 0°C enligt DN 43760
Integrator	Elektronisk SVM 651. Tempdiff 0-100°C.
	Noggrannhet $\pm 4 \%$ inom 10-25 %
	" $\pm 2 \%$ inom 25-50 %
	" $\pm 1 \%$ inom 50-100 %
Luftflödesmätare	SF EHBA 012. Elektronisk impuls- givare till integrator.
Gångtidsmätare för drift, avfrostning, tillsatsel och brännare finns.	

5 Vattenflöde i systemet

Med hjälp av vattenmängdsmätarna och av TA levererade strypventiler har vattenflödet i systemets olika grenar bestämts.

5.1 Radiatorkrets

P1, P2 igång, V1 öppen, V2 stängd, V5 helt öppen
 ΔP över V5 ger 900 l/h; vattenmängdsmätare ger 780 l/h. Om vattenmängdsmätaren är rätt ger alltså TA-STA-T1 15 % för högt flöde.

$$\underline{Q_R = 780 \text{ l/h}}$$

5.2 Kondensorkrets (VX2)

- a) P1, P2 igång, V1 öppen, V2 stängd.

Flöde mätt genom ΔP över V7, $Q = 800 \text{ l/h}$.

Värdet bör bli lika som 5,1 dvs 780 l/h. Felvisning 2,5 % för mycket.

$$Q_{VX2} = 780 \text{ l/h}$$

- b) P1, P2 igång, V1 och V2 öppen (dvs urladdning).

Flödet mätt genom ΔP över V7. $Q = 750 \text{ l/h}$

$$Q = 750 \text{ l/h.}$$

5.3 Varmvattenvärmeväxlare (VX1)

- a) P1, P2 igång, V1 öppen, V3 stängd

Flödet mätt över strypventil ger 290 l/h.

Kontroll via vattenmätare ger ca 270 l/h

$Q = 270 \text{ l/h}$

b) P1, P2 igång, V1, V2 Öppen

Resultat:

$Q = 270 \text{ l/h}$.

6 Leverans, installation och provkörning av pumpen

Pumpen var beställd för leverans sept 1975. Den levererades i slutet av nov 1975 och startades dec 1975 och hölls i gång 15 dec till 27 dec 1976. Det stod snart klart att den ej hade på långt när de prestanda som förväntats och efter samråd med TA togs den ur bruk.

Efter diverse undersökningar visade det sig att felet låg i expansionsventilen, men att även andra modifieringar borde göras enligt resultat av prov på KTH. TA beslöt att byta energitransformatorn vilket skedde september 1976 varefter den omedelbart togs i drift. Den har sedan dess fungerat utan problem.

För att få underlag för jämförelse med direktvärmade elradiatorer och konventionell oljeeldning gjordes mätningar under hela den period då värmepumpen ej kunde köras. Flera intressanta resultat kom fram enligt följande.

7 Prov med separata konventionella elradiatorer

Som angivits under avsnitt 6 ingick i mätprogrammet att få en bas för jämförelse mellan olika metoder för uppvärmning. Eftersom det på andra platser visat sig att direkt elvärme tar nära ett minimum av energi skulle detta vara en intressant jämförelse.

Mätningen utfördes med de lösa radiatorer med gångtidsmätare som SK anskaffat för sådant ändamål under tiden 1975-12-27--1976-01-04.

Under denna mätning användes elpatronerna i värmepumpens energiackumulator för tappvarmvattenförsörjningen. Eftersom elenergin till energiackumulatorn och energin i varmvattnet mättes erhöles värden på förluster från energiackumulatorn.

Tabell 1 Resultat av prov med konventionella elradiatorer

	27.12- 29.12	29.12- 31.12.75	31.12-75 2.1.76	2.1.76- 4.1.76	Hela perioden
A Radiatorer kWh	120,7	133,9	138,9	155,7	549,2
B Periodens tid h	54	48	48	48,5	198,5
C El för varmvatten kWh	12	20	16	18	66
D Förluster i VV tank kWh	16	12,3	14,7	15,9	56,9
E Σ energi för värme och VV	148,7	166,2	169,2	188,6	672,1
F Σ energi enligt deb. mätare	223,2	220	214	236	893
G El för annat än värme och VV	74,5	53,2	44,2	47,4	221,1
H ^{x)} Total värmeeffekt A + 0,25 C+D+0,75 G	195	191,2	189,9	211,1	788,4
Effekt i medel H/B kW	3,6	3,98	3,95	4,35	3,97
Medeltemperatur (ute)	+6,5	+5	+2,5	-3	+3,1

Husets värmeförbrukning har plottats i figur 4. Jämför även figur 6 beträffande värmebehov vid oljeeldning och figur 11 vid värmepump.

Beträffande kurvan måste observeras att köldperioden var kort under sista delen av mätperioden och att resultatet på grund av husets värmetröghet sannolikt visar för lågt värde.

x) För beräkning av total effekt som är nyttig för värme har Munthers metod använts.

8 Mätning på oljepanna under mars-aug 1976

Genom några enkla tillägg i mätutrustningen blev det möjligt att noggrant mäta oljemängd och producerad energi i pannan. En oljemängdsmätare av fabrikat Kent 2,3 - 4,5 l/h med en noggrannhet ± 1 % installerades efter oljepumpen.

Tabell 2 Resultat av mätning på oljepannan

Mätperiod	Brännare				Tillförd energi		Avgiven energi		Pannverkningsgrad	Till radiatorer		Övrig el	Total värme	Temp medel	
	Tid	h	Gångtid h	%	Förbrukn 1	olja kWh	Till cirk pump kWh x)	Från panna kWh	Till varmvatten kWh	$\eta = \frac{①+②+③}{④+③}$	kWh	Medel effekt kW	kWh	⑤ + 0,75 ⑥ + 0,25 ②	°C
	⑦				④	③	①	②		⑤		⑥	⑦		
13.3-20.3	168	32,2	19,2	84,69	847	23,4	621	61	81	590	3,5	116	4,12	-1,4	
20.3-27.3	168	32	19	84,67	847	20,8	614	67	81	586	3,5	120	4,12	-0,55	
27.3- 3.4	166	29,7	17,9	79,55	796	18,9	557	66	79	531	3,36	98	3,74	+4,85	
3.4- 8.4	116	23,2	20	61,29	613	16,7	442	46	80	421	3,63	85	4,27	4,3	
8.4-20.4	299	elpatron använd. Termostat nedställd										67	0,22	66	0,39
20.4-24.4	96	16,1	16,8	43,66	437	11,4	287	38	75	269	2,8	65	3,4	4,4	
24.4- 1.5	168	25,6	15,2	66,47	665	19,9	449	73	79	420	2,5	112	3,1	5,4	
1.5- 8.5	168	23,4	13,9	60,65	607	20,1	374	65	73	340	2	110	2,61	8,6	
8.5-16.5	182	20,2	11,1	50,85	509	21,9	293	70	72,5	261	1,44	99	1,94	11,8	
16.5-23.5	171	17,6	10,3	44,9	449	20,6	247	71	72	218	1,27	96	1,8	13,7	
23.5-30.5	168	15,7	9,3	40,24	402	20,3	214	62	70	189	1,13	102	1,67	9,9	
30.5- 6.6	168	13,3	8	34,57	346	20,8	171	55	67	151	0,9	101	1,43	12,5	
6.6-13.6	175	11,7	6,7	30,21	302	25,5	115	67	63,4	104	0,6	98	1,11	14,5	
13.6-20.6	168	8,6	5,1	22,2	222	27,4	65	51	57,5	56	0,33	Ej not	-		
20.6-27.6	168	9,3	5,5	23,18	232	25	45	71	55	83	0,5	Ej not	-		
27.6- 8.8	1007	33,9	3,4	88,2	882	95,7	38	254	39,7	50	0,05	Ej not	-		

Av tabellen framgår att pannan har en överraskande hög verkningsgrad. Den är av typ Exonom A20 och enligt rökgasanalys 1.5.74 erhöles 11 % CO₂ vid sotal 1 enligt Bacharach-skala. Röktemp max 185°C efter pannan.

- x) Genom användning av energiackumulatorns cirkulationspump kunde elenergibehovet till denna fastställas.

Pannans verkningsgrad som funktion av gångtiden har plottats i figur 5.

Husets värmeförbrukning vid olika utomhustemperaturer har plottats i figur 6. Jämför även figur 4 beträffande värmeförbrukning vid direkt elvärme och figur 11 över dito vid värmepumpsdrift.

9 Resultat av körning med värmepump
september 1976 - december 1976

Resultatet har redovisats i rapport ÅS 7701-50. Under 1976 producerades 8 474 kWh med en medelvärmefaktor av 2,21 under pumpens gång. Luften togs hela tiden från vinden under mätperioden. Figur 13 visar resultatet.

10 Resultat av värmepumps­mätningar under 1977

Pumpen var i drift för värmeproduktion under 3 205 h (37 %) under året.

Gångtid för avfrostning var 62 h eller 1,8 %. Under årets varmare tid förekommer ej avfrostning. (Jämför fig 10).

Total produktion var 23 663 kW och pumpens elenergi-behov under gång 9 807 kW. Således en genomsnittlig värmefaktor (COP) på 2,41.

Mätningen av värmeförlust från radiatorerna vid avfrostning var ej i ordning under året. Detta betyder att ett antal kWh skall subtraheras från produktions-siffran.

Nya mätningar ger vid handen att ca 6 kW tas från radiatorsystemet vid avfrostningsdrift.

Med utgångspunkt från detta erhålls:

Netto produktion 23 663 - 62 · 6 = 23 291 kWh

Netto värmefaktor $\frac{23\ 291}{9\ 807} = 2,37$

Tabellerna 3 och 4 nedan redovisar produktions- och konsumtionsvärdena mer i detalj:

Tabell 3. Produktion

	kWh	Värme- faktor	Effekt kW
A Elenergi till kompres- sor	7 923	$\frac{23\ 663}{7\ 923}=2,99$	2,47
B Elenergi till hela pumpen (inkl avfrost- ning) vid gång för produktion	9 807	$\frac{23\ 291}{9\ 807}=2,37$ ^{x)}	3,06
C Totaleleenergi under året inkl avfrostning och pumpenergi	10 726	$\frac{23\ 291}{10\ 726}=2,17$	
D Energi från luften (G-C)	12 937		
E Elenergi för avfrost- ning	120		1,93
F Energi från radiatorer vid avfrostning	372		6
G Energi total från pump (G-H)	23 663		7,37
H Nyttig energi från pump	23 291		

x) Värmefaktorn baserad på värdena vid gång för produktion har valts som representativa då pumpenergi vid vattenburet värme alltid erfordras.

Tabell 4 Den tillförda energins fördelning enligt energimätning

	kWh	%	Anm
Till radiatorsystem	13 627	58,5	
Varm luft från underkylare	5 260	22,6	
Tappvarmvatten	2 370	10,2	
Förluster i vattentank m m	<u>2 034</u>	<u>8,7</u>	Uppskattat till 200 W
Total	23 291	100	

Värmeproduktionen är koncentrerad till den kalla årstiden. Värmepumpens egenskaper framgår av figurerna 7-12.

Fig 7 visar produktionens fördelning veckovis året 1977.

Fig 8 visar uteffekt och effektbehov för pumpen veckovis.

Fig 9 visar värmefaktor veckovis.

Fig 10 visar gångtid i % för produktion och gångtid för avfrostning i % av hela gångtiden.

Fig 11 visar husets värmebehov vid värmepumpsdrift som funktion av utomhustemperaturen. Jämför fig 2 och 4.

Fig 12 visar värmepumpens prestanda som funktion av utgående lufttemperatur.

Observationer betr värmepumpens egenskaper i övrigt

I tabell 5 sammanställs avlästa värden på direktvisande instrument. (Manometrar och resistanstermometrar). Värdena är samtida ögonblicksvärden och bestämda av den för tillfället rådande driftsituationen.

Tabell 5 Värmepumpens kylkretsar. Mätningar med direktanslutna instrument

Lufttemp in	Förågn. temp °C	Lufttemp e förågn.	Kond-temp °C	Retur-vatten VX2	Fram-vatt. VX2	Retur-vatten VX1	Varm luft
12,1	-4,9	6		33	50	47	
6,6	-9,8	0,6	47,5	35	40		-
5	-11,2	-	48	36	41	42	-
0	-13	-3,5	47	33	36	45	22,5
-2,5	-16	-6	44	31	36	39	20,5
-4,2	-18	-7,6	41	30	34	35	18
-5,1	-18,7	-9,2	42	31	34	37	17,4 ^{x)}
-8 (9.2.78)	-12- -20	-	-	28	30	34 39 ^{xx)}	17

x) Fläkt stoppad och spjäll stängt.

xx) e VX1

Samtliga värden i tabellen gäller före utförd balanse-ring av vattenflödena under juli 1977. På grund av läckage i instrument har mätning ej utförts efter denna tid.

I bilaga 1 sammanställs skrivarregistreringar från körning under hösten 1977.

11 Diskussion av värmepumpens funktion som värmealstrare

Fig 7-12 talar sitt tydliga språk att:

- Vid låga temperaturer avtar både uteffekt, effekt-behov och värmefaktor
- Värmepumpen kan ned till en viss utetemperatur hålla aktuellt hus på konstant temp inne. Vid lägre utetemperaturer erfordras tillsatsvärme. I det aktuella fallet ligger denna gräns sannolikt vid ca -5°C under längre tid. Hittills har detta ej inträffat. Panna eller elvärmare har ej varit inkopplade sedan sept -76. En värmepump med en effekt som denna i hus med motsvarande behov verkar vara en välbalanserad kombination.

Tillägg feb 1978.

W806 har varit kallare än tidigare. Pumpen har gått kontinuerligt. Genom att bl a stänga persienner nattid har det gått att hålla ca 19°C med enbart VP trots temp av ned till <-10°C.

- Vid lägre temp än ca -2°C blir temperaturen på varmluften efter underkylaren lägre än 20°C . Även om värmepumpen avger effekt kan denna effekt knappast anses som nyttig om temperaturen ej överstiger 20°C . TA hävdar att drag balanseras och att minst halva varmluftmängden är nyttig. Vi har ej kunnat bevisa eller motbevisa detta tills vidare, särskilda studier erfordras.
- Förångarens dimensionering måste ägnas stor uppmärksamhet. Av tabell 5 framgår att differensen mellan inluftens temperatur och koktemperaturen är mellan 17° och $13,6^{\circ}\text{C}$ beroende av belastningen. Förbättrade förångare borde ge förbättrade resultat.
- I det aktuella huset har framledningstemperaturer högre än 40°C ej behövts. Vid temperaturer ute lägre än ca $-2,5$ kan pumpen ej överhuvudtaget hålla högre temperatur. Differensen mellan fram- och returvatten ligger under vintern vid ca $5-6^{\circ}\text{C}$. Vid värmepumpsdrift är låga temperaturer i systemen av största vikt. Rikligt dimensionerade radiatorer och låg returtemperatur till pumpen är viktigt.
- Pumpens avfrostningssystem fungerar väl. Detta är tydligen en svaghet hos många pumpar.
- Värmepumpen producerar tappvarmvatten i tillräcklig omfattning

12 Luftföroreningar

I den aktuella installationen tas som tidigare omtalats frisk luft via underkylaren och blåses in i huset. (Ca $150\text{ m}^3/\text{h}$ uppvärmd luft). På luftintaget har ett filter anbringats för att i första hand hindra insekter och dylikt att komma in i förångaren.

Efterhand blev emellertid filtret mycket smutsigt och till slut rent svart. Efter ett års drift (dvs 2 300 h) byttes detta och lämnades till analys. Av protokollet bilaga 1 framgår att ca 50 % var organiskt material, att mörkbrun lättflytande olja hade fastnat i filtret och att resten som ej var brännbar sannolikt består av lerjord.

Filtrets avskiljning av finfördelad obränd olja är ej känd, och en okänd kvantitet oförbränd finfördelad olja blåses in i huset årligen. Några indikationer på skadliga effekter har dock ej observerats utöver svärtning av utblåsningsöppning.

Det har dessutom förekommit 5-6 ggr under 1977 att luftspjället fått strypas på grund av att omgivande grannar använt öppna spisar eller eldat med ved i pannorna vilket medfört att rök blåsts in i huset.

Slutsatsen beträffande luftinblåsningen blir att man måste ha effektiva filter i områden med förorenad luft.

Ett bättre alternativ borde vara att recirkulera luften till VP underkylare och borde närmare undersökas.

En särskild finess har införts så att kanalfläkten startas vid högre temperatur än 20°C på vinden. Frisklufttillförsel erhålls därvid till källaren. Detta har fungerat mycket bra och ökar den effektiva värmefaktorn vår-höst.

13 Jämförelse mellan värmepump, oljeeldning och direktelvärm avseende effektivitet

Av figurerna 4, 6 och 11 framgår husets värmebehov vid direkt elvärm, oljebaserad värm och värmepump. Värdena för elvärm är baserade på en kort mätperiod, men de faller dock inom samma område som vid olja. Värdena för värmepump ligger något högre vid temperaturer under ca +5°C. En entydig förklaring kan ej ges till detta på grund av att pannan ej körts med mätning under ett helt år. Faktorer som spelar in är mängden instrålat solvärm, vindstyrka och dessutom luftinblåsningen via underkylaren. Man kan tänka sig att detta ger upphov till ökat drag. Ytterligare experiment skulle behövas för att klarställa detta entydigt.

14 Jämförelse mellan VP, direkt el, och olja avseende ekonomi

Jämförelsen är baserad helt på resultaten av mätning i aktuellt hus.

Tabell 6

	VP	El	Olja
Nyttig energi för värm	23 291 kWh	23 291	23 291 kWh
El i övrigt	5 600 kWh	5 600	5 600 kWh
Elenergi för VP	9 807 kWh	-	-
Elenergi för vattenpumpar	919 kWh	-	500 ^x uppskattat
elenergi	16 322 kWh	28 891 kWh	6 100 kWh
olja vid 70 % pannverkn grad ^x	-	-	3 327 liter

^xI de flesta installationer är sannolikt detta värde för högt.

Tabell 7

Jämförelse mellan värmepump, direkt el och olja baserat på privatekonomisk grund med avseende på endast årlig driftkostnad. Värdena från tabell 6 ligger till grund. SK tariff för 1977 används och oljepris 1977. Underhåll har ej erfordrats varför kostnad härför ej medtas.

	VP	El	Olja	
Kostnad för olja 600 kr/m ³	-	-	2.000 kr	
Kostnad för el enligt SK taxa -78. Tariff D15				
Fast avgift Kr	828	828	-	x) Skatten var ej 3 öre hela -77
Rörlig avgift 9,7+3 ^x) öre/kWh Kr	2.073	3.669		
Tariff D11 Fast avgift Kr	-	-	312	
Rörlig avgift 13,5+3 ^x) öre/ kWh Kr	-	-	1.007	
Sotning Kr	-	-	111	
Totalt Kr	2.901	4.497	3.430	
% relativt VP	100	155	118	

Således kan i detta fall ingen stor skillnad mellan olja och värmepump påvisas vid denna installation med nuvarande prisrelationer mellan olja och el. Skulle oljan bli 50 % dyrare med övriga relationer oförändrade skulle olja bli 52 % dyrare än värmepump.

- 15 Jämförelse mellan VP, direkt el och olja avseende förbrukning av primärenergi och naturresurser

Betraktelsen baseras på att 50 % av elenergin i landet framställs av vattenkraft, 30 % av kärnkraft och 20 % av olja. Kärnkraftverk antas ha verkningsgraden 35 %, oljebaserad kraft 40 %. Vattenkraft 90 %. Värdena på energibehov tas från tabell 6. Jämförelsen är helt baserad på de förhållanden som gäller i vårt fall med luft-vattenvärmepump. Den energibalans som gäller för huset torde vara tämligen typisk för 1 000-tals svenska hus även om givetvis stora variationer finns.

Tabell 7

	VP	Direkt el	Olja
Kärnenergi (värme) kWh	13 990	24 763	5 229
Vattenkraft kWh	9 080	16 050	3 388
Olja i oljekraft- verk (tung olja) kWh	8 161	1 4440	3 050
Olja (Eol) kWh	-	-	33 270
Total oljeenergi kWh	8 160	14 440	36 320
Primär energi kWh	31 231	55 253	44 937
Nyttig energi kWh	29 310	28 891	29 391
<u>Nyttig energi</u> Primärenergi = K1	0,9	0,5	0,65
<u>Primäroljeenergi</u> Nyttig energi = K2	0,28	0,5	1,23

Sammanställningen visar att VP är den definitivt gynnsammaste försörjningsmetoden sett ur primär-energisynpunkt. Fördelningen är dessutom med hänsyn till Sveriges situation gynnsammare än för oljealternativet. Direkt elvärme är som kan förväntas en ur denna synpunkt slösaktig princip.

Sammanställningen visar att vid värmepump konsumeras endast 56,5 % av primär energi jämfört med direkt elvärme. Hade endast uppvärmningsdelen betraktats hade resultatet blivit motsvarande värmefaktorn, dvs 42,3 %.

Sammanställningen visar att vid värmepumpsdrift är den primära oljeenergiandelen ganska liten. Värmepump måste därför ses som en möjlighet att reducera oljeberoendet. Resultatet har grafiskt åskådliggjorts i fig 14.

Obs

Det bör observeras att oljepannan i detta fall har ca 70 % verkningsgrad. I de flesta fall är troligen detta värde betydligt sämre.

16 Värmepumpen som ersättning för oljebaserad energi och diskussion av stödåtgärder vid värmepump

Fig 14 visar på en utmärkt möjlighet att med VP komma bort från oljeberoendet vad det gäller uppvärmning. Genom utbyggnad av vattenkraft, kärnkraft (eller alternativen vind etc) och elektrisk transmission kan den nyttiggjorda energimängden mer än fördubblas i värmepumpar.

Av tabell 7 framgick att för närvarande finns ej något privat-ekonomiskt incitament att gå från olja till värmepump. På grund av den höga installationskostnen vid värmepump är det sannolikt avskräckande. Man måste därför finna något medel att finansiera dessa metoder som frigör landet från ett riskabelt oljeberoende.

Kvarstående vattenkraft att bygga ut synes av politiska skäl vara av liten omfattning. Kvar står då i dagsläget kärnenergi som intressant i Sverige på grund av urantillgångarna.

Betraktas då jämförelsen direkt el kontra värmepump inses lätt att vid värmepump slipper man att bygga ut elproduktionsanläggningar i så hög grad som vid direkt elvärme. Endast ca halva utbyggnaden erfordras. Detta förutsätter en annan tillsatsvärme än direkt el när det blir riktigt kallt då ju värmepump ej räcker eller helt enkelt måste stoppas. (Gäller luft-vatten baserade värmepumpar).

Lika mycket medel som skulle gå åt att bygga ut kärnkraft för direkt el kan således i stället läggas på finansiering av lokala värmepumpsanläggningar. Vid bättre värmefaktorer än 2 kan ytterligare ökad andel motiveras på VP teknik.

Konvertering av landets 450 000 direkt elvärmda hus till värmepumpsdrift borde i sammanhanget vara av intresse att undersöka.

Ny kärnkraft kostar i dagca 4.000 kr/kW. Baserat på en värmefaktor av 2 erhålls således 4.000 kr/kW som ett stöd som kunde ges till den som utnyttjar värmepump i stället för direkt el.

Härtill kommer minskade transmissionsbehov i linjer transformatorstationer och fördelningsnät. Värdering av detta ger kanske ytterligare 500 kr/kW.

Således: 4.500 kr/kW.

En VP av vanlig typ ger 7 kW och kräver 2,5-3 kW el. (7-3) · 4.500 = 18.000 kr stöd. Alternativet värmepump bör med denna filosofi bli betydligt mer attraktivt. Även installation av oljeeldning kostar. Nedan ställs exempel på installationskostnad vid VP, olja och direkt el. Radiatorer tas ej med eftersom de erfordras i båda alternativen. (Elrad är dock billigare än vattenradiatorer, men undertecknad har ej underlag för denna del).

<u>Exempel</u>	Olja	VP	Direkt el
Panna (dubbeleldning)	4 500	-	-
Tank	2 000	-	-
Brännare	1 200	-	-
Skorsten (extra pipa)	2 000		
VP		25 000	-
Installation	5 000	<u>5 000</u>	-
		30 000	-
Avgår för stöd	-	<u>-18 000</u>	-
		12 500	
Totalt att betala	14 700	12 000	Inget extra

Direkt el blir givetvis billigast i installation. Dock dyrt i drift. Med mätta siffror 1977 bör en merinvestering av minst 15.000 kr kunna motiveras för VP relativt direkt el. VP kommer att i långa loppet vid stigande oljepris relativt sett bli billigare i drift än olja.

Slutsats:

- 1 En ordning att stödja installationer av VP måste etableras. Stödet kan i dag vara av storlek per kW som kostnader är i kärnkraftverk eller vattenkraftverk och baseras på insparad effekt relativt direkt el. Stödets form kan bestå i gynnsamma lån, garantiordningar för värmepumpar etc.
- 2 En upplysningskampanj för att förhindra ytterligare installation av direkt elvärme erfordras. Någon form av hinder där VP kan tillämpas borde undersökas så att direkt el används endast där det verkligen är motiverat.

17 Sammanfattning av erfarenheter av luftvattenvärmepump i Ö Grevie

- 1 Årmedelvärmefaktorn 2,37 har mätts under 1977.
- 2 Inga driftstörningar från sept -76 till dagens datum.
- 3 Man bör ej låta högtryckspressostaten stå för högt då VP annars får gå länge innan den stoppar.
- 4 Värmeledningssystemet fungerar väl med max 40°C framtemperatur trots att det initialt utlagts för oljeeldning. Returtemp är vanligtvis 5-6°C lägre. Med större radiatorer hade ytterligare reduktion av returtemp kunnat uppnås. Strömbild i radiatorer kan eventuellt behöva undersökas.

- 5 VP i det aktuella fallet är väl balanserad i förhållande till energibehovet. I Skåne och kustnära trakter bör en lämplig utläggning vara att kontinuerligt försörja en bostad ner till ca -2 - $\overset{\circ}{\text{a}}-5^{\circ}\text{C}$. En rad faktorer spelar här in.
 - 6 För tillsatsvärme bör ej direkt el användas, utan ett helt oberoende uppvärmningssystem. Exempelvis öppen spis med insats och fördelningskanaler.
 - 7 Förångarnas utläggning bör vara rikligt tilltagen.
 - 8 Pumpar och fläktar har i dag låg verkningsgrad. För cirkulationspumpar gäller ca 10 %. Förbättringar är angelägna för att kunna höja den totala effektiviteten.
 - 9 Korta rör och kanaler för att hålla förluster från systemet nere är viktigt. Vid långa rörledningar tillkommer risken för läckor.
 - 10 Vid friskluftinblåsning bör problem med luftsmuts observeras och filter insättas.
 - 11 I nyinstallationer bör kombinationslösningar med kontrollerad ventilation och värmeåtervinning via värmeväxlare studeras.
 - 12 Risken för ökade ventilationsförluster vid luftinblåsning måste observeras (jämför 11). Användning av återcirkulation bör ske vid utnyttjning av underkylarvärmets för luftburet värme.
 - 13 Större anläggningar för grupper av hus bör kunna få bättre prestanda och kostnader per kW. Förluster i tankar, rör, pumpar etc bör dock observeras och medtas i kalkylerna.
 - 14 Kondensat eller is på kalla delar måste observeras. I detta aktuella fall har kondensat på oisolerad mjukstos medfört att vatten trängt ned till inner-taket med fuktskador som följd.
 - 15 Bullernivån har subjektivt bedömt ökat. Kommer att mätas.
- 18 Värmepump ur eldistributörers och kraftföretagets synvinkel

Som framgått av redovisningen för 1977 har värmepumpen i det aktuella fallet varit i drift 37 % av hela året. Under vintertiden varierar drifttiden mellan 60-100 %. Värmepumpen har på grund av sitt relativt konstanta effektbehov en stor fördel relativt direkt elvärme

där man ofta tillämpar nattsänkning med kraftiga effekttoppar på morgonen som följd.

Med värmepumpar baserade på luft i större omfattning i nätet bör man ha lov att förvänta en ganska effektiv sammanlagring av lasten. I inlandet och i synnerhet i Norrland skulle driftsätongen i stort sett kunna bli höst och vår (sommars). Vintertid vid kyla skulle VP behöva stå. Längre söderut skulle driftsätongen alltmer bli koncentrerad till vintersätongen. En mer ingående studie av detta bör göras (om det ej är gjort). Startströmmen vid start av kompressorn har ej iakttagits ge några blinkningar i belysningen varför spänningsfallen ej har registrerats. Några problem med små aggregat behöver ej befaras ur denna synpunkt.

Kraftföretag och eldistributörer bör snarast etablera någon form av institut för typprovning och leveransprovmetoder för VP. Läget har varit och är för närvarande otillfredsställande. En kund utan mätresurser har för närvarande endast leverantörers broschyrer att hålla sig till. En ändring är angelägen beträffande denna situation både sett ur konsumentens och ur kraftleverantörens synvinkel. För kraftleverantören bör det vara av stort intresse att konstatera att kund med värmepump verkligen kommer att få det utbyte som utlovats och förväntas av en dyrbar värmepumpsinstallation, detsamma gäller givetvis för samhällets agerande i denna fråga.

19 Översikt över bilagor

- Fig 1 Energibehov för åren 1969-1977
- Fig 2 Principschema för värmepumpanläggning Ö Grevie
- Fig 3 Förenklat processchema
- Fig 4 Värmebehov som funktion av utetemp vid elvärme
- Fig 5 Värmepannans verkningsgrad som funktion av gångtiden
- Fig 6 Värmebehov som funktion av utetemp vid oljeeldning
- Fig 7 Värmeproduktion med värmepump veckovis 1977
- Fig 8 Uteffekt och effektbehov för värmepumpen 1977
- Fig 9 Värmefaktor veckovis 1977
- Fig 10 Gångtid i procent för produktion och avfrostning veckovis 1977
- Fig 11 Värmebehov som funktion av utetemp vid värmepumpsdrift.
- Fig 12 Värmepumpens prestanda som funktion av ingående lufttemperatur.
- Fig 13 Resultat av körning 1976 (september 1976-jan 1977).
- Fig 14 Värmepump kontra direkt el och oljevärme avseende primärenergiförbrukning
- Bil 1 Protokoll över mätning av föroreningar i luftfilter.
- Bil 2 Kopia av skrivarregistreringar vid några typiska driftfall.
- a) Intermittent drift höst/vår
 - b) Kontinuerlig drift vinter
 - c) Korttidsdrift sommar
 - d) Temperaturer i rum

FIGUR 1

ENERGI I kWh OLJEELDNING
ENERGY IN kWh OILHEATING

ENERGI FRÅN VÄRMEPUMP
ENERGY FROM HEATPUMP

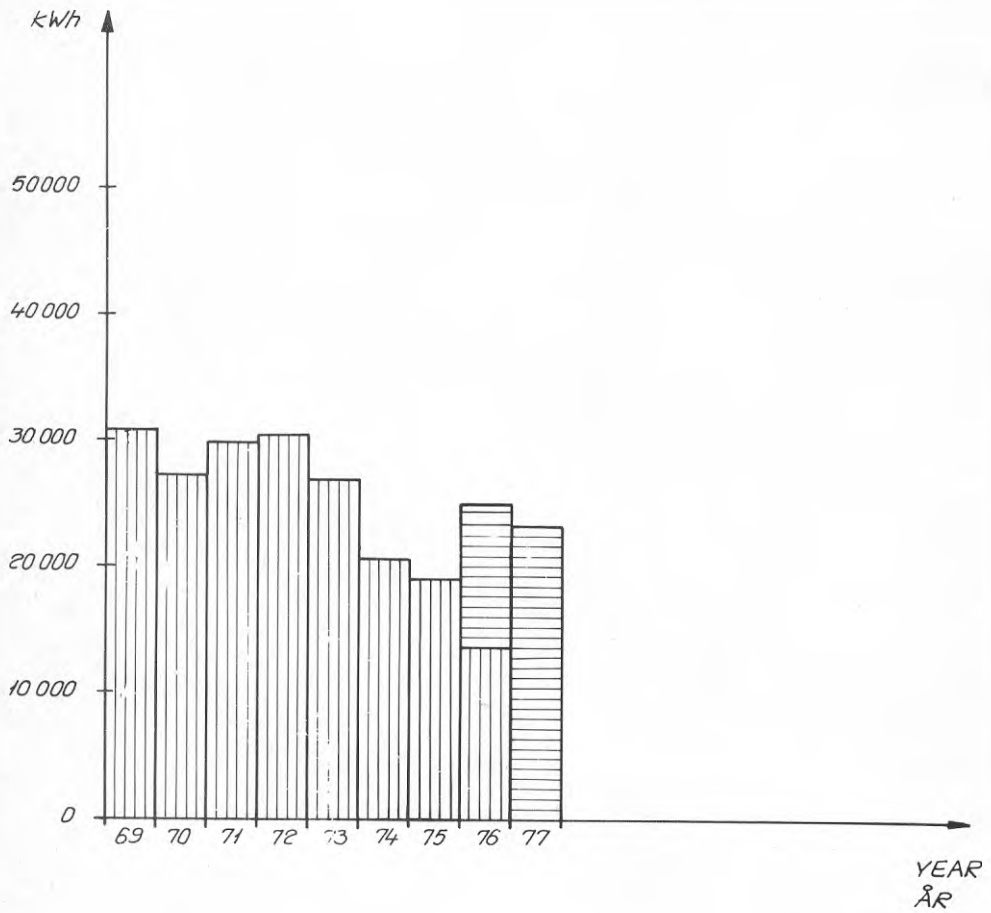


FIG 2
Heat pump installation
Östra Grevie

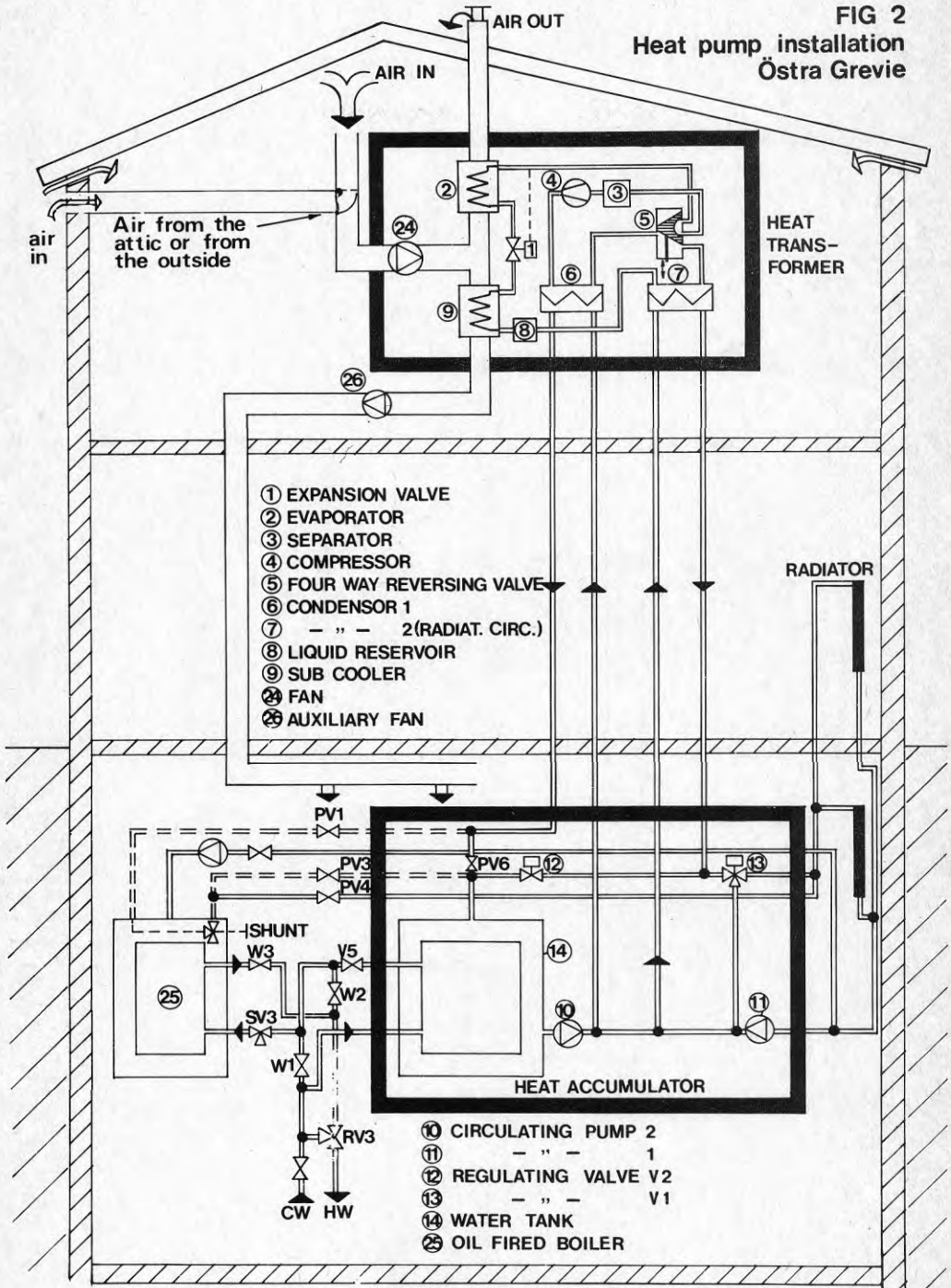


FIG. 3

TOUR AGENTUREUS PRINCIPSCHEMA MED EFFEKT-
ANGIVELSE. OBS! EJ MÄTTA VÄRDEN AV SK.

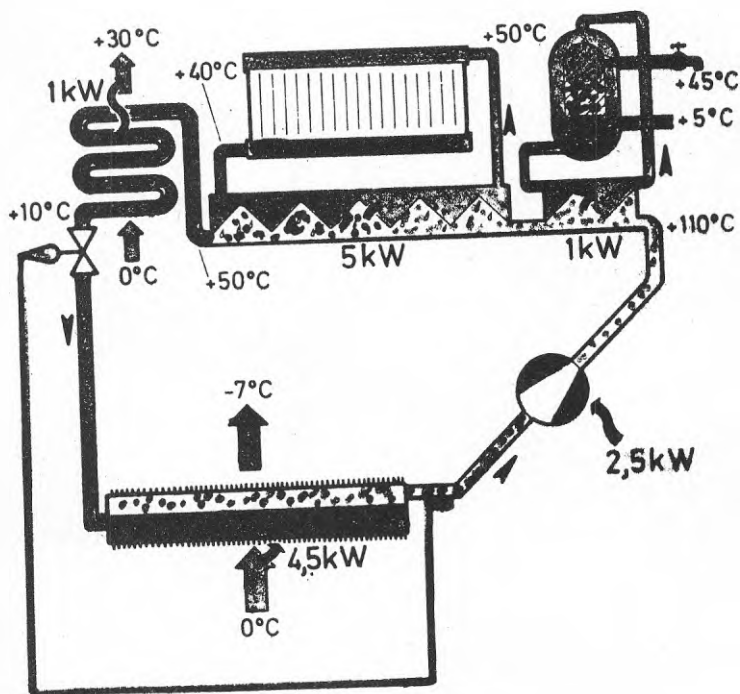


FIG 4

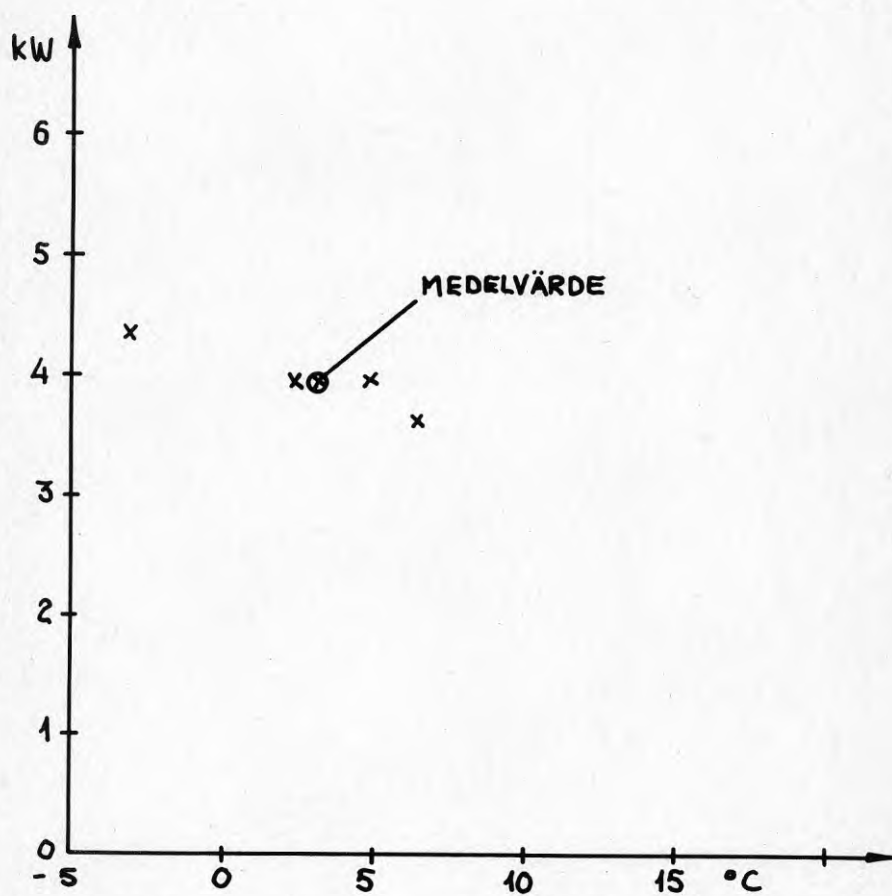
VÄRMEBEHOV VID ELVÄRME75-12-27 - 76-01-04

FIG. 5

Ö. GREVIE 33:8

VÄRMEPUMPPROV

OLJEPANNANS VERKNINGSGRAD SOM
FUNKTION AV GÅNGTID

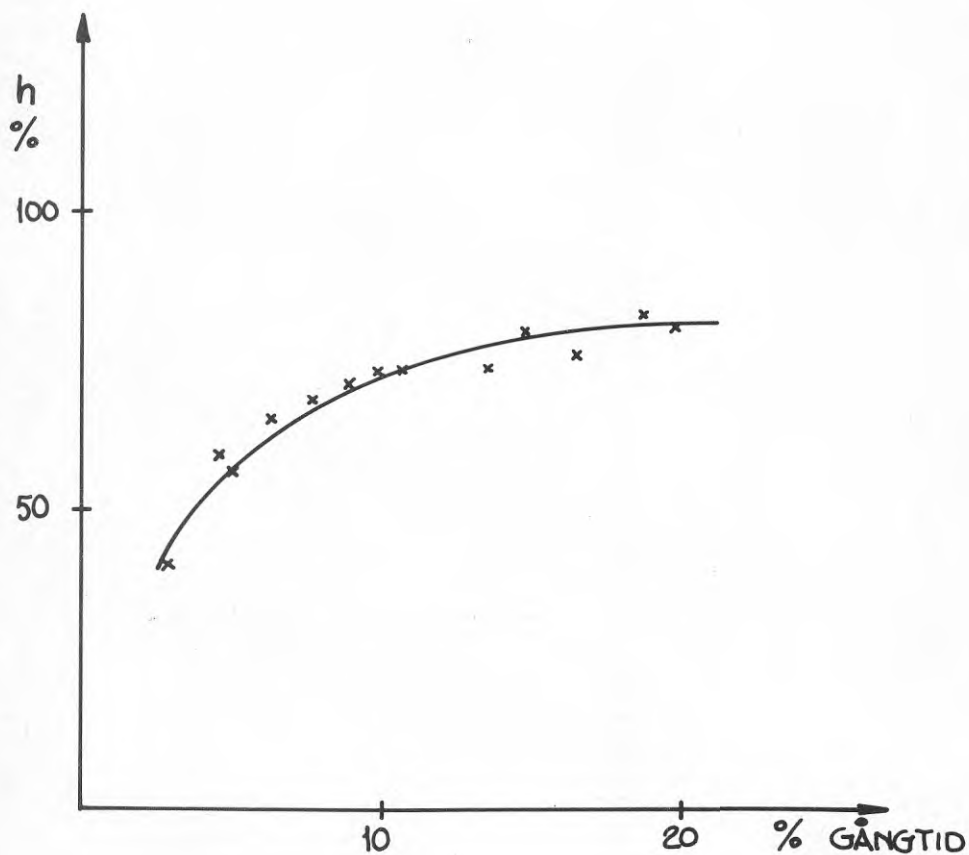


FIG. 6

Ö. GREVIE. VÄRMEPUMP (HEATPUMP Ö. GREVIE)
 HUSETS VÄRMEBEHOV VID OLJEELDNING

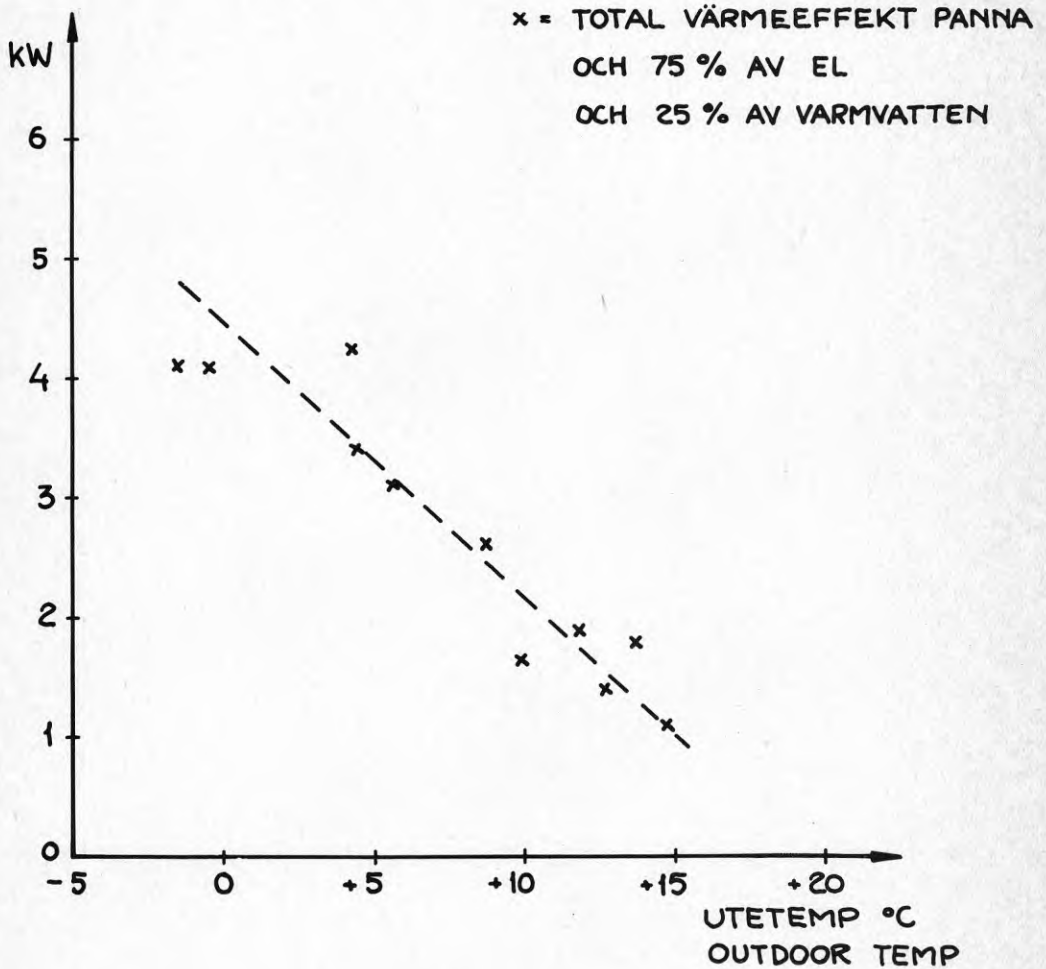


FIG 7
ENERGIPRODUKTIONEN PER VECKA 1977
(PRODUCTION OF ENERGY WEEKLY 1977)

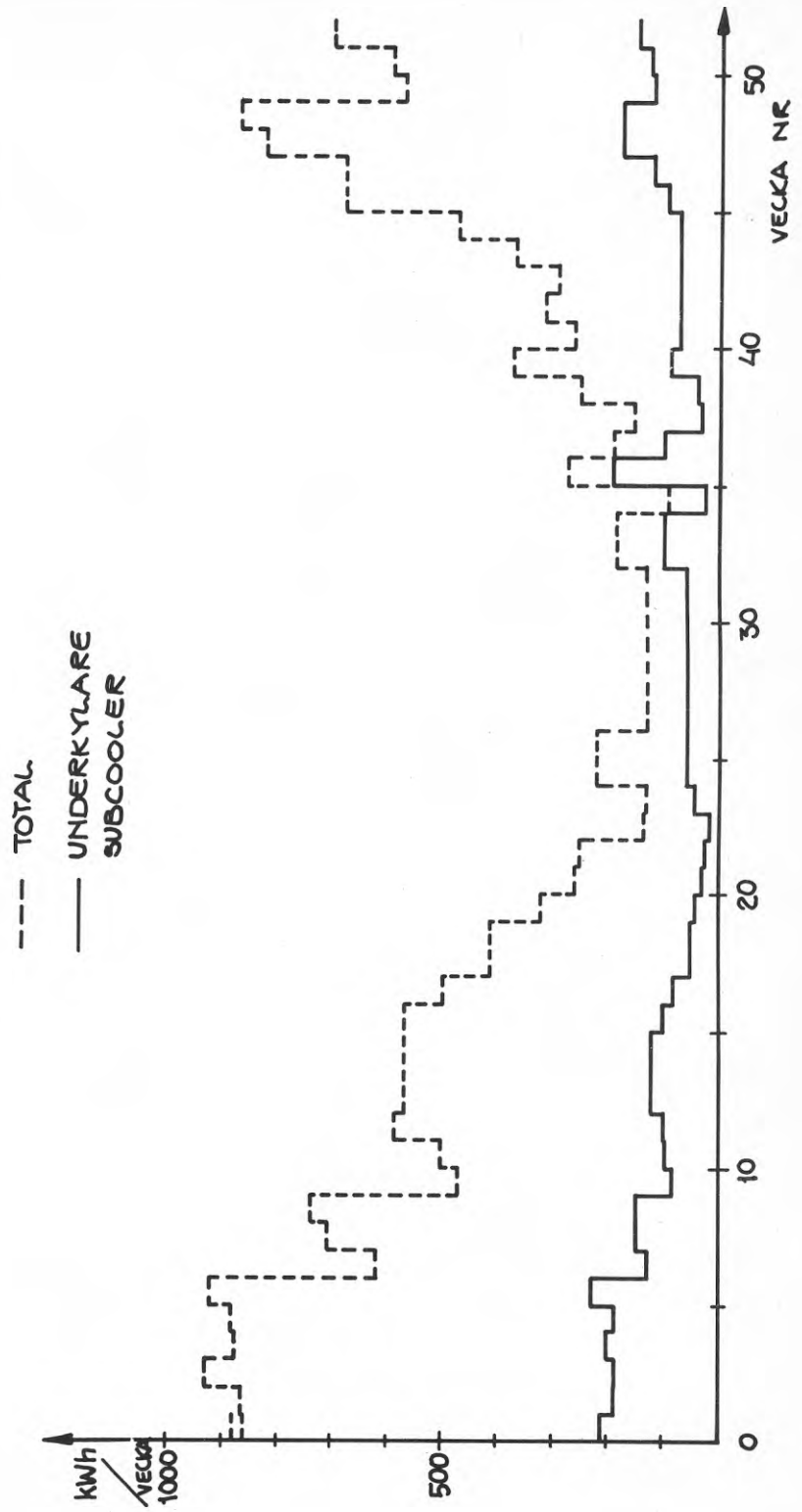


FIG. 8
 AVGIVEN RESP TILLFÖRD EFFEKT
 OUTPUT AND CONSUMPTION POWER

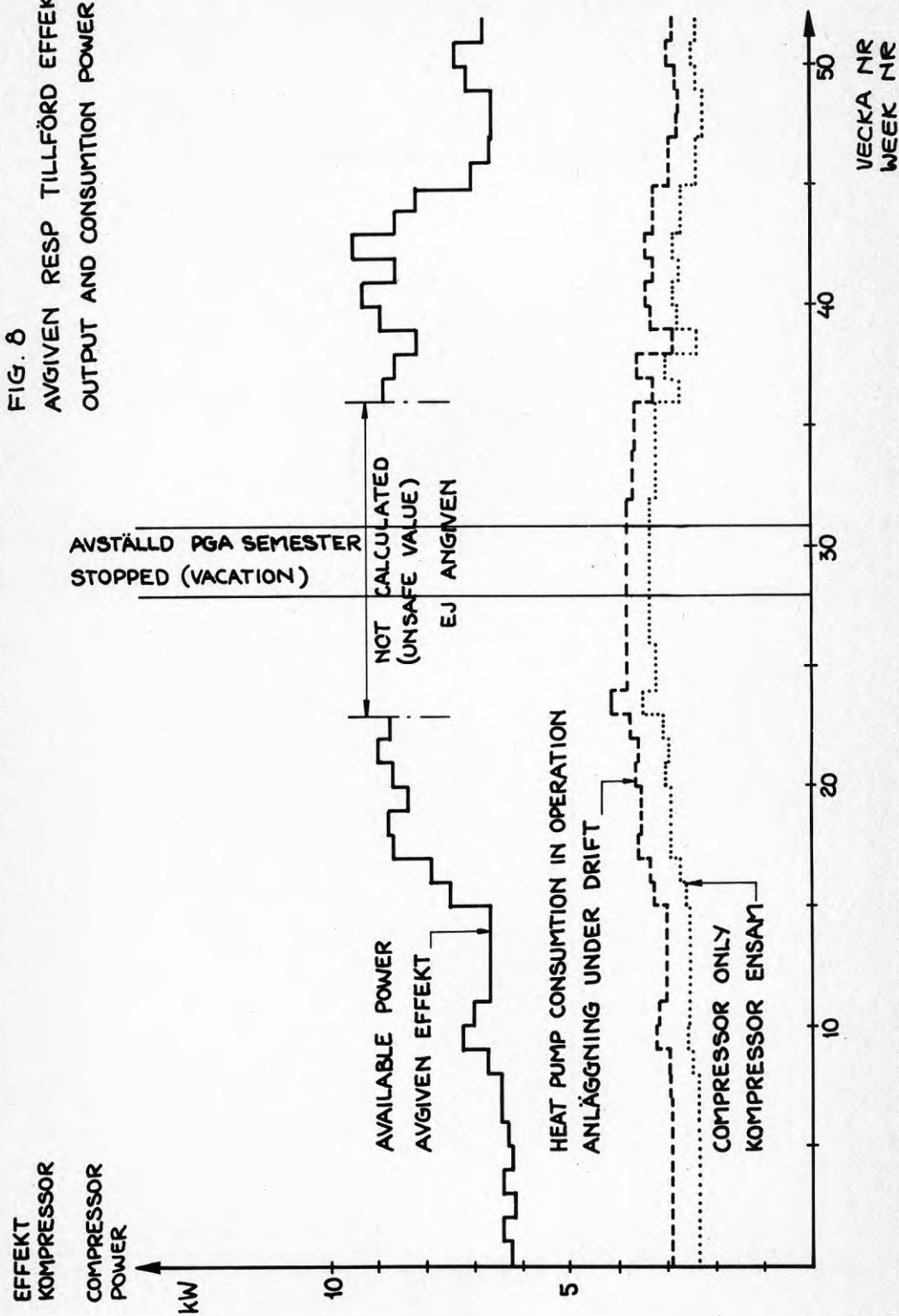
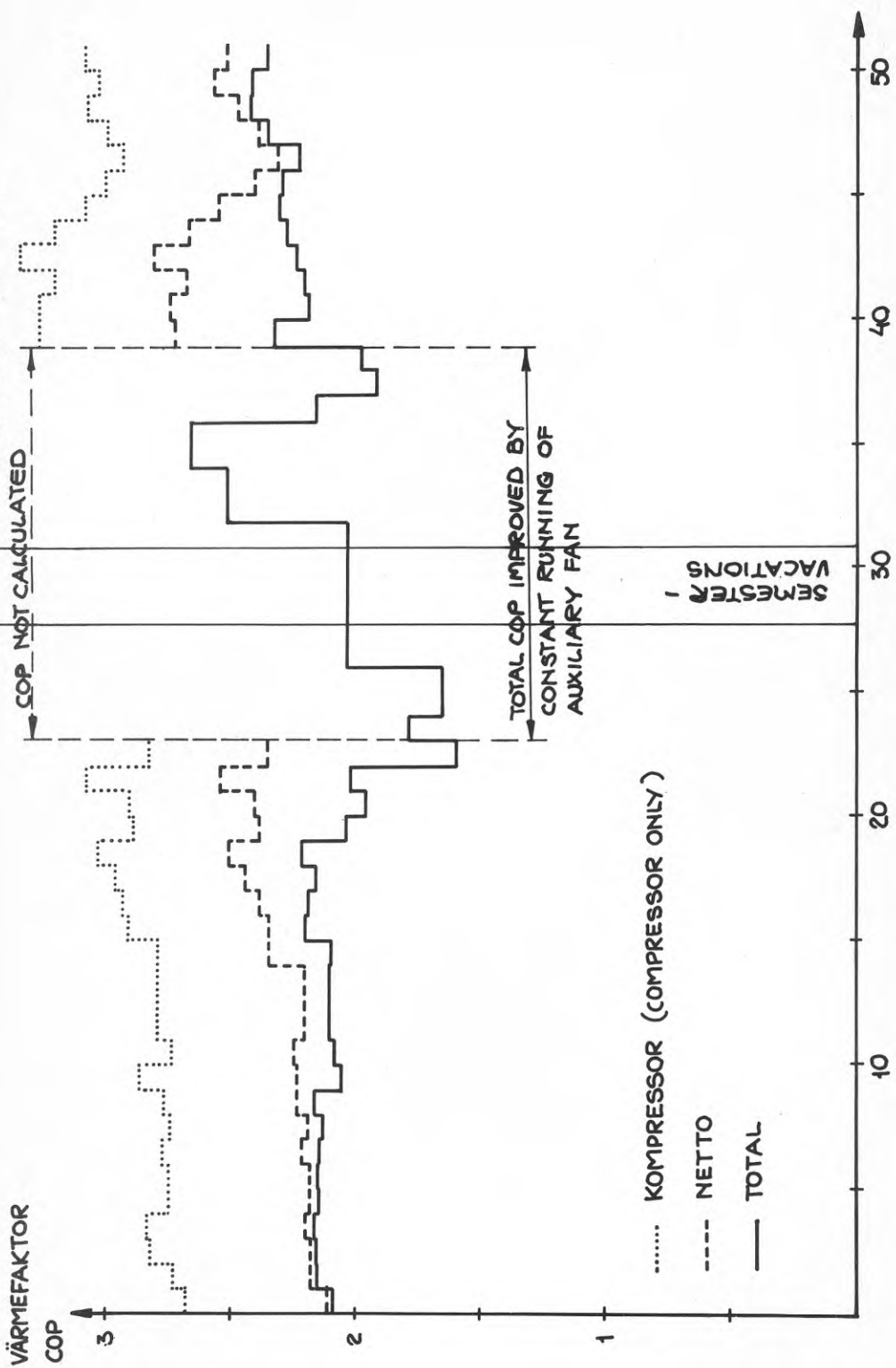


FIG. 9
VÄRMEFAKTOR COP



..... KOMPRESSOR (COMPRESSOR ONLY)

--- NETTO

— TOTAL

VÄRMEFAKTOR
COP

COP NOT CALCULATED

TOTAL COP IMPROVED BY
CONSTANT RUNNING OF
AUXILIARY FAN

SEMASTERN
VACATIONS

GÅNGTID % AV TID. LÖPANDE
(RUNNING TIME)

AVFROST TID % AV
TOTAL GÅNGTID
DEFROST % OF
RUNNING TIME

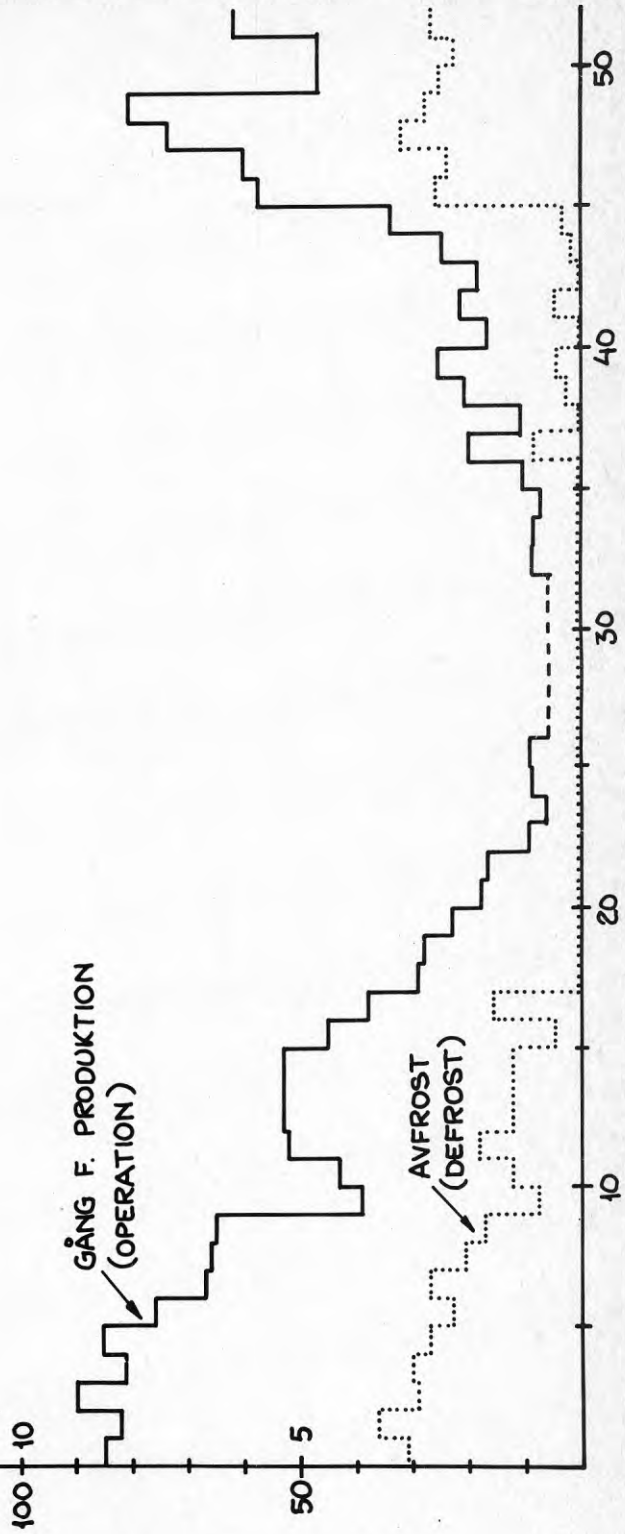


FIG. 10
GÅNGTID
(TIME FOR OPERATION)

FIG. 11

Ö. GREVIE. VÄRMEPUMP (HEATPUMP Ö. GREVIE)
POWER FOR HEATING VERSUS TEMP

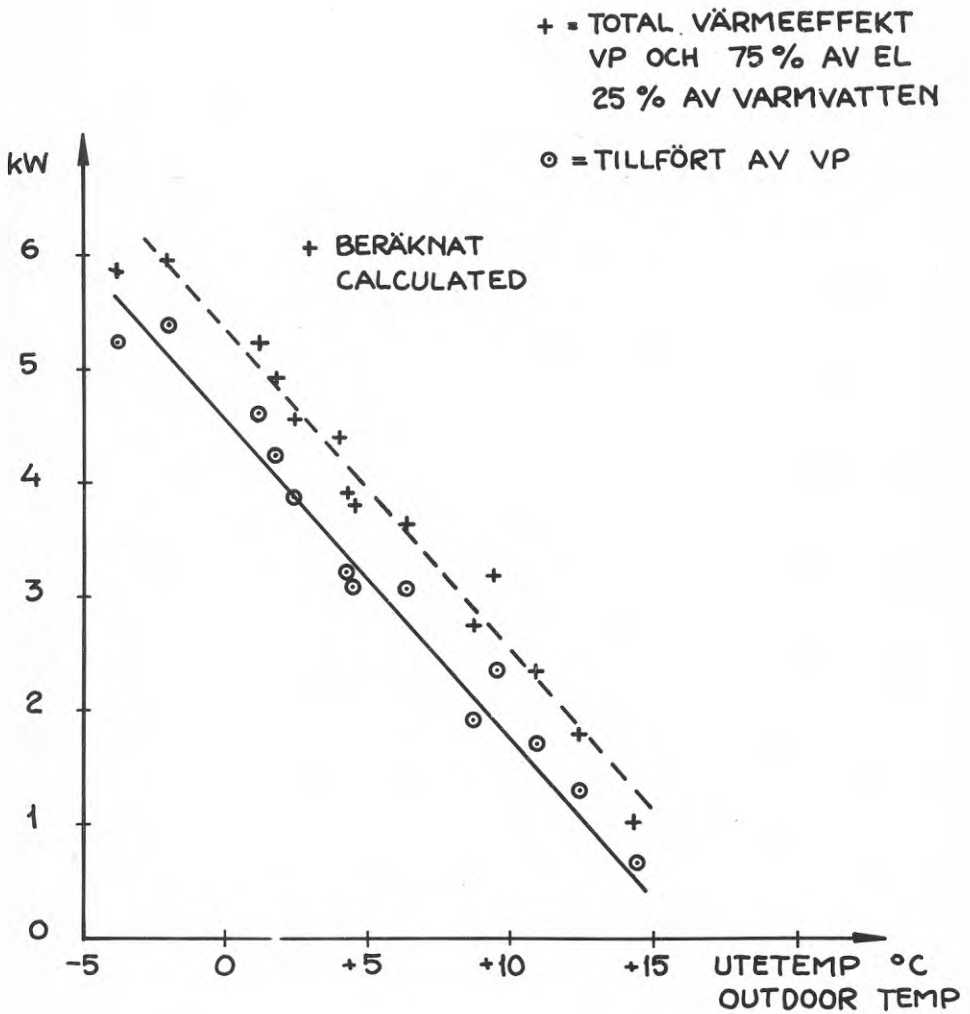


FIG. 12 VÄRMEPUMP Ö. GREVIE (HEATPUMP Ö. GREVIE)
EFFEKTENS TEMP.BEROENDE
(POWER AS FUNCTION OF TEMPERATURE)

- = LUFT FRÅN VIND FÖRE BALANSERING (AIR FROM THE ATTIC)
 x = --- --- --- EFTER --- (--- --- --- ---)
 • = --- UTIFRÅN --- --- --- (--- --- --- --- OUTSIDE)

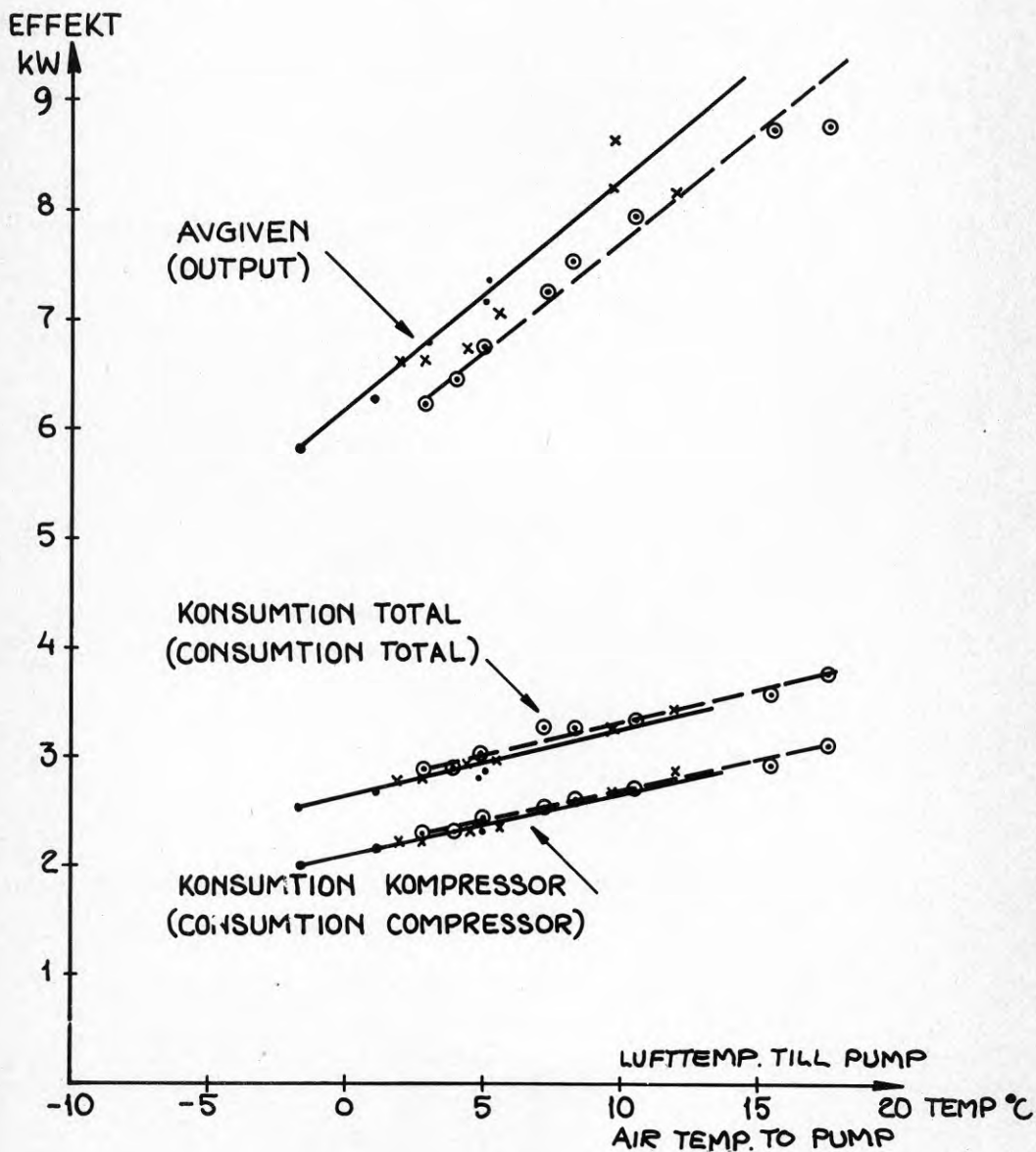
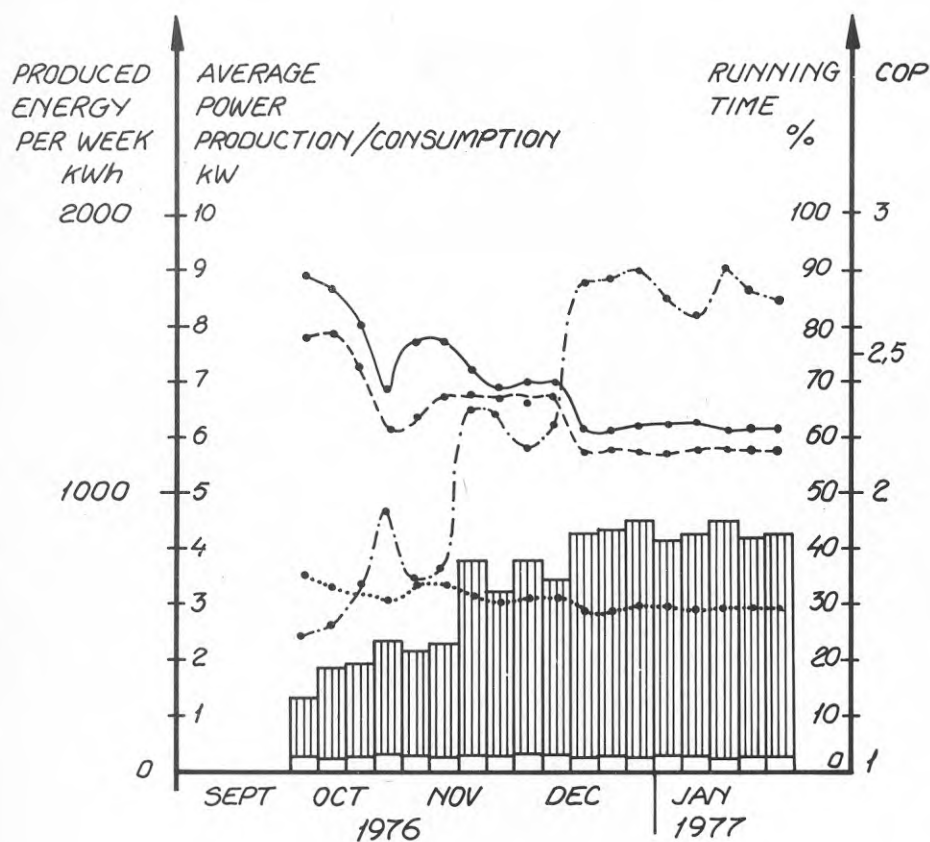


FIG 13

MEASURED CAPACITY OF THE AIR
TO WATER HEAT PUMP.
"ÖSTRA GREVIE"

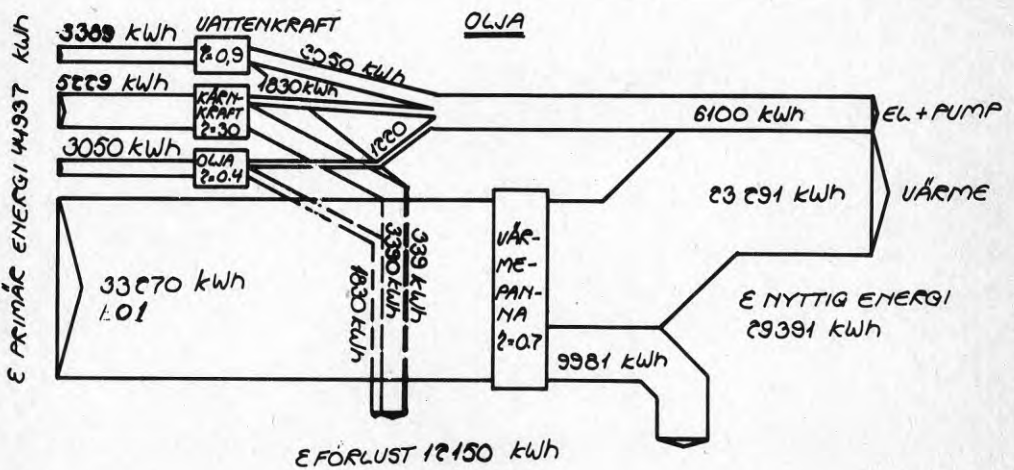
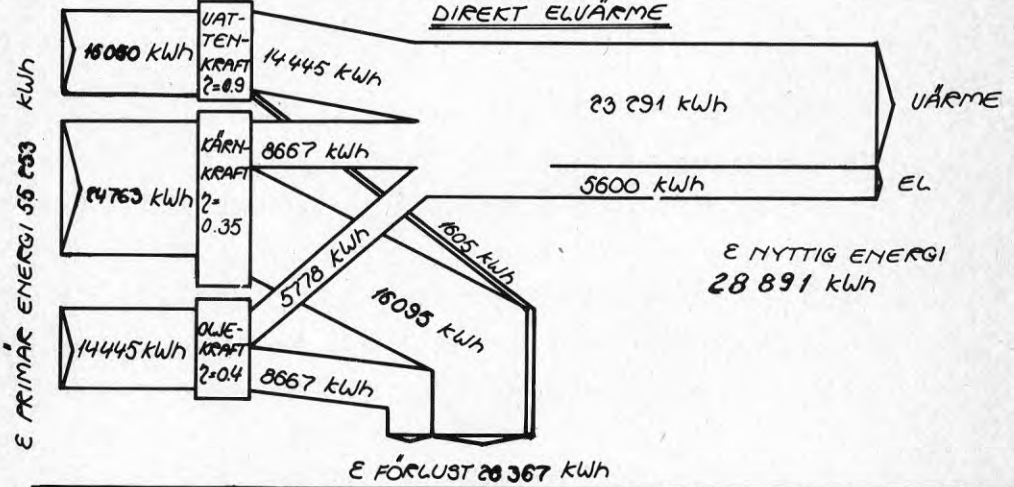
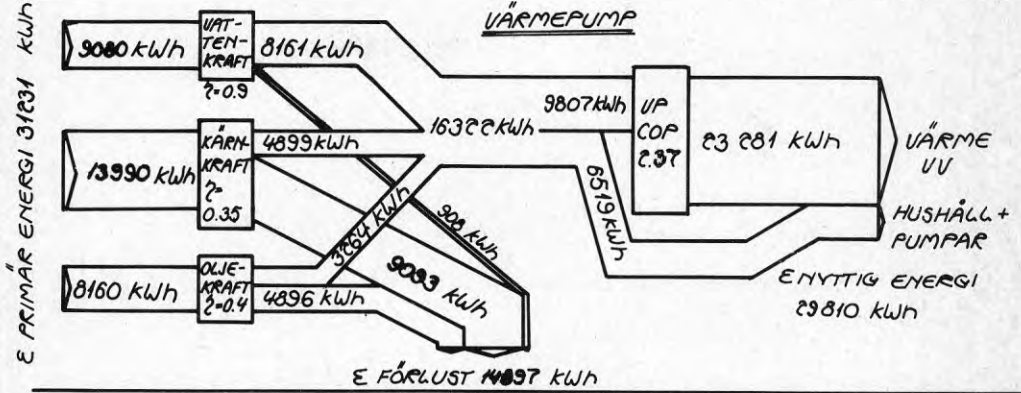


- RUNNING TIME %
- COP
- POWER PRODUCTION, kW
- POWER CONSUMPTION, kW
- ▤ ENERGY/WEEK HEATING WARM WATER

PRIMÄRENERGI BALANSDIAGRAM

FIG. 14

FÖR VÄRMEPUMP
FÖR DIREKT EL
FÖR OLJEVÄRME



Föroreningar i luftfilter

Filtret levererat av Industrifilter, Borås

Beteckning: AMER glas filterkasett AGAA-1-2-55-5

Filtrets dimension 0,5 x 0,5 m (0,25 m²)

Filtret skakades varvid svartfärgade föroreningar frigjordes

Vikt 7,8930 g.

Genom glödning konstaterades att 56 % av föroreningarna utgjordes av brännbar (organisk) substans.

Glöd. återstoden utgjordes av ett brunrött pulver.

Efter skakning tvättades filtret med trikloretylen.

Genom filtrering tillvaratogs gråsvarta fasta föroreningar

Vikt 16.8826 g.

Genom glödning konstaterades att 50 % av föroreningarna utgjordes av brännbar (organisk) substans.

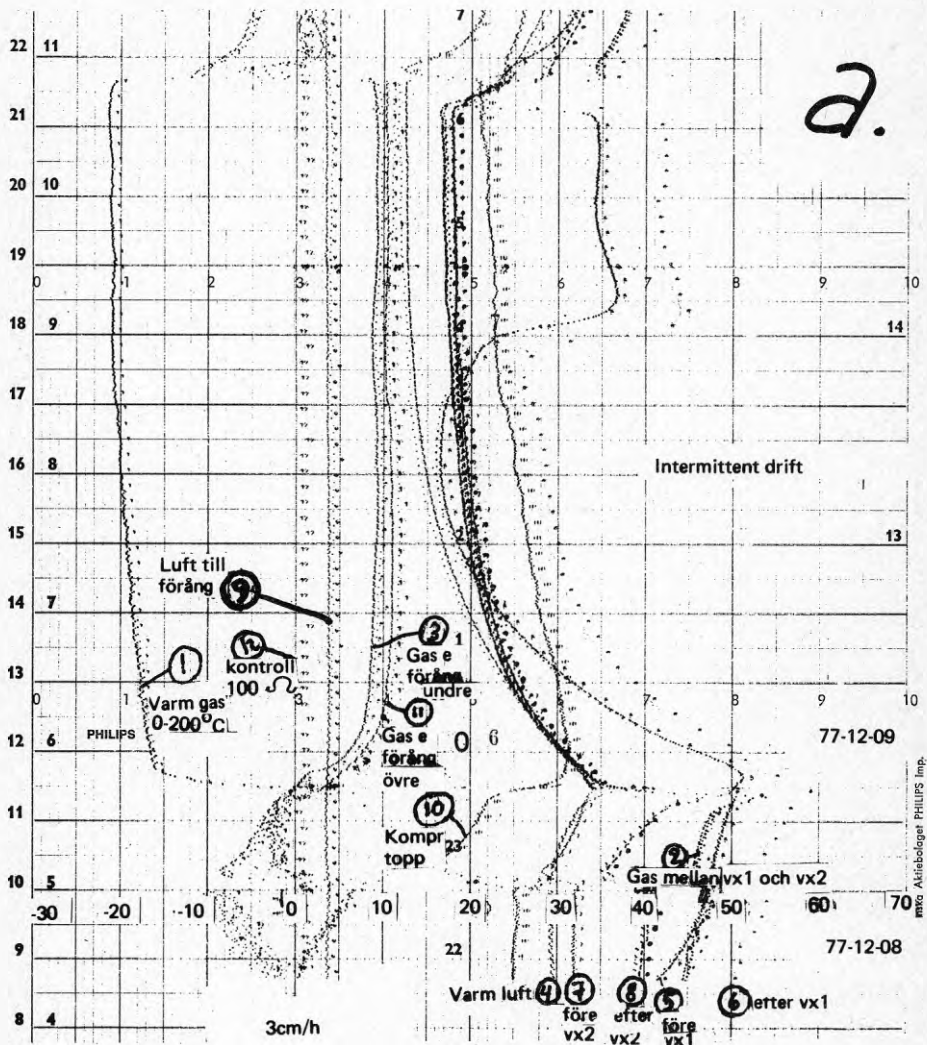
Glöd. återstoden utgjordes även i detta fall av ett brunrött pulver.

Efter lösningsmedlets (trikloretylen) avdunstning erhöles 9,0 g mörkbrun, lättflytande olja.

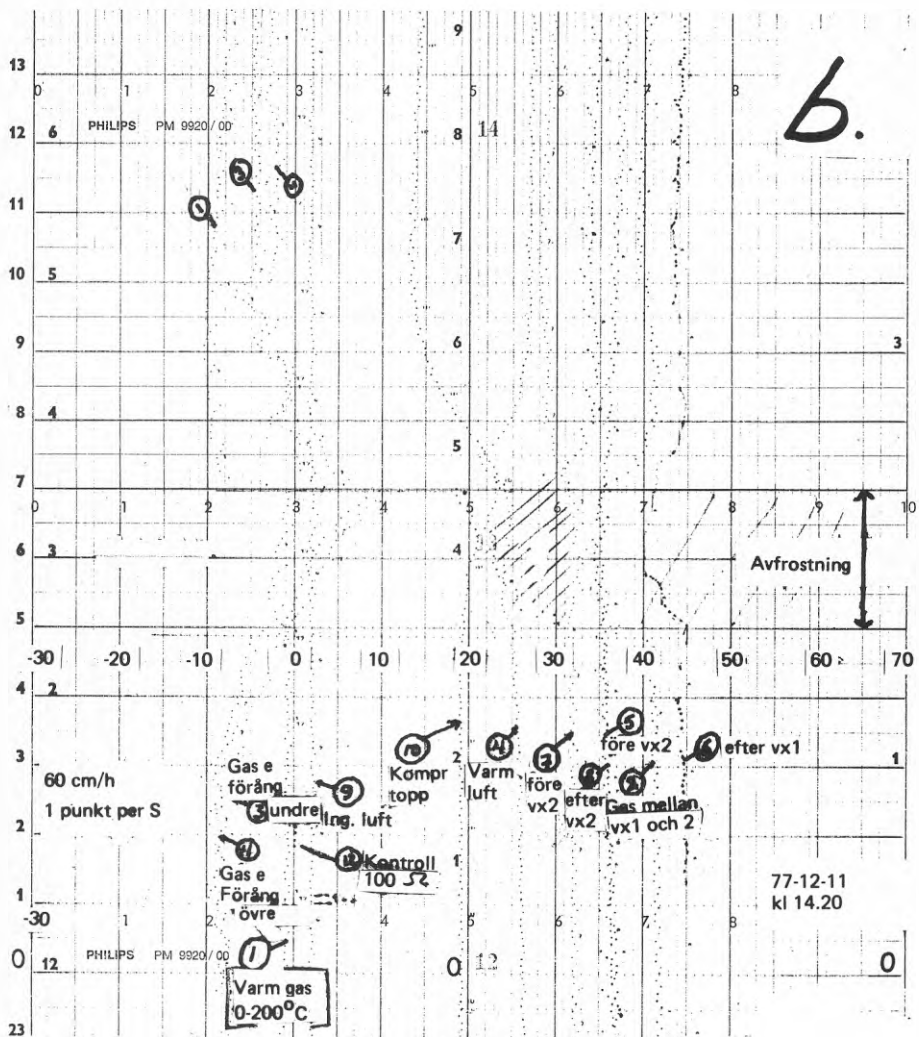
I glöd. återstoden konstaterades:

Al, Ca, Fe, K, Na och Si

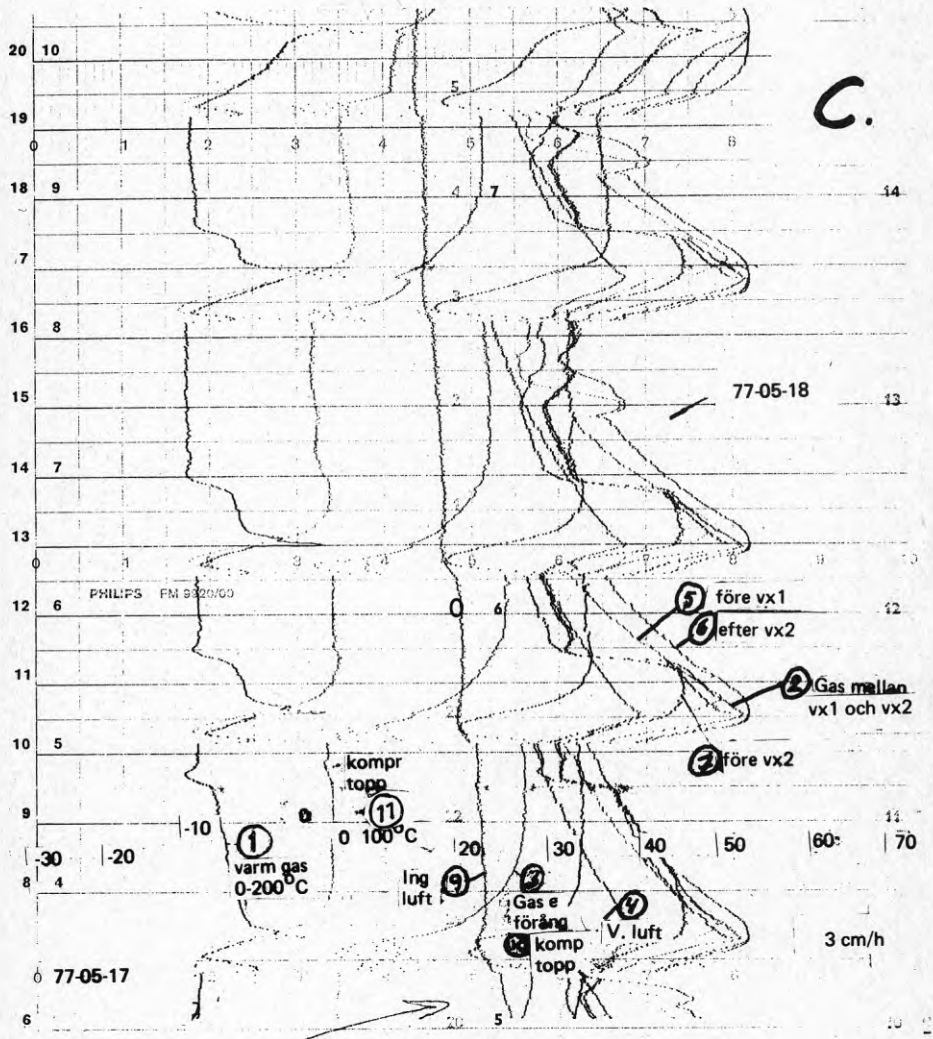
Glöd. återstoden bestod sannolikt av någon form av lerjord.



a) Intermittent drift höst/vår



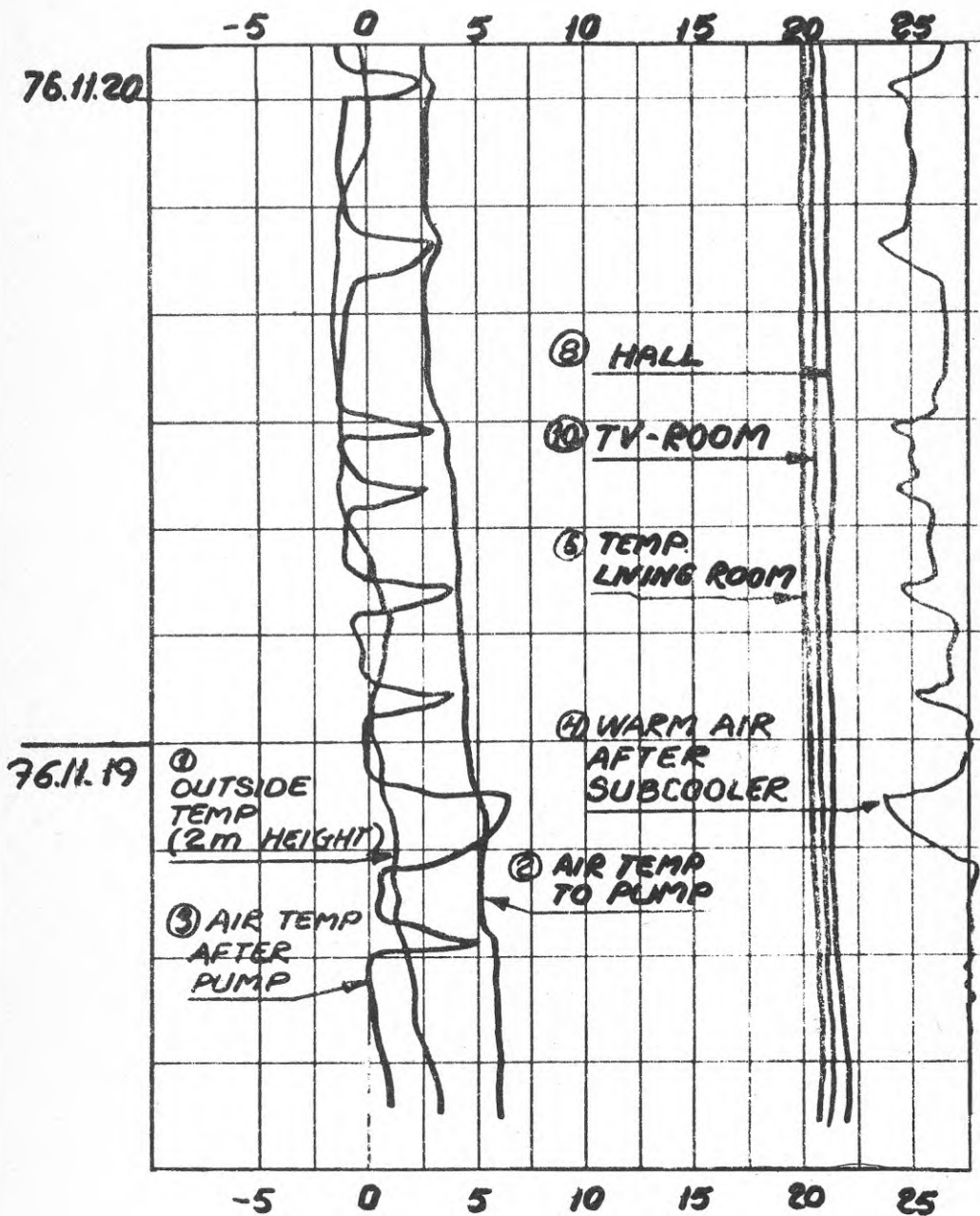
b) Kontinuerlig drift vinter



c) Korttidsdrift

d.

d) Temperaturer i rum



1976.11.19

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 750488-4
från Statens råd för byggnadsforskning till Sydkraft AB,
Malmö**

R90: 1979

ISBN 91-540-3074-9

Statens råd för byggnadsforskning Stockholm

Art.nr: 6600990

Ingår ej i abonnemang

Distribution:

Svensk Byggtjänst, Box 7853

103 99 Stockholm

Cirka pris: 20 kr exkl moms