



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**

**R52:1990**

# **Uteluftvärmepump**

**Utvärdering Kyrkbyn i Göteborg**

**Tomas Hallén**

V-HUSETS BIBLIOTEK, LTH



15000

400135458

# **Byggforskningsrådet**

R52:1990

TEKNISKA HOGSKOLAN I LUND  
SEKTIONEN FOR VAG- OCH VATTEN  
BIBLIOTEKET

UTELUFTVÄRMEPUMP

Utvärdering Kyrkbyn i Göteborg

Tomas Hallén

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 860715-4  
från Statens råd för byggnadsforskning till Energiprojekt  
Tomas Hallén AB, Göteborg.

## REFERAT

Värmepumpanläggningen är installerad i ett äldre bostadsområde med central panncentral. Relativt höga kulverttemperaturer erfordrades tidigare och projektet avsåg att visa hur sådana, relativt vanliga bostadsområden genom arrangemang med lokala småvärmepumpar för varmvatten i undercentralerna, kan göras tillgängliga för större värmepumpapplikationer. Anläggningen har varit i drift i tre år och mätningarna visar att resultatet i stort överensstämmer med från början beräknade värden. Kulvertförlusterna har halverats, från 20 till 10 %, och energitäckning från VP är ca 75 % med värmefaktor  $\approx 2,2$ .

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

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R52:1990

ISBN 91-540-5214-9

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

**gotab** Stockholm 1990

## Innehåll

1.	Allmän orientering	1
2.	Beskrivning av anläggningen före installation av värmepumpar	3
3.	Anläggningsbeskrivning	
	· Huvudaggregat	4
	· Små aggregat i UC	5
4.	Uppföljning	
	· Mätprogram	7
	· Nyckeltal för energiutfallet	7
	· Kulvertförluster	11
	· Successiva resultatförbättringar under mätperioden	11
	· Värmepumpprestanda huvudaggregat	11
	· Energi för avfrostning	12
	· Energi för kringutrustning	12
	· Små aggregat i UC	13
	· Temperaturer i förångaregård	13
	· Ljudmätningar	14
5.	Driftserfarenheter	
	· Anläggningsstart	16
	· Korrosionsproblem i brinesystem	16
	· Avfrostning	17
	· Styrsystem	18
	· Småenheter i UC	18
	· Övrigt	18
6.	Ekonomi	19
	Fig 1 till 10	21-31

Bilaga: Exempel på månadsresultat (januari 1988)

### Sammanfattning

Området Kyrkbyn på Hisingen i Göteborg värmeförsörjs via ett kulvertsystem från en blockcentral som tidigare var endast oljebaserad. 1986 installerades där en större uteluftvärmepump, 1 MW värme vid 0 °C ute, vilken beräknades svara för ca 75 % av det årliga värmebehovet. De tidigare höga kulverttemperaturerna sänktes till ca 50 °C större delen av året och mindre värmepumpar, ca 15 KW vardera, installerades därför i alla undercentraler för att där producera spetsvärme för tappvarmvatten.

Värmepumpanläggningen tillsammans med sänkta kulverttemperaturer har gett följande resultat för ett mätår:

- oljeförbrukning utan VP 1080 m<sup>3</sup>
- oljeförbrukning med VP 260 m<sup>3</sup>
- elförbrukning VP 2900 MWh

Anläggningen har efter vissa åtgärder i inledningen presterat goda resultat både vad gäller tillgänglighet och prestanda.

Anläggningskostnaden uppgick till 8,5 Mkr (1987) vilket ger en pay off tid kring 10 år.

## UTELUFTVÄRMEPUMP I KYRKBYN, GÖTEBORG

### Allmän orientering

Bostadsområdet Kyrkbyn på Hisingen i Göteborg, uppfördes på 40-talet och består av 17 flerbostadshus, en vårdcentral, ett daghem samt ett affärscentrum.

Värmeförsörjning sker från central panncentral som tidigare var enbart olje-baserad. Under 1986 installerades en uteluftvärmepump med värmeeffekten 1 MW vid 0 °C ute. Tidigare erfordrades höga kulverttemperaturer hela året, 90 - 100 °C, p g a varmvattenproduktion i 18 undercentraler. Radiatorsystemen erfordrar dock endast ca 60 °C vid dimensionerande temperatur varför kulvert-temperaturen sänkts till 40 - 60 °C. Utöver den centralt placerade uteluft-värmepumpen har därför 20 stycken mindre värmepumpar installerats i under-centralerna där de producerar ca 60 °C varmvatten. Ordinarie växlare för varmvatten kan med sänkta kulverttemperaturer producera ca 40 °C varmvatten och spetsning sker med det värmepumpvärmda varmvattnet.

Varje undercentral har försetts med varmvattenförråd, 1,5 - 2,5 m<sup>3</sup>, och som värmekälla för de små värmepumparna används kulvertreturvatten. Förfarandet med en stor värmepump centralt och små enheter i undercentralerna, med returvatten som värmekälla, innebär ett tvåstegsarrangemang som medger låga kulverttemperaturer, normalt 40 - 50 °C. Daghemmet har dock försetts med elberedare för VV-spetsning, p g a lågt VV-behov, samt en fastighet har sedan tidigare en frånluftvärmepump installerad.

### Uppbyggnad uteluftvärmepump

Anläggningen består centralt av 2 stycken economizerförsedda skruvaggregat med effektfördelningen 40/60 %.

Inkommande returvattenflöde fördelas genom parallellkoppling till de två kondensorererna och spetsning från olja sker genom inshuntning av hetvatten från pannor. Nätflödet är konstant och erforderlig gångtid erhålles dels genom stegvis inkoppling av aggregaten och dels genom att nättemperaturen tillåts pendla  $\pm 5$  K. Volymen i nätet är tillräckligt för att medge en minsta gångtid av ca 30 minuter. Värmepumpenheterna startar avlastade men regleras upp till 100 % drift direkt efter start eftersom dellastdrift medför försämrade effektivitet.

6 st utluftbatterier är placerade i anslutning till panncentralen och brine, CaCl<sub>2</sub>, cirkuleras mellan värmepumpar och batterier. Ursprungligen nyttjades elstavar i batterierna för avfrostning men metoden visade sig ej effektiv varför ett nytt system med varm brine installerats. Avfrostningsvärme hämtas nu ur kulverten och avfrostningseffekten per batteri har ökat från 50 KW med el till ca 200 KW med varm brine.

Varje värmepump innehåller ca 500 kg R12.

### Uppbyggnad av värmepumpar i undercentraler

I de 18 undercentralerna, UC, producerades tidigare varmvatten via plattväxlare och relativt höga temperaturer erfordrades hela året. Radiatorsystemen är direktkopplade och kräver ca 60 °C kallaste dagen men kulverttemperaturen har tidigare alltid behövt vara 80 - 100 °C p g a varmvattenproduktionen. Varje aggregat i UC ger 15 - 20 KW värme med värmefaktor något under 3.

Två undercentraler betjänar ett större antal lägenheter var för de försetts med 2 stycken värmepumpaggregat.

Utgående varmvattentemperaturen från småvärmepumparna är ca 60 °C och erhålls genom flödesreglering styrd av kondenseringstryck. Vattentemperaturen på förångarsidan regleras med 3-vägs shunt till ca 20 °C.



## 2. Beskrivning av anläggningen före installation av värmepumpar

### Panncentral

Anläggningen var uppbyggd kring 3 stycken pannor, 2 x 2,5 + 1,5 MW. Maximalt värmebehov pendlar kring 3,5 MW och en panna om 2,5 MW utgjorde således effektreserv och den mindre pannan nyttjades som sommarpanna.

Kulvertflödet varierades med sommar- och vinterpumpar till två, under respektive period, tämligen konstanta flöden, ca 25 och 40 l/s. Möjlighet att variera kulverttemperaturerna med shuntning fanns inte, vilket innebär att panntermostaterna bestämde utgående temperatur till 80 °C eller högre.

Panncentralen utgör, tillsammans med en vidbyggd garagelänga, en fristående byggnad väl avgränsad från övriga bebyggelsen vilket kunde utnyttjas vid placering av värmepumparna. Invid panncentralen passerar en 4-filig trafikled mot vilken utebatteriernas ljudalstring i huvudsak sker. Trots den mycket höga ljudnivå trafikleden alstrar fanns krav på max 40 dBA från uteluftbatterierna mätt vid de fastigheter som finns på motsatt sida leden.

### Kulvertsystem, undercentraler

De 21 undercentraler som är anslutna till nätet har principiellt samma uppbyggnad. Temperaturreglering av värmevattnet sker med 3-vägs ventil, utan mellanliggande växlare, vilket innebär att samma vatten cirkulerar i kulvert- och radiatorsystem. Shuntkopplingen var utförd så att konstant flöde erhöles både primärt och sekundärt. Varmvatten producerades via plattväxlare och 3-vägs reglering på kulvertsidan.

För att möta störtappningar utan att rubba huvudflödet i kulverten var varje UC försedd med ca 2 m<sup>3</sup> hetvattenbuffert.

### 3. Anläggningsbeskrivning, fig 10

#### Huvudaggregat

I den ursprungliga panncentralen demonterades en panna av tre för att ge utrymme åt 2 stycken värmepumpaggregat i en separat avdelning. De två kvarvarande pannorna avger ca 2,5 respektive 1,5 MW. I panncentralen förvaras också en separat brännare med kapaciteten 2,5 MW vilken utgör reserv för ev driftsstörningar.

För att bättre kunna anpassa avgiven värmepumpvärme valdes de två VP aggregaten med inbördes kapacitet 60 respektive 40 % vilket medger 3 effektlägen. De i aggregaten inbyggda kapacitetsregleringarna, slidrelering, har medvetet inte utnyttjats mer än som startavlastningar eftersom dellastdrift påtagligt reducerar effektiviteten.

Aggregaten är via ett brinesystem, 25 % CaCl<sub>2</sub>, anslutna till 6 stycken uteluft-batterier. Varje batteri är utrustat med 6 separata fläktar och luftflöde per batteri uppgår till 21 m<sup>3</sup>/s. Det totala luftflödet, 126 m<sup>3</sup>/s är baserat på 750 kW kyleffekt och 5 K i temperaturdifferens avseende torr luft. Batterierna är utförda med sex rörrader i djup och flänsar med flänsdelning 5 mm. Total luftberörd area uppgår till ca 11 000 m<sup>2</sup>. I underkant på batterierna är elstavar anbringade för avfrostning vilket ej fungerat tillfredsställande varför en metod med varm brine istället ordnats.

För detta har en separat rörkrets ordnats mellan de sex ute-batterierna och en växlare mellan brine och hetvatten. Vid avfrostningsbehov, brinetemp < -2 °C, initieras en sekvens som avfrostar de sex batterierna, ett i taget. Huvudbrineflödet till aktuellt batteri stängs av och separat avfrostningspump cirkulerar varm brine mellan batteri och växlare. Pumpcirkulationen pågår tills brinetemperaturen efter batteriet överstiger +15 °C eller max 30 minuter. Efter ytterligare 30 minuter avfrostas nästa batteri osv tills en fullbordad sekvens fullföljts.

Fläktarna i aktuellt batteri är givetvis avstängda under avfrostningsförloppet och vintertid, då avfrostningssekvensen mer eller mindre ständigt pågår, är i medeltal 5,5 batterier tillgängliga för värmeupptagning ur uteluften.

De två shuntaggregaten är av fabrikat STAL med beteckningar VSP57EC respektive VSP51EC. Aggregaten har följande huvuddata enligt leveransspecifikation:

		<u>57</u>	<u>51</u>
brinetemperatur ut	°C	-10	+10
värmebärare ut	°C	+50	+50
värmeeffekt kondensor	kW	660	435
axeffektbehov	kW	210	140
köldmedium		R12	R12
köldmediemängd	kg	450	450

Förhållandena ovan svarar i stort mot vad som bedömdes gälla vid 0 °C ute.

Prestanda i övrigt enligt diagram 4 och 5.

De två kondensorererna är parallellkopplade på värmebärarsidan och anslutna på returledning till PC. Via 3-vägsventil kan pannvatten inshuntas till erforderlig temperaturnivå. All styrning inom panncentralen sker från en dator som således styr såväl värmepumpar som pannor. Framledningstemperaturens börvärde i kulverten är 50 °C vid utetemperaturer över +5 °C. Från +5 till -20 °C ute ökar framledningen från 50 till 70 °C.

Värmeanläggningen styrs så att den mindre VPn, VP 1, startar då kulvertreturtemperaturen underskrider framledningsbörvärdet med 2K. Vid 4K i underskott stoppas VP 1 och VP 2 startar, respektive vid 6K i underskott är båda värmepumparna i drift. Om underskottet är 8K eller mer i 30 minuter startas pannor och inshuntning av pannvatten börjar. Vid panndrift övergår styrningen från retur- till framledningen. Urkoppling av tillsatsvärme sker när inshuntning inte erfordrats under 30 minuter och nedstegning av värmepumpvärme sker omvänt enligt tidigare med 4 graders förskjutning uppåt.

Justering av börvärden för framledning innebär samtidig anpassning av start- och stoppsekvenserna. Värmepumparna stoppas vid lägre utetemperatur än -10 °C respektive vid lägre brinetemperatur än -20 °C.

#### Små aggregat i UC

Eftersom kulverttemperaturen under en stor del av året är så låg att erforderligt varmvatten ej kan produceras med ursprunglig utrustning har mindre värmepumpenheter installerats i undercentralerna. Dessa mindre enheter avger 15 - 20 kW värme och tillsammans med buffertförråd om 1,5 - 2,5 m<sup>3</sup> innebär detta att varmvattenkomforten kan upprätthållas. Ursprunglig utrustning förvärmer varmvattnet till mellan 25 och 40 °C, beroende på tappflöde, och värmepumpvärm t vatten inshuntas i erforderlig omfattning via 3-vägs ventil.

Värmepumparna hämtar sin värme från returledning på kulvert vilket innebär att tillsatsvatten produceras i två steg, dels i de centrala värmepumparna och dels av de i undercentralen.

#### 4. Uppföljning

##### Mätprogram

Alla automatiska mätningar har genomförts av mätcentralen på Chalmers som svarat för såväl stora delar av installationen av mätutrustning som leverans av mätdata.

Månadsvis har mätdata erhållits, bilaga 1 (exempel jan 1988), där alla huvudsakliga grundresultat finns samlade. Uppföljningen har pågått från anläggningsstarten dec 1986 till årsskiftet 88/89. Utöver månadsvisa resultat-sammanställningar har också momentana (2 min värden) kunnat avläsas på data-skärm i anslutning till anläggningen. Detta har varit till stor nytta dels vid injustering och dels i samband med iakttagelser på plats. Det sistnämnda är inte minst viktigt ur uppföljningssynpunkt eftersom nästan alla uppslag till förbättringar och rentav "aha"-upplevelser erhålles genom studier på plats. Alla dessa iakttagelser, som svårigen kan göras utifrån rena mätdata, kanske inte till alla delar blir redovisade i en rapport av föreliggande slag men är ändå av stor nytta vid fortsatt utveckling och projektering av liknande objekt. Vidare har ljudmätning utförts av bulleralstring från uteluftfläktarna.

##### Nyckeltal för energiutfallet

Flera förändringar genomfördes under de 2 - 3 första kvartalen 1987. Nedan redovisas därför inledningsvis resultat för ett års drift efter det att åtgärder vidtagits.

Energier m m - 87/88, Kyrkbyn

1987-11-01 - 1988-10-31

Total energi ur PC	8 700 MWh	
Total energi ur central VP	6 300 MWh	}
Total el till VP UC	270 MWh	} A
Total energi för avfrostning	-280 MWh	}
Energi A	6 290 MWh	
Totalt tillförd el	2 900 MWh	
Värmefaktor 1	2,2	
Total energi ur PC om projektet ej genomförts	9 800 MWh	
Totalt med VP ersatt energi	7 400 MWh	
Totalt tillförd el	2 900 MWh	
Verkningsgrad tillförd el - värmefaktor 2	2,6	
Oljeförbrukning <u>utan</u> VP-projekt	1 080 m <sup>3</sup>	
Oljeförbrukning <u>med</u> VP-projekt	260 m <sup>3</sup>	
Oljereducering	820 m <sup>3</sup>	
Värmefaktor, kompressorel	2,6	

- "Total energi ur PC" avser uppmätta nettoenergier från såväl oljepannor som de två centrala värmepumparna.
- "Total energi för avfrostning" utgörs av den energi som hämtas ur kulverten för avfrostning.
- "Energi A" utgör den värmemängd de centrala och småvärmepumparna tillsammans tillför systemet.  
 $6300 + 270 - 280 = 6290 \text{ MWh}$
- "Totalt tillförd el" innefattar all el stora och små värmepumpar erfordrar inklusive kringutrustning såsom fläktar och pumpar m m.
- "Värmefaktor 1" utgör "traditionellt" beräknad värmefaktor, SPF.
- "Total energi ur PC om projektet ej genomförts" har beräknats med utgångspunkt från tidigare års oljeförbrukning, som Bostadsbolaget har statistikfört månadsvis, samt temperaturkorrigeringar och pannverkningsgrader vilka i projektet uppmätts.
- "Totalt med VP ersatt energi" avser den nettoenergireducering av oljevärme hela projektet inneburit. Systemet med decentraliserade värmepumpar har medfört avsevärt minskade värmeförluster i kulvert m m. Denna reduktion har kunnat mätas och beräknas för den aktuella perioden och tillsammans med VP-värme uppgår ersatt oljevärme till 7 400 MWh. Uppmätt energi från OP: 2 400 MWh, erforderlig energi utan VP-projektet 9 800 MWh  
 $9800 - 2400 = 7400 \text{ MWh}$ .
- "Värmefaktor 2" utgör ett godhetstal för hela anläggningen och är inte värmefaktor i vanlig mening.
- "Oljeförbrukning utan VP-projektet" är baserat på temperaturkompenserad statistik från Bostadsbolaget.
- "Oljeförbrukning med VP-projektet" är baserad på faktiska oljeleveranser.
- "Värmefaktor, kompressorel" avser den centrala anläggningen.

Vid projektstart angavs att vid 1 200 m<sup>3</sup> olja normalår skulle reduktionen vara 900 m<sup>3</sup> med en elinsats av 3 000 MWh. Det redovisade året har på orten en medeltemperatur av 8,5 °C mot normalt 7,6. På nästa sida redovisas månads-siffror för perioden.

## Månadssiffror för redovisad period 1987-11-01 -- 1988-10-31

	Medeltemp 87/88	Medeltemp NÅ	m <sup>3</sup> Eo NÅ utan VP	m <sup>3</sup> Eo 87/88 utan VP	m <sup>3</sup> Eo 87/88 med VP	MWh-el' 87/88
Nov 87	4,0	4,5	117	120	35	324
Dec	2,8	1,8	141	133	46	342
Jan 88	+3,1	-1,7	166	131	39	332
Feb	+1,7	-2,0	152	132	45	323
Mar	+0,5	+0,7	149	150	50	350
Apr	+5,2	+5,8	108	112	21	304
Maj	+13,5	+11,5	69	54	5	177
Jun	+17,5	+15,2	41	28	≈0	108
Jul	+16,6	+17,0	28	31	≈0	107
Aug	15,9	16,8	30	37	2	125
Sep	13,4	13,1	56	53	9	133
Okt	7,3	8,6	91	100	8	276
$\bar{\Sigma} x$	8,5	7,6	1148	1081	260	2901

\* Inklusive små VP, 20 MWh/mån

Baserat på de erhållna resultaten kan normalårsutfallet för anläggningen i stort sägas uppfylla de i förhand beräknade resultaten. Något lägre värmefaktor, 2,2 istället för 2,3 respektive något sämre värmeavgivning 950 istället för 1 000 kW, vid nominella förhållanden, har i viss mån kompenserats av större kulvertförlust-reducering än beräknat.



### Kulvertförluster

I figur 1 visas nätets totaleffektbehov före och efter anläggningsinstallation. Hypotesen under projekteringsfasen var att de sänkta kulverttemperaturerna skulle ge störst utdelning, både relativt och absolut, under varma delar av året eftersom sänkningen då var störst. Diagrammet visar inte helt en sådan följsamhet men det framgår ändå tydligt att reduktionen är avsevärd. Medelavvikelsen under året kan avläsas till ca 180 kW och motsvarande oljereducering kan då beräknas till ca 170 m<sup>3</sup> Eo per år.

Vid jämförelser under mätåren mellan levererade oljemängder och avgiven energimängd från oljepannor har sambandet:

$0,11 \times \text{uppmätta energier} = \text{levererad oljemängd i m}^3$ , visat sig mycket korrekt.

Under perioden 1987-11-01 - 1988-10-31 erfordrades i nätet  $8\,700 + 270 = 8\,970$  MWh. Motsvarande oljemängd, enligt resonemanget ovan blir då 987 m<sup>3</sup>, vilket skall jämföras med beräknade 1080 m<sup>3</sup> för aktuell period utan VP-projektet. Den sista beräkningsmetoden ger en differens av 93 m<sup>3</sup> vilken sannolikt bättre stämmer med verkligheten än vad diagrammet i figur 1 kan ge. Detta med hänsyn till risken för relativt stora avläsningsfel vid differensmätning av de två något osäkra kurvorna.

Den nuvarande temperaturen i kulverten, ca 50 °C, ger ca 50% mindre temperaturdifferens mot omgivningen och med en kulvertförlustreducering motsvarande ca 100 m<sup>3</sup> olja kan ursprunglig förlust bedömas ha uppgått till 200 m<sup>3</sup> per år eller 17-18 % av tillförd oljemängd.

### Successiva resultatförändringar under mätperioden

P g a mycket kylig inledning av 1987, injusteringsfas och ett flertal ändringar/kompletteringar under de 2 - 3 första kvartalen 1987 blev de tidiga resultaten mycket magra varefter de förbättrats och stabiliserats på rimliga nivåer. Mer om fel och brister i avsnittet "Driftserfarenheter".

I figur 2 och 3 visas resultatförändringarna som flera helårsresultat med kvartalsvis förskjutning.

### Värmepumpprestanda, centralaggregat

Vid momentanmätningar, 1 dygn kontinuerlig drift, har mycket god överensstämmelse erhållits mellan fabrikantdata och erhållna mätresultat. Fabrikantdata enligt figur 4 och 5. Avvikelserna ligger inom 5 %, både över och under uppgivna prestanda. Med hänsyn till eventuella mätfel samt viss osäkerhet om motorverkningsgraden (vid mätningen antagen till 93 %) kan aggregaten sägas väl uppfylla gängse leveranskrav.

Figur 6 a och b och figur 7 visar kondensoreffekter respektive värmefaktorn som funktion av utetemperaturer samt brinetemperaturen.

Figur 8 visar temperaturnivån i kulvertsystemet som funktion av utetemperaturer.

Under 1988 var gångtiderna för VP 1 och VP 2 6140 respektive 5170 h.

### Energi för avfrostning

Den energi som nyttjas för avfrostning hämtas från kulvertsystemet och är därför ur marginalbetraktelse kondensorvärme. Hänsyn till detta tas således vid energiredovisning av anläggningen genom att motsvarande energimängd reducerar avgiven värme från värmepumparna. I figur 9 visas avfrostningsenergin per månad i % av VP-producerad värme. Totalt åtgick under ett år (1988) 292 MWh. Samtidigt producerades 6 300 MWh ur kondensorn och total avfrostningsenergi utgör således 4,6 % av producerad VP-värme.

### Energier för kringutrustning

Utöver värmeenergi för avfrostning erfordras el till ett antal förbrukningsställen som direkt kan hänföras till värmepumpdriften:

- uteluftfläktar	36 x 0,85 kW
- brinepump	9,0 kW
- elvärmeslingor under uppställningsyta för utebatterier	50 kW
- el för styr- och regler samt rumsluftkylare i apparaturum	< 2 kW

Brinepump och fläktar är i drift om ena eller bägge värmepumparna är i drift. Dessa två enheter har en årlig drifttid (1988) om 7160 h och omsätter då 283 MWh. Totalt har "övrig" el uppmätts till 310 MWh vilket utgör ca 11 % av totalt tillförd el till anläggningen.

### Småaggregat i UC

Mätningar har utförts i två undercentraler med vardera ett aggregat installerat. Värmepumparna har här en årlig (1988) gångtid tillsammans om 3 990 h vilket ger 1995 h i snitt per aggregat. Total elförbrukning var under 1988 23 MWh eller 11,5 MWh per aggregat. Total energi levererad till de två undercentralerna från kulvert var under samma period 670 MWh medan hela området har erhållit 8700 MWh ur kulvert. Med hänsyn till att affärscentrum m m har lägre specifik varmvattenförbrukning kan en proportionalisering av elenergi göras mellan 670 MWh och 90 % av 8 700 MWh.

Resonemanget ovan ger en total elförbrukning i småaggregaten uppgående till:

$$\frac{0,9 \times 8700}{670} \times 23 = 269 \text{ MWh/år}$$

Mätning av varmvattenenergin i undercentralen har skett avseende tappad energimängd och således ingår ej förluster i varmvattentankar. Dessa är isolerade med 5 cm skumisolering som ger ett K-värde kring  $0,8 \text{ W/m}^2 \times \text{K}$ . Omslutningsyta per tank är ca 1,5 m<sup>2</sup> och med en medeltemperaturdifferens av 40 K blir totala förluster från tankar, 2 st UC med 3 tankar i varje,  $1,5 \times 0,8 \times 40 \times 6 = 288 \text{ W}$ . Årsförlusten uppgår då till  $0,288 \times 8760 = 2,5 \text{ MWh}$ . Totalt tappad energimängd från tankar under 1988 uppgår till 59,2 MWh, vilket tillsammans med förluster innebär att de två aggregaten producerat ca 62 MWh/år. Årsvärmefaktorn för småaggregaten uppgår därmed till 2,7 vilket är något lägre än vad som förväntades, 3,0. I de två undercentralerna har dessutom tappvattenenergi erhållits från ursprungliga utrustningar. Dessa har under 1988 överfört 106 MWh.

Med samma proportionaliseringsresonemang som ovan erhålls områdets totala varmvattenenergiförbrukning till 1 969 MWh eller 23 % av totalt energibehov för området.

### Temperaturen vid förångaregård

De sex utebatterierna är placerade i en gård med en garagelänga utefter en sida och ett särskilt uppbyggt plank på den andra sidan. Gårdsmåtten är 30 x 8 m med de sex enheterna, 6 x 2,5 m vardera, jämnt fördelade. Ursprungligen avsågs batterierna placeras så att fläktutloppen hamnade ca 1 m under gårdssidornas övre nivå. I bygglovets krävdes dock en sänkning av placeringsnivån vilket innebar att den befintliga gårdsinramningen, garagelängan, hamnade ytterligare ca 1 m över fläktutloppen.

Vid igångkörning kunde tämligen omgående konstateras en mycket stor andel rund-gångsluft. Under två av batterierna, där temperaturgivare placerats, kunde ingående lufttemperaturen uppmätas till mellan 5 och 10 K lägre än "ordinarie" utetemperatur.

Samtliga 36 fläktutlopp försågs då med ca 2 m höga "skorstenar" samtidigt som öppningar ordnades i plankets nederdel. Dessa åtgärder tillsammans har medfört att rundgången väsentligt minskat. Fortfarande medför dock rundgång att ingående luft till batterierna har mellan 1 och 3 grader lägre temperatur än omgivande luft. Minst rundgång sker vid blåsigt väder och vindriktning tvärs gårdens längdriktning. I medeltal medför rundgången 1,5 - 2 K lägre lufttemperatur till batterierna. Även ursprungligt placerad höjdnivå av batterierna hade sannolikt medfört betydande rundgång.

### Ljudmätningar

Förångaregården är placerad längs en fyr-filig trafikled (Bräckeleden) med mycket hård trafikbelastning. På andra sidan leden har ett ljudplank byggts upp för att i någon mån skydda bakomvarande bebyggelse av bostäder från trafiklarmet.

Trots den mycket höga ljudnivån från trafiken gäller krav att ljudalstring från värmepumpanläggningen ensam inte får överstiga 40 dBA, mätt invid berörd bostadsbebyggelse.

Akustikfirman Ingemanssons Ingenjörbyrå AB anlitas för att dels lämna synpunkter på utförandet av fläktgården, som i Kyrkbyprojektet är den mot omgivningen ljudalstrande anläggningsdelen, och dels utföra mätningar av faktiskt alstrade nivåer. Mätningarna utfördes av Inger Wangsen-Nyquist.

Två mätningar har genomförts, dels innan åtgärder mot rundgång vidtagits och dels då öppningar i fläktgårdsplankets nederdel var helt öppna. Vid första mättillfället registrerades 43 dBA strax ovan trafikbullerskärm vilket vid husfasaden motsvarar ca 42 dBA. Bakgrundsnivån anger Inger Wangsen-Nyquist bidra med ca 1 dBA varför bidraget från värmepumpanläggningen uppgår till 41 dBA.

Vid andra mättillfället registrerades 46 dBA vid trafikskärm, motsvarande 45 dBA vid fasaden.

Efter andra mätningen har öppningarna i fläktgårdens plank försetts med kraftiga jalousianordningar varför nivån därmed bör ha sänkts något.

Med hänsyn till osäkerhet om bakgrundsnivå samt eventuella mätfel bör ljudalstringen från värmepumpanläggningen sägas ligga inom en acceptabel nivå, bedömningsvis mellan 40-44 dBA. Det bör i sammanhanget nämnas att Ingemanssons ursprungliga förslag för bullerdämpning inte utfördes. Vidare kan nämnas att hela värmepumprummet inne i panncentralen försetts med bullerdämpande material vilket medfört att aggregaten ljudmässigt inte kan uppfattas utanför panncentralen trots inomhusnivån kring 90-100 dBA.

Däremot fortplantas vibrationsljud via kulvert till första huset i "kulvertslingan". Detta fenomen har inte förutsetts, aggregaten är anslutna med vibrationsdämpare, men dessbättre är ljudöverföringen till lägenheterna i huset så låg att de där knappast uppfattas. De mindre värmepumparna i undercentralerna har däremot medfört betydande störningar för hyresgästerna. Genom vibrationsdämpning i rörupphängningar och vissa åtgärder i aggregaten (klamring av vibrerande tryckrör) har problemen dock kunnat bemästras.

## 5. Driftserfarenheter

### Anläggningsstart

Vid anläggningsstarten årsskiftet -86/-87, utfördes inledningsvis några provstarter men mycket kallt väder, 15 - 20 minusgrader, medförde att verklig idrifttagning skedde först några veckor in på det nya året. De två huvudaggregaten kunde där- efter vara i drift utan onormala driftsavbrott. Diverse injusteringar av börvärden och dylikt utfördes i inledningen vilka i stort är desamma idag.

Brinesystemet, som var försett med öppet expansionsystem, visade sig dock svårt att avlufta. Trots flera försök att åstadkomma helt avluftat system blev detta dock inte genomfört. Expansionskärlet var placerat på pumpens sugsida och pump- stopp innebar att luft i brinesystemets tryckzon expanderade med resultatet att brine trycktes upp i, och ut ur, expansionskärlet. Vid pumpstart expanderade luften i systemets lågtryckszon med påföljd att expansionskärlet tömdes och ytterligare luft sögs in i brinesystemet.

De försök som gjordes att med några veckors mellanrum fylla på med mer brine motverkades alltså av förloppet beskrivet ovan. Korrekt förfarande hade varit att via luftningsnipplar och dylikt avlufta systemet till den nivå där pendlingarna vid start och stopp klarats inom expansionskärlet. Därefter hade kvarvarande luft successivt avgått via expansionskärl och andra anbringade avluftningsanordning- ar. Mer om brinesystemet under avsnittet "Korrosionsproblem i brinesystemet". Vidare observerades bristfällig avfrostning, se under avsnitt "Avfrostning".

De små värmepumparna i undercentralerna visade sig dels vara behäftade med småfel, felaktiga termostater och interna felkopplingar i apparatskåp, och, framför allt, undermålig elektrisk inkoppling. Av 18 undercentraler fungerade 2 tillfredsställande! Under 2 - 3 veckor gjordes en fullständig genomgång av dessa enheter varefter de i stort fungerat väl.

### Korrosionsproblem i brinesystemet

I avsnittet ovan redogörs för svårigheter att avlufta brinesystemet.

1987-04-21 upptäcktes hål i utebatteriernas U-rör, i gavlarna, ur vilka brine sprutade. Anläggningen stoppades och en intensiv period inleddes med diskus- sioner om orsaken samt undersökningar/analyser av brine, kopparkvalitén m m. Trots att flera experter tillkallades från kemiföretag och korrosionsinstitutet kunde inget exakt sägas om felorsak mer än att syresättning av brinen sannolikt varit utlösande faktor.

Samtliga batterier var skadade och reparerades genom att slingor med hål proppades. Totalt proppades ca 20 slingor varav hälften på ett batteri. Enskilda proppade rör, mellan hela, inverkar mycket måttligt på kapaciteten medan batte- riet med ca 10 lagade rör av totalt 44 per batteri i rad, sannolikt fått nedsatt kapacitet med 10 - 20 %.

Den totala inverkan av de proppade rören kan beräknas ha gett en sänkning av brinetemperaturen med ca 0,25 grader. Vidare beslutades att byta ut all brine och höja inhibitorhalten samt tillföra preparat som motverkar skumning vilket förenklar urluftningen. Dessutom byttes till slutet expansionssystem som dels minimerar risken för fortsatt luftinläckning och dels medger högre statiskt tryck i systemet som därmed blir lättare att avlufta. I detta syfte försågs också varje batteri med separat luftklocka.

Beträffande skuldfrågan, ersättningskyldighet för reparationsarbeten, skall här endast nämnas att beställare och entreprenör delat ansvaret. Brinesystemet har fungerat helt utan problem efter utförda åtgärder och anläggningen återstartades 1987-06-17.

### Avfrostning

Tämligen omgående observerades problem med undermålig avfrostningskapacitet. De elstavar som anbringats i batteriernas nederkant förmådde inte helt avfrosta batteriernas överkant. Efter varje avfrostning kvarstod en allt större "iskaka" i, eller riktigare, över batteriets överyta. Allt längre avfrostningsintervall prövades utan att någon förbättring kunde iakttas. De 50 kW som fanns tillgängliga var helt enkelt inte tillräckliga för att nå zonen med is.

Olika försök med att inom batterierna cirkulera brine från under- till överkant via separat pump, visade sig också resultatlösa.

En ombyggnad beslutades, som genomfördes sommaren/hösten 1987, vilken innebar att övergå från elavfrostning till ett system med cirkulerande varm brine. Ett separat rörssystem, med växlare mellan brine och hetvattenkulvert, installerades där avfrostningseffekten uppgår till mer än 200 kW. Eftersom förlusterna mot omgivningen är betydande under avfrostningsförloppet bör avfrostningseffekten hållas relativt hög och tiden kort. Batterierna avfrostas nu inom 5 - 20 minuter, beroende på väderförhållande, och energiförbrukningen är jämfört med el, ungefär densamma eller lägre med den väsentliga skillnaden att energin nu hämtas ur kulverten och därmed, på marginalen, utgör kondensorvärme.

### Rundgång av luft i förångaregård

Se kapitel 4: "Temperaturer vid förångaregård".

### Styrsystem

Den datoriserade styrutrustning som levererades var en av de första av denna typ och var behäftad med diverse programfel. Efterhand dessa visat sig har de åtgärdats men har ändå, åtminstone inledningsvis, inneburit ett och annat dygns drifts-avbrott. I övrigt har styrsystemet fungerat väl såväl vad gäller själva principerna för reglering som utrustningens förmåga att driftsäkert realisera dessa.

### Småenheter i undercentraler

Efter den massiva insats som gjordes vid igångkörningsskedet har de enskilda aggregaten fungerat ganska väl. Emellertid utgör det relativt stora antalet enheter att 1 till 2 fel per år och enhet resulterar i ca 2 - 3 larm från hyresgäster per månad. Antalet rapporterade fel är dock efter 2 års drift ganska få, 3-5 per år.

De fel som registrerats är utlösta motorskydd, p g a elarbeten med fasbortfall, några termostatenheter har fått bytas samt en kompressor bytts ut.

### Övrigt

Kulvertsystemet med undercentraler var tidigare tämligen okänsligt för smärre flödesfördelningsnedheter eftersom dessa väl komparerades av höga temperaturer. Den relativt drastiska sänkning som gjordes av kulverttemperaturen fick ganska omgående följas upp med injusteringsåtgärder. Beräkningar för dessa utfördes med utgångspunkt från det ritningsunderlag som fanns tillgängligt. Dessvärre finns i affärs- och kontorsbyggnader senare anslutningar till diverse luftvärmare m m som delvis hade förändrat förutsättningarna. Ett successivt förfarande vid injusteringen tillsammans med en tryckstegningspump i nätets periferi har idag åstadkommit erforderliga förhållanden för god komfort hos alla hyresgäster.

I efterhand kan konstateras att mycket arbete och klagomål från hyresgäster kunde undvikits med en noggrannare förbesiktning av kulvertsystemet. Grundinställning av styrsystemet innebar att pannor endast var i drift då behov av tillsatsvärme förelåg. Driftsansvarig personal menade dock att pannor och skorsten på sikt skulle ta skada av att panntemperaturen inte var tillräckligt hög och varmhållning av pannor sker därför nu hela året.



6. EkonomiAnläggningskostnader

Projektet har genomförts som generalentreprenad och exakta särkostnader för enskilda anläggningsdelar är därför svåra att precisera. Tre huvuddelar av kostnadsposterna kan dock särskiljas:

- central anläggning
- småenheter i undercentraler
- i efterhand vidtagna åtgärder, i huvudsak p g a uppkomna problem (korrosion och avfrostsproblem)

Total kostnad för projektet inklusive moms:

8,5 Mkr (1987)

Bedömd fördelning på kostnadsposter ovan inklusive moms:

- central anläggning 5,8 Mkr
- småenheter 1,8 Mkr
- tillkommande 0,8 Mkr

I ursprunglig kalkyl beräknades totalkostnaden till 7,7 Mkr vilket mycket väl stämmer med faktiska kostnader exklusive de kostnader som speciella åtgärder i efterhand åsamkat projektet.

Vid projektets start förelåg offert från Energiverken i Göteborg angående anslutning till fjärrvärmenätet. Jämförelse görs därför också med detta alternativ.

Alla beräkningar gäller året 1987-11-01 till 1988-10-31.

Kostnader vid enbart oljevärme

Oljekostnad	1 700 kr/m <sup>3</sup>
Nettoenergi ur olja (till nät)	9,1 MWh/m <sup>3</sup>
Oljeförbrukning	1 080 m <sup>3</sup>
Energibehov i nät	9 800 MWh/år
Total oljekostnad	1 836 000 kr
Kostnad per MWh	188 kr

Kostnader vid fjärrvärme

Särskilt rabatterad taxa erbjuds med 25 % reduktion av effektavgiften samt 7 % reduktion av energikostnaden.

Investering enligt offert 1984-06-04	4,2 Mkr
Kapitalkostnadsfaktor	0,12/år
Total kostnad taxa	2 050 000 kr
Kapitalkostnad	504 000 kr
Minskad drift och underhållskostnad	150 000 kr
Totalkostnad per år	2 404 000 kr
Kostnad per MWh (9 800MWh/år)	245 kr

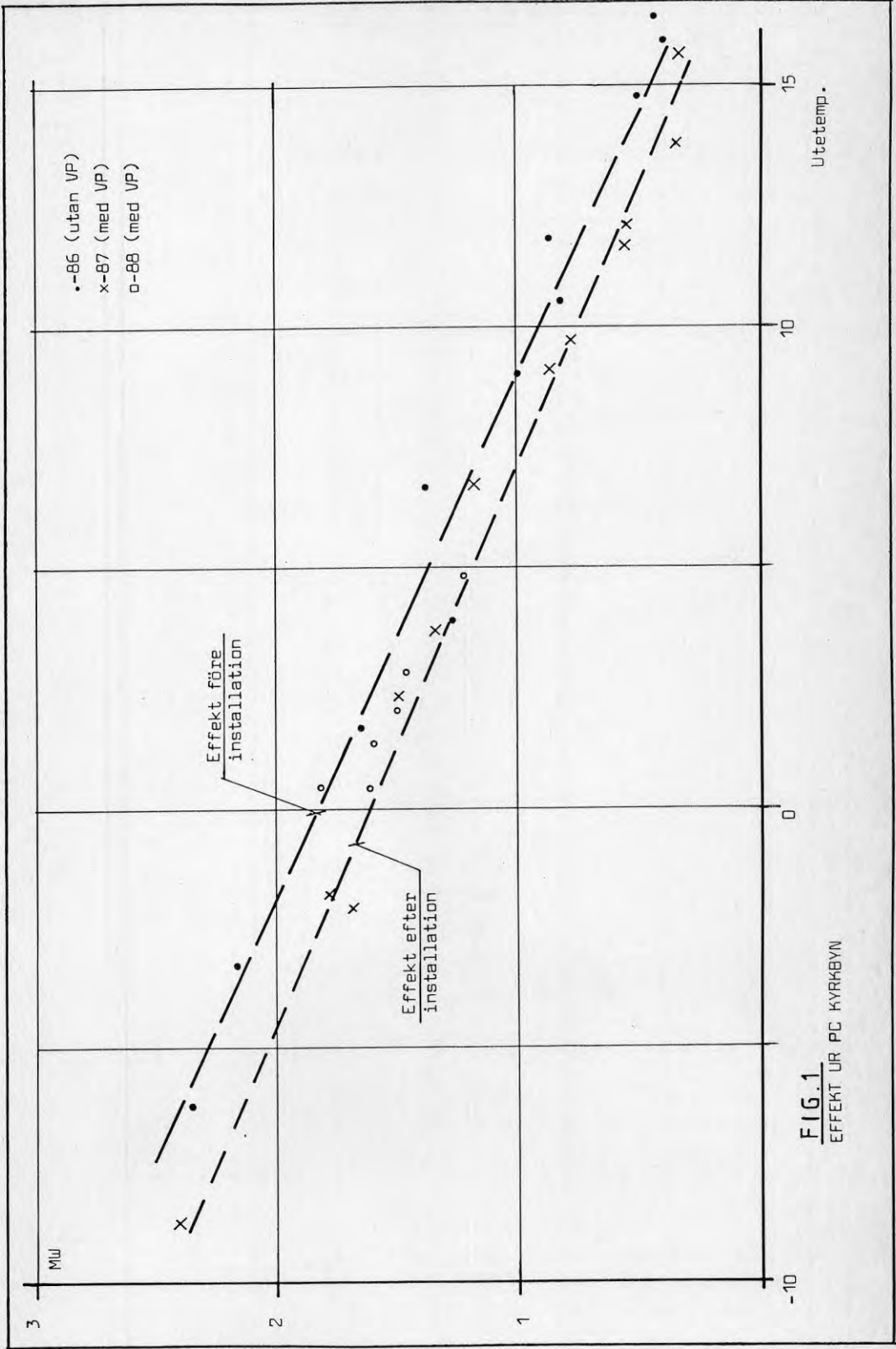
Kostnader med värmepump

Eltaxa aktuell period	280 kr/MWh
Energibehov i nät	8 700 MWh
Kostnad för tillsatsolja (260m <sup>3</sup> )	442 000 kr
Kostnad för el 2 900 MWh	812 000 kr
Kostnad för investering 12 % *	1 020 000 kr
Extra drift och underhåll **	50 000 kr
Total kostnad per år	2 324 000 kr
Kostnad per ursprungligt erforderlig energi (9800 MWh)	237 kr/MWh
Kostnad per MWh idag (8700) <sup>1)</sup>	267 kr/MWh

\* F n väsentligt lägre p g a ExoD-lån.

\*\* Faktiska kostnader under perioden är inga alls medan gängse schablon, 2 % av investeringen, ger 170 000 kr/år.

<sup>1)</sup> Reduktion av totalenergi p g a minskade kulvertförluster.



•-86 (utan VP)  
x-87 (med VP)  
o-88 (med VP)

Effekt före  
installation

Effekt efter  
installation

Utetemp.

FIG. 1  
EFFEKT UR PC KYRKBYN

MW

3

2

1

-10

0

10

15

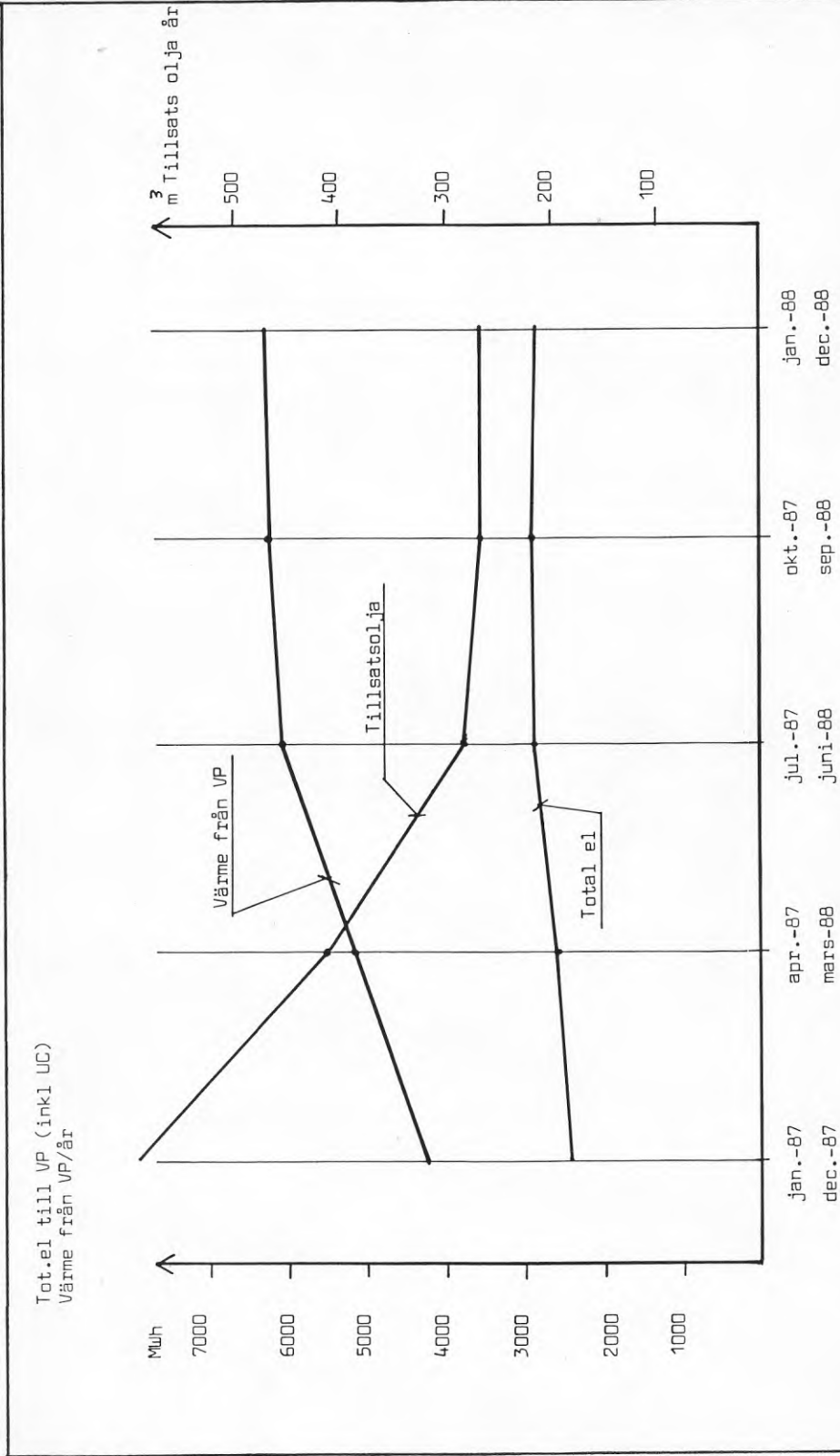


FIG. 2

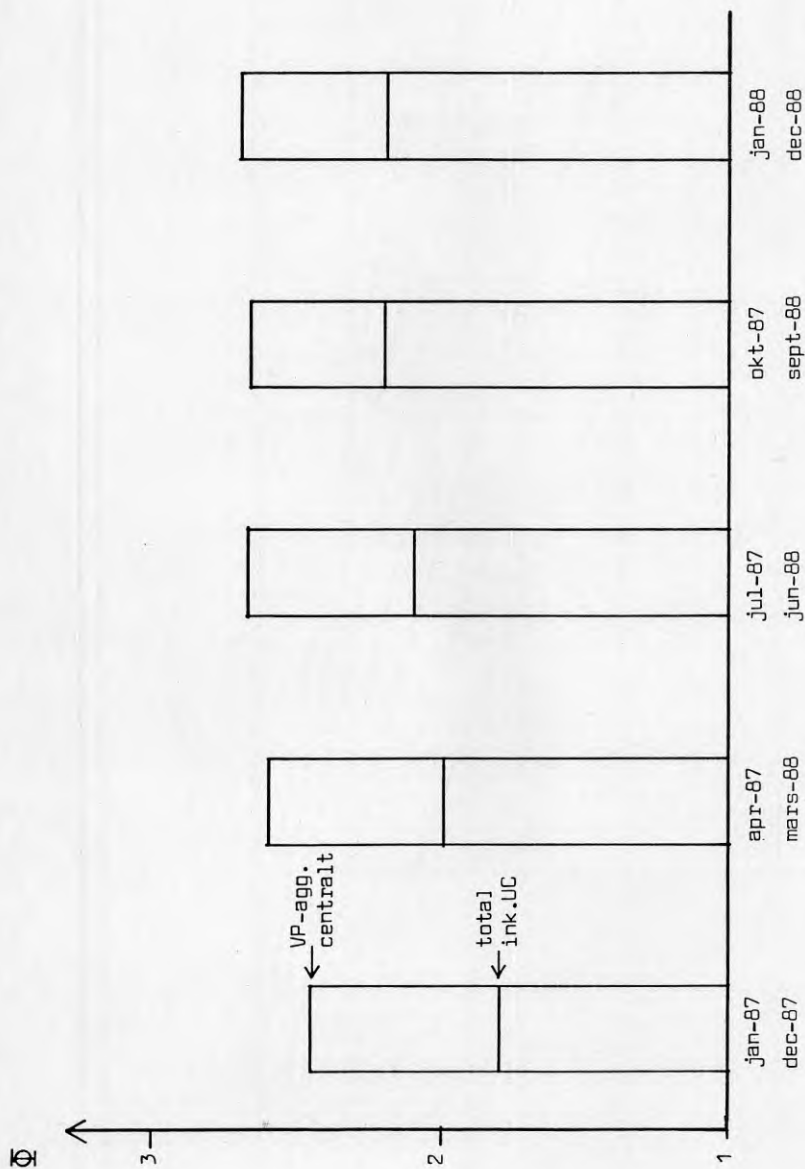


FIG. 3

VÄRMEPUMPAGGREGAT VSP 57EC R12

Värmefaktor med avseende på axeleffekt

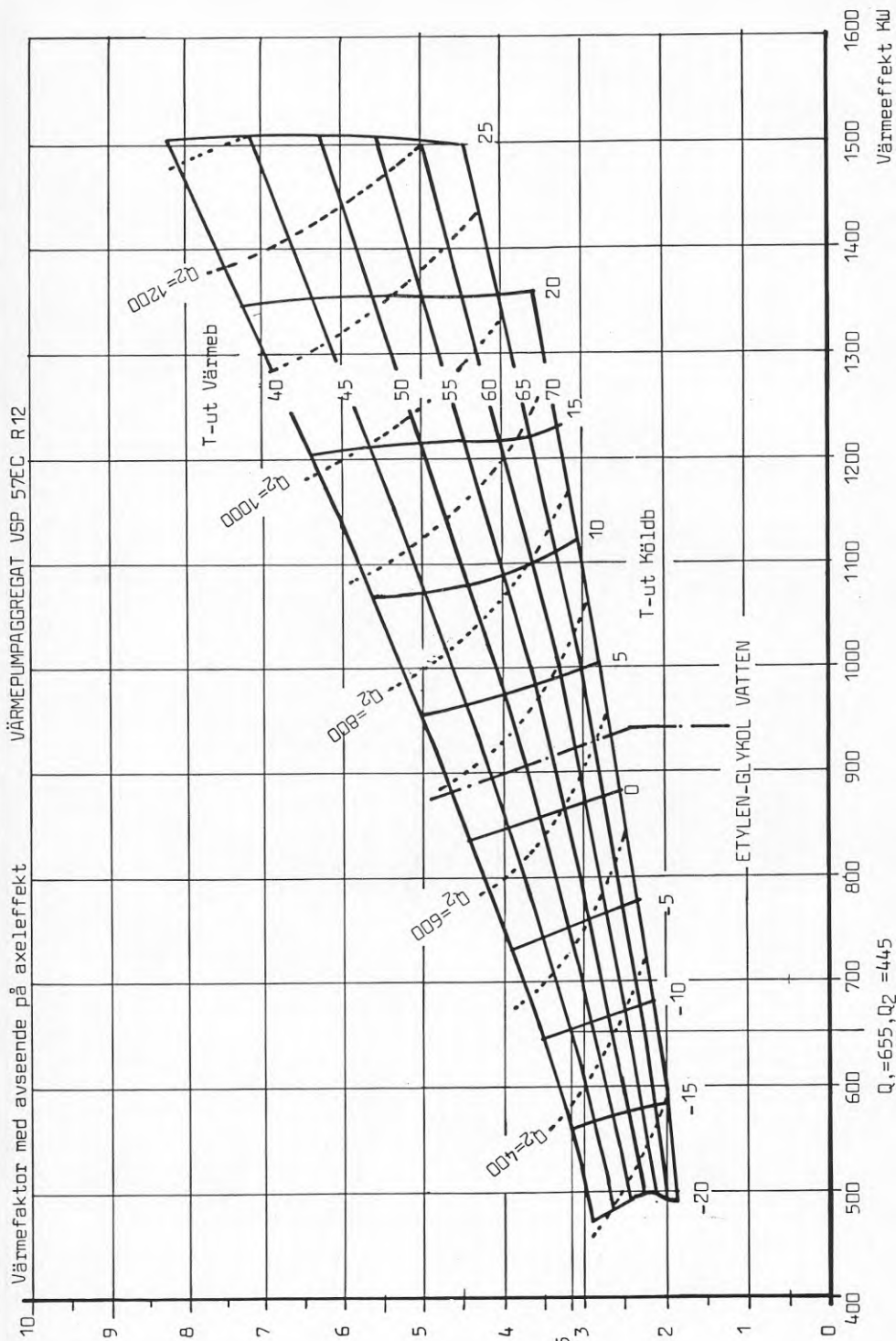


FIG. 4

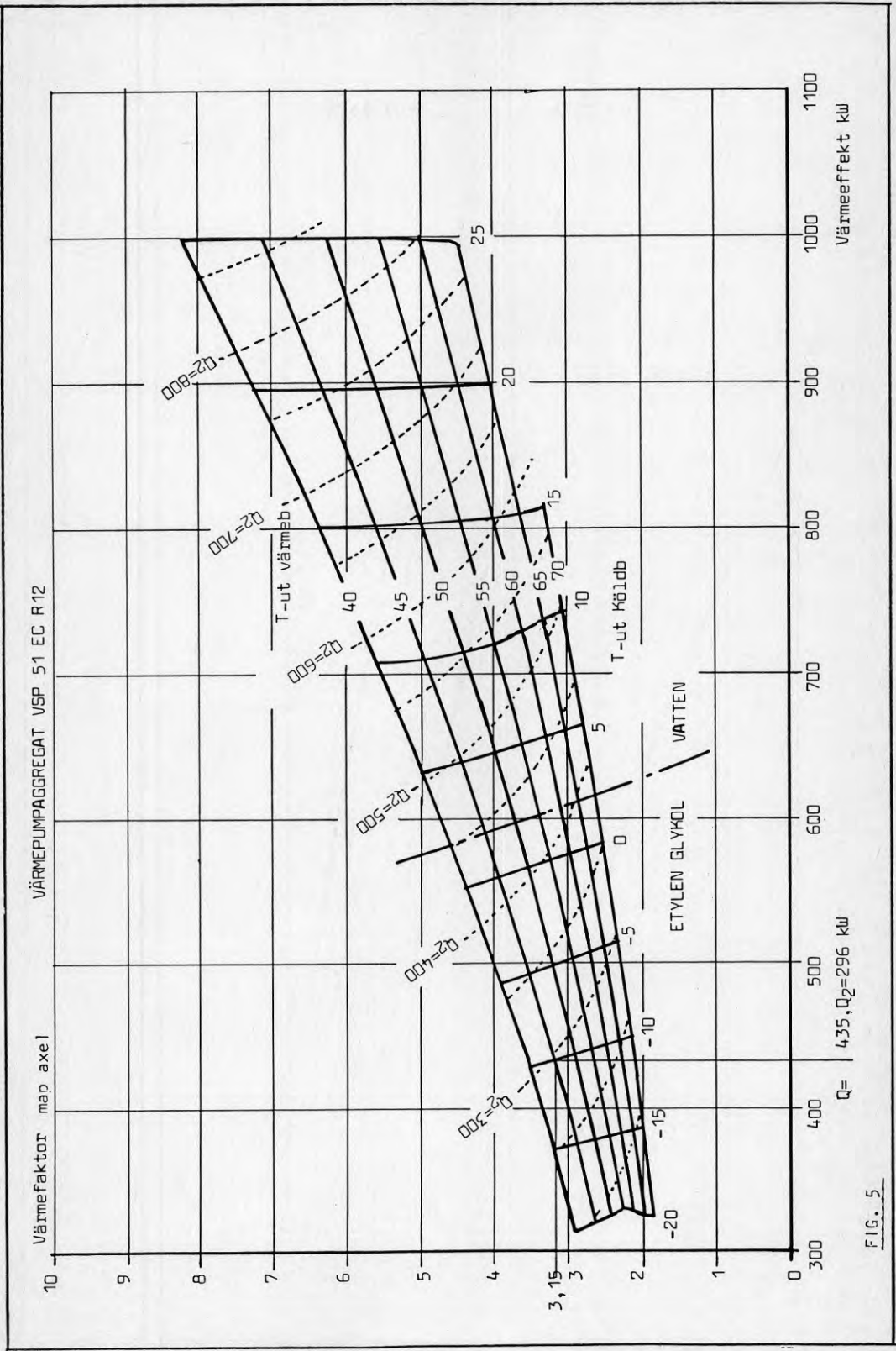


FIG. 5

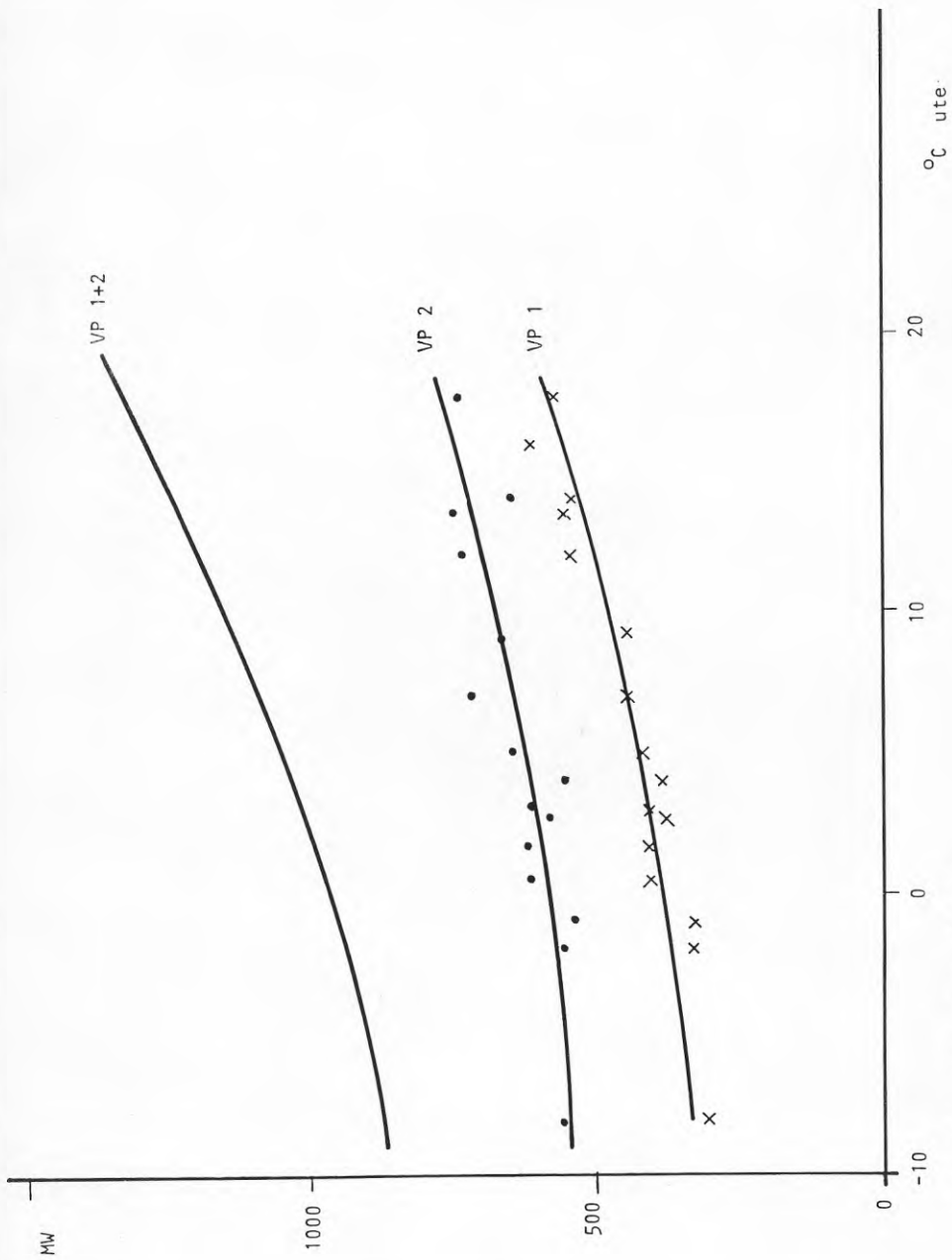


FIG. 6a Värmepumpeffekter



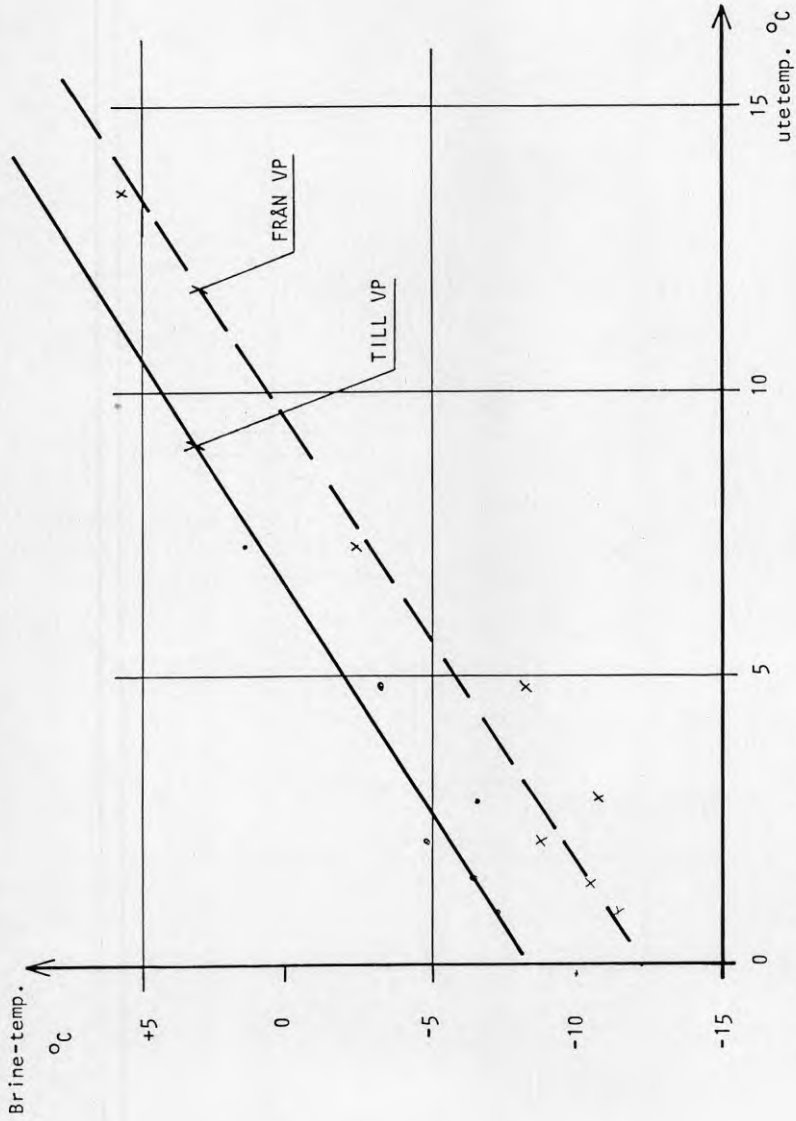
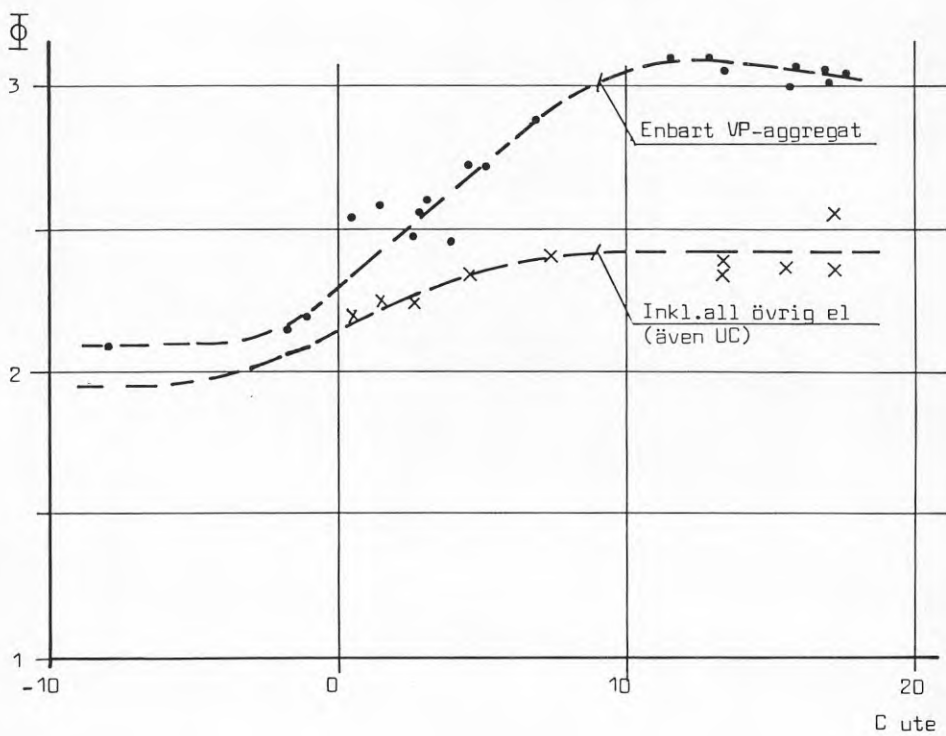


FIG. 6b Brinetemperaturer



**FIG. 7**  
VÄRMEFAKTOR

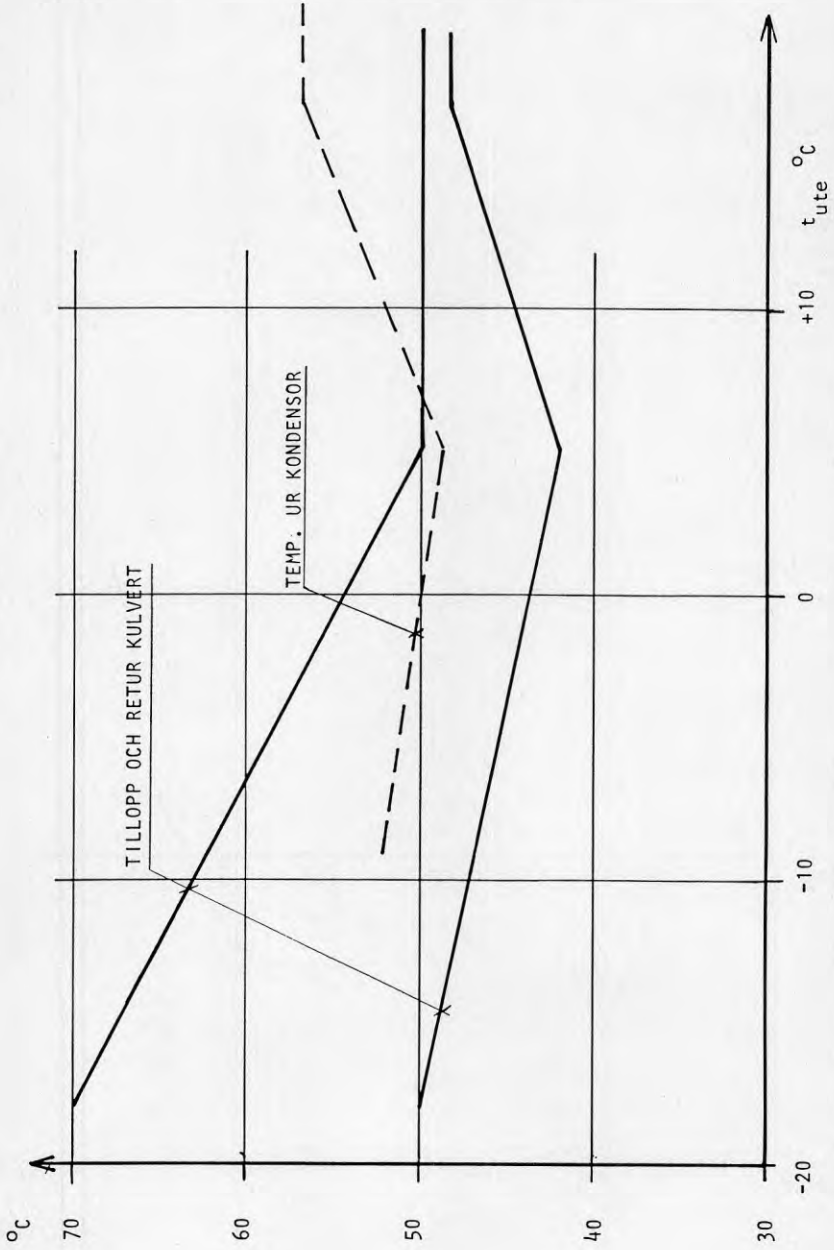
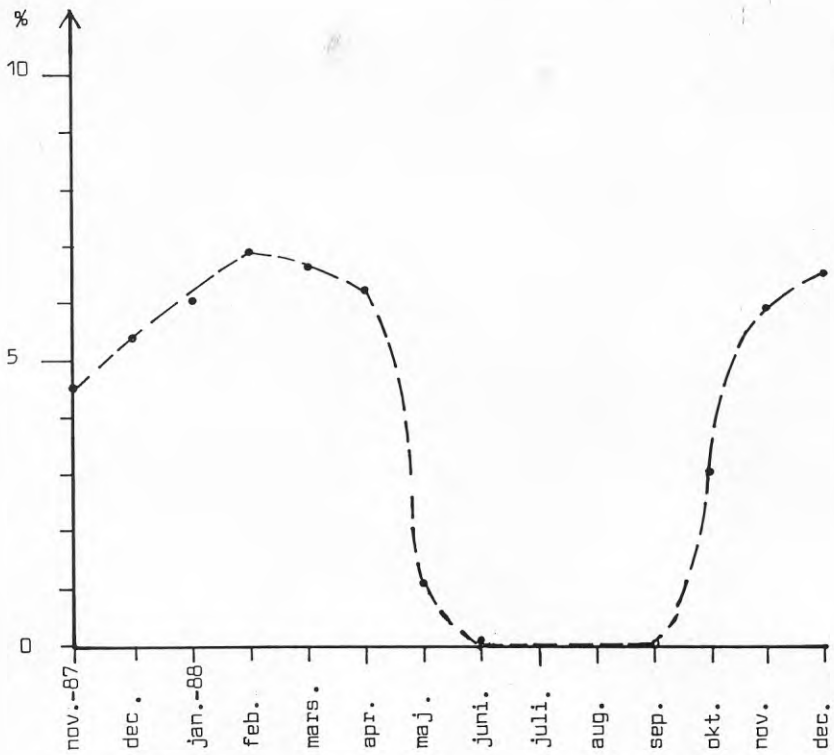


FIG. 8



**FIG. 9**

Avfrostningsenergi med brine,  
i % av VP-prod.värme

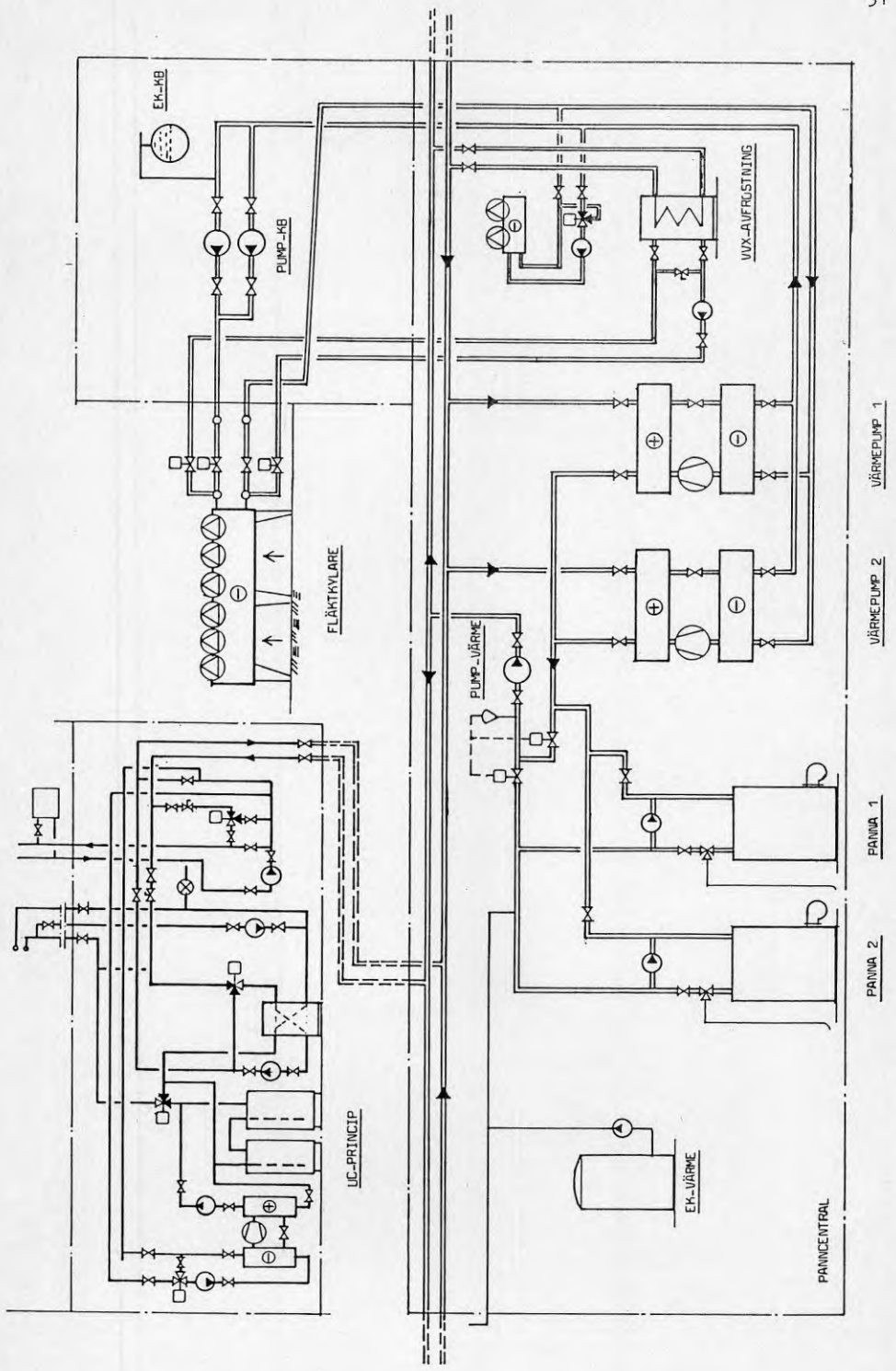


Fig. 10 Principiell uppbyggnad Kyrkkbyns värmepumpcentral



## BILAGA

Exempel på månadssammanställning.

## Månadssammanställning PC.

Totalflöde i kulvert.	38.30	l/s
Värmeenergi från VP 1.	286.0	Mwh
Värmeenergi från VP 2.	441.5	Mwh
Värmeenergi från OP.	358.6	Mwh
Elenergi till VP 1.	111.8	Mwh
Elenergi till VP 2.	167.0	Mwh
Elenergi till brinepumpar.	6.7	Mwh
Övrig el.	33.4	Mwh
Månadsmedelv.utetemp.	2.8	grad C
Månadsmedelv. temp.ingående brine.	-6.8	grad C
Månadsmedelv. temp. utgående brine.	-10.9	grad C
Månadsmedelv. temp. under koll. 1.	.4	grad C
Månadsmedelv. temp. under koll. 2	.4	grad C
Månadsmedelv. temp. före VP 1.	40.0	grad C
Månadsmedelv. temp. efter VP 1.	46.1	grad C
Månadsmedelv. temp före VP 2.	40.7	grad C
Månadsmedelv. temp. efter VP 2.	46.9	grad C
Månadsmedelv. temp. efter VP1+VP2.	46.5	grad C
Månadsmedelv.temp. efter shunt fr. OP.	49.6	grad C
Drifftid VP 1.	700.1	h
Drifftid VP 2.	720.5	h
Drifftid avfrost. koll. (el)	0.0	h
Drifftid elvärme i bottenpl.	51.4	h
Drifftid OP 1.	258.2	h
Drifftid OP 2.	0.0	h
Drifftid klimatanl. apparatrum.	715.9	h
Drifftid avfrostn. med brine	332.1	h
Energi till avfrost. med brine.	44.3	Mwh



Månadssammanställning för hus A och hus B+C.

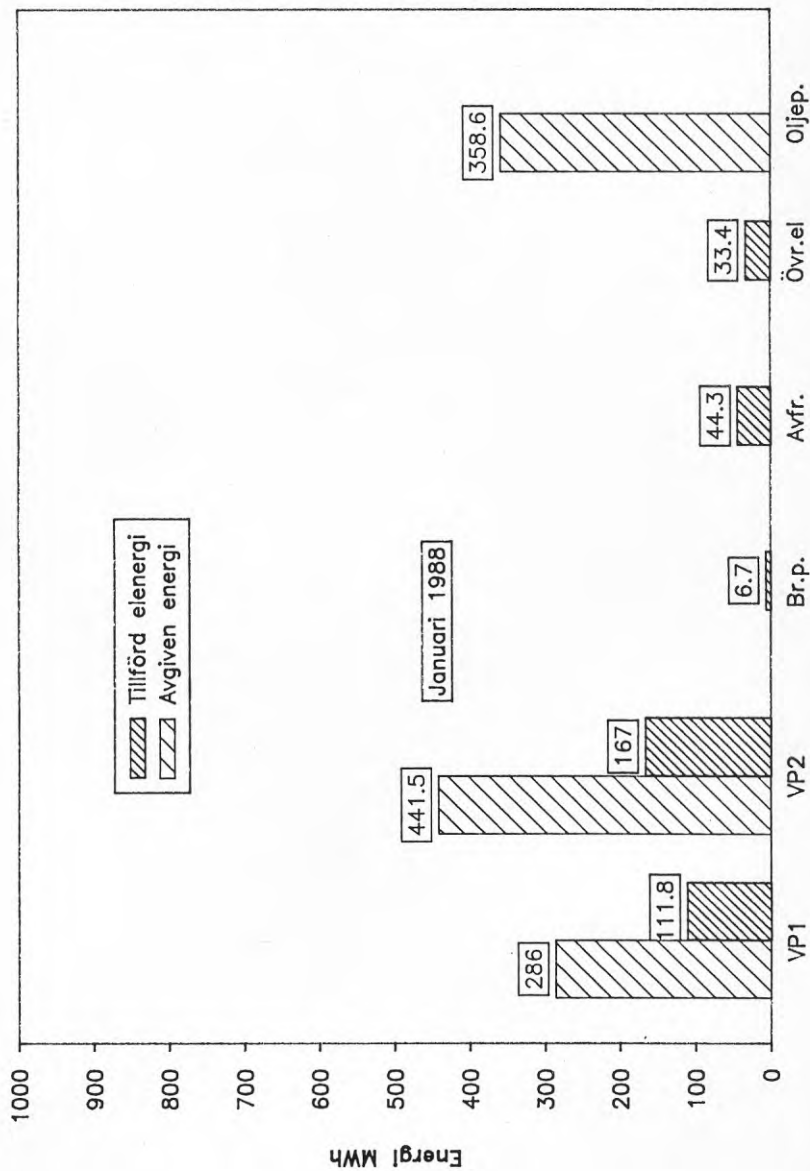
HUS A.

Värmeenergi från kulvert.	27.075	Mwh
Värmeenergi till radiatorsystem.	22.814	Mwh
Tappvattenenergi från VP.	1.748	Mwh
Tappvattenenergi via WX.	3.260	Mwh
Elenergi till VP.	.768	Mwh
Drifttid VP.	125.6	h

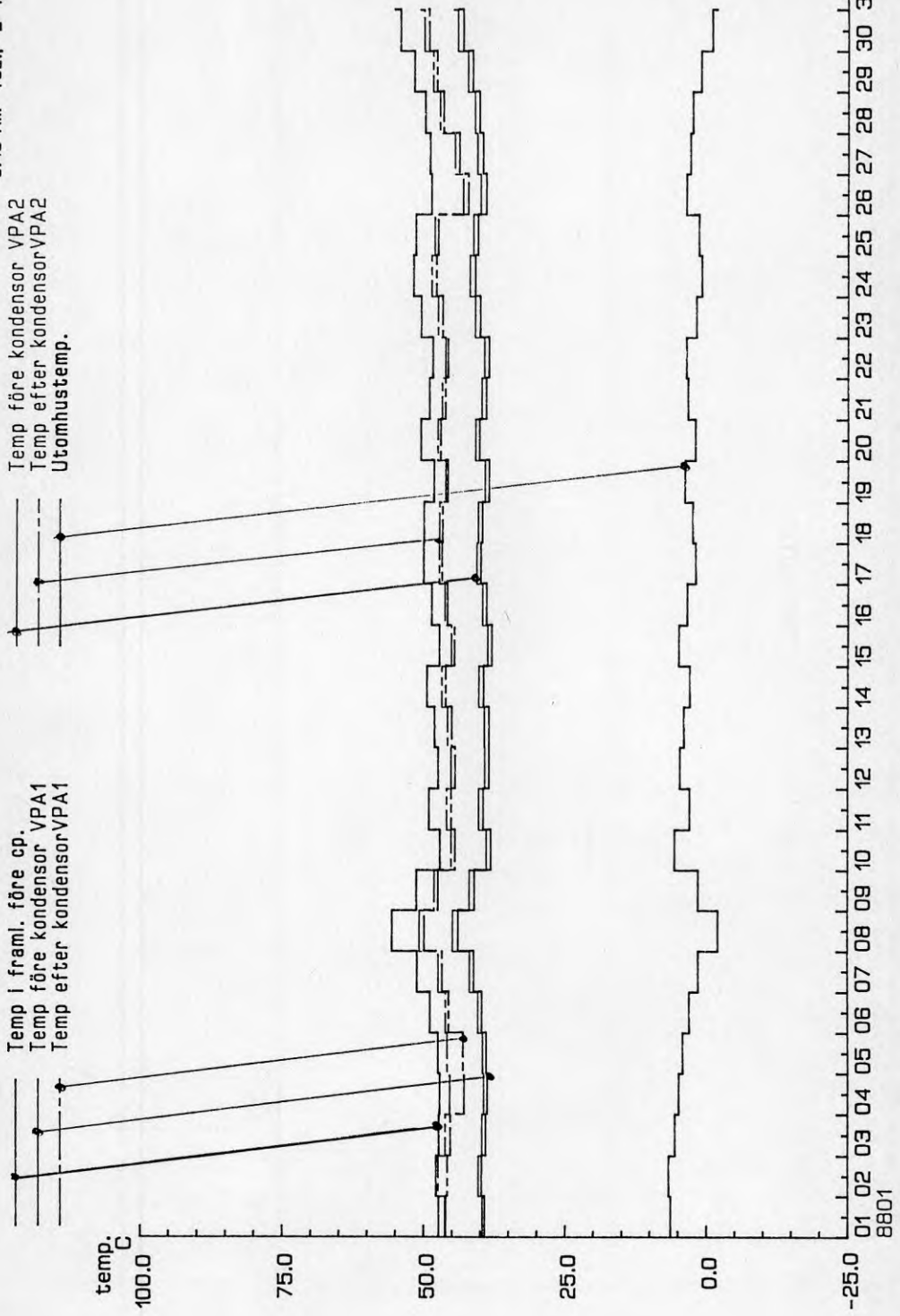
HUS B+C.

Värmeenergi från kulvert.	57.041	Mwh
Värmeenergi till radiatorsystem.	46.833	Mwh
Tappvattenenergi från VP.	4.142	Mwh
Tappvattenenergi via WX.	7.012	Mwh
El till VP.	1.489	Mwh
Drifttid VP.	256.4	h

# Energiflöden i värmecentral



8:43 AM TUE., 2 FEB., 1988

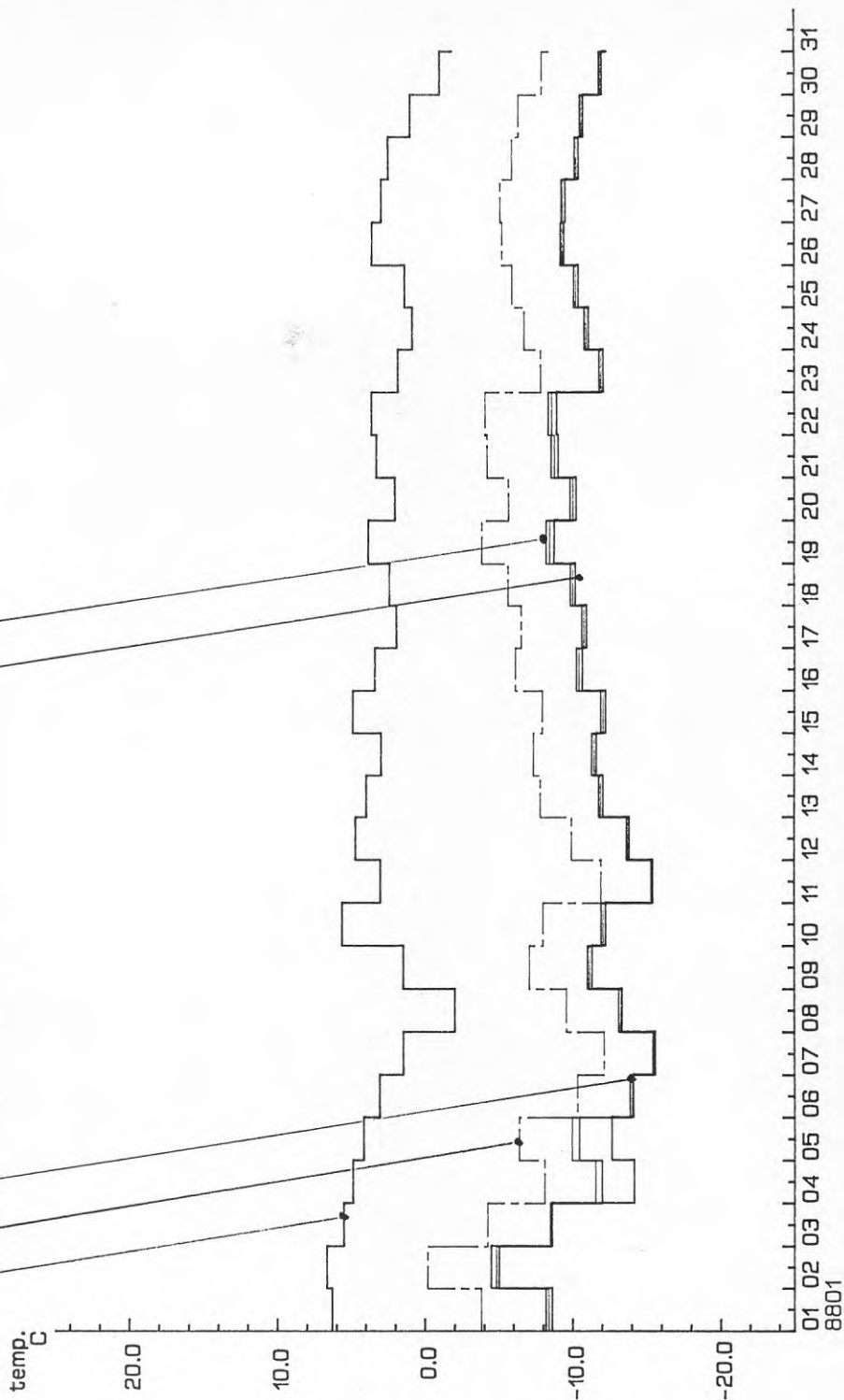


Kyrkbyn PC  
880101 0000 - 880131 2300

8:47 AM TUE., 2 FEB., 1988

Temp i brine efter VPA1  
Temp i brine efter VPA2

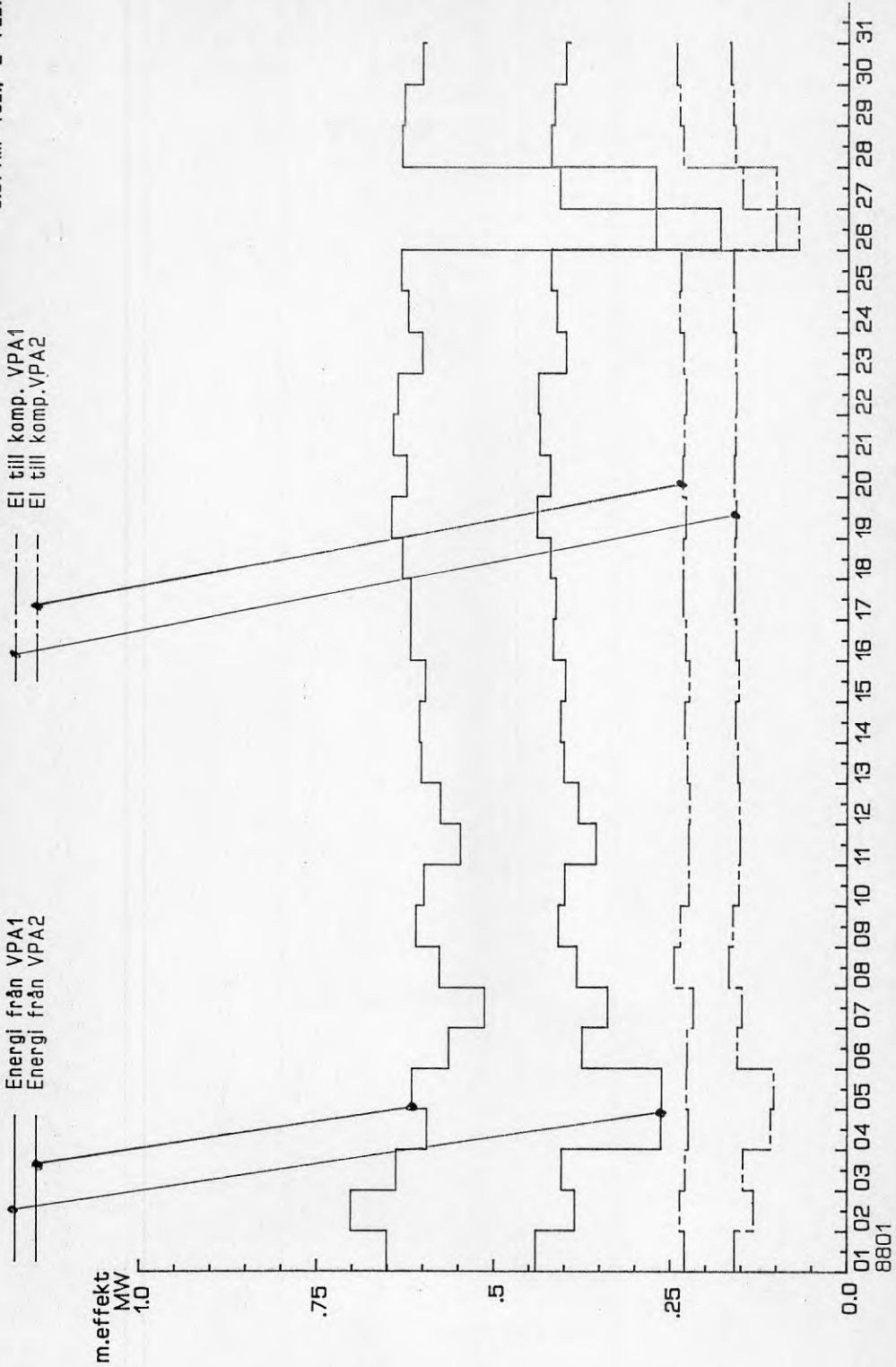
Utomhustemp.  
Temp i brine före VPA1,2  
Temp i brine eftr VPA1,2



Kyrkbyn PC  
880101 0000 - 880131 2300



8:51 AM TUE., 2 FEB., 1988

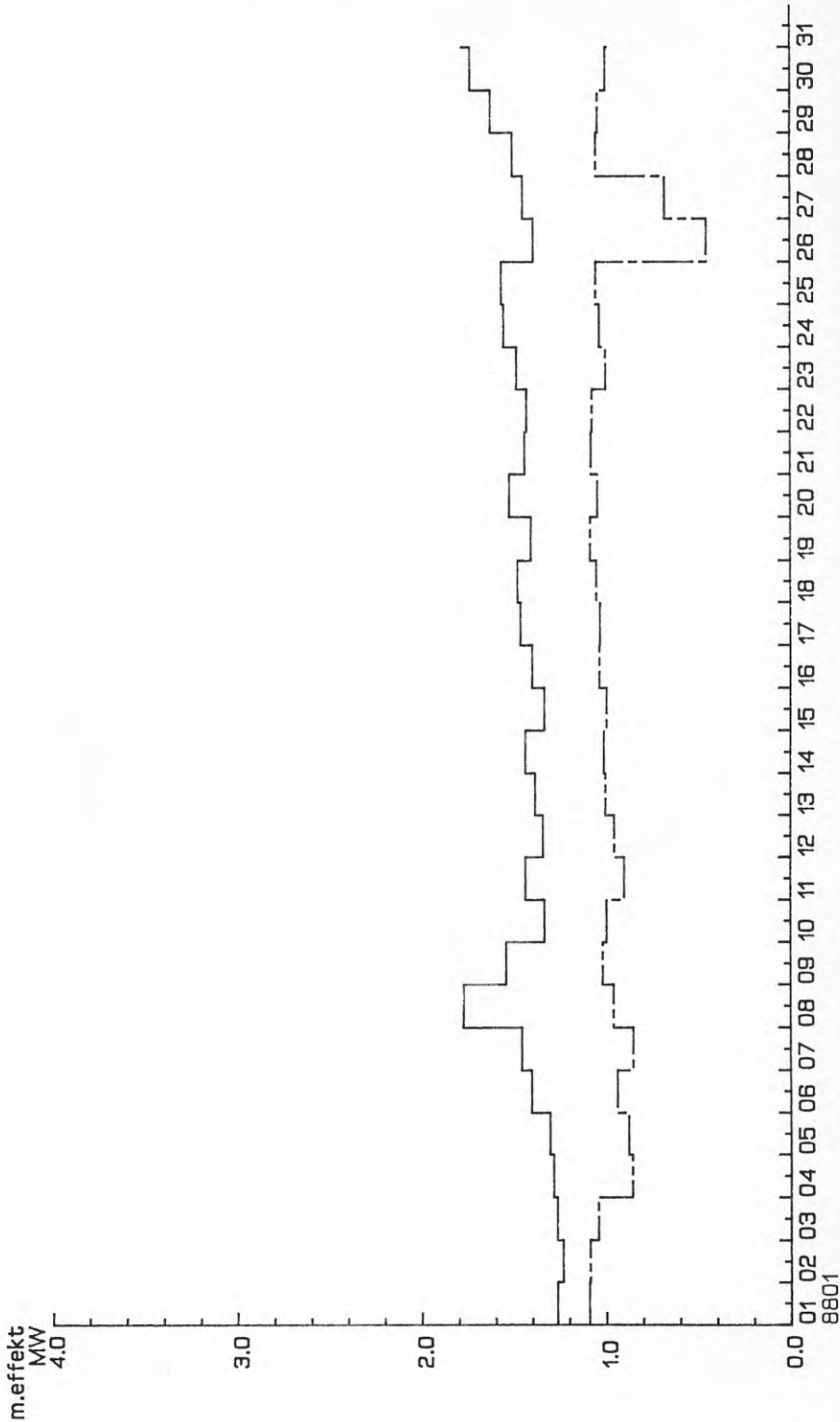


Kyrkbyn PC  
880101 0000 - 880131 2300

8:54 AM TUE., 2 FEB., 1988

----- Energi från VP1+VP2

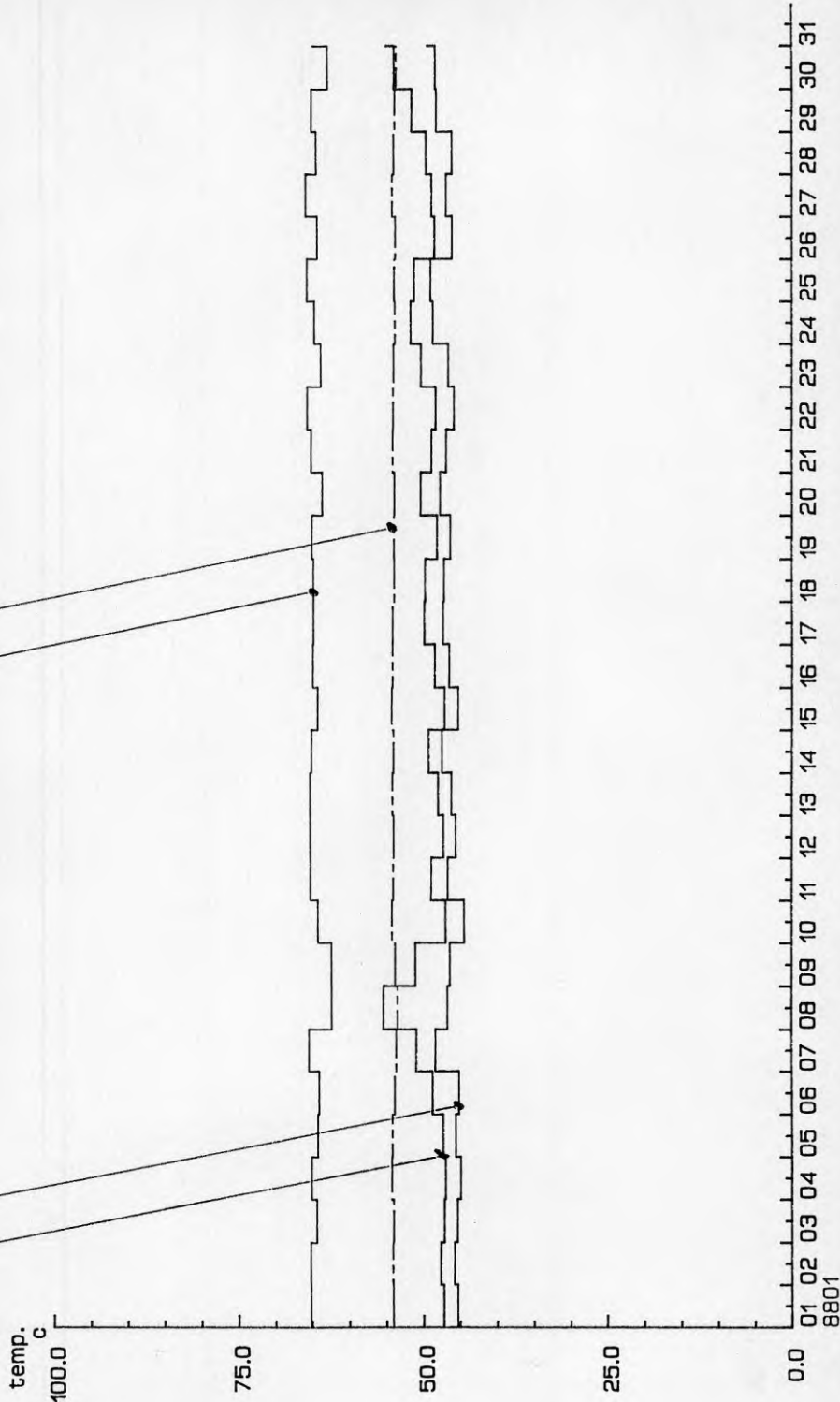
\_\_\_\_\_ Energi från varmecentral



8:57 AM TUE., 2 FEB., 1988

Temp i vv. före shunt  
Temp i utgående vv.

Temp i fjärrv. framf.  
Temp i vv. e vx. f.VP.



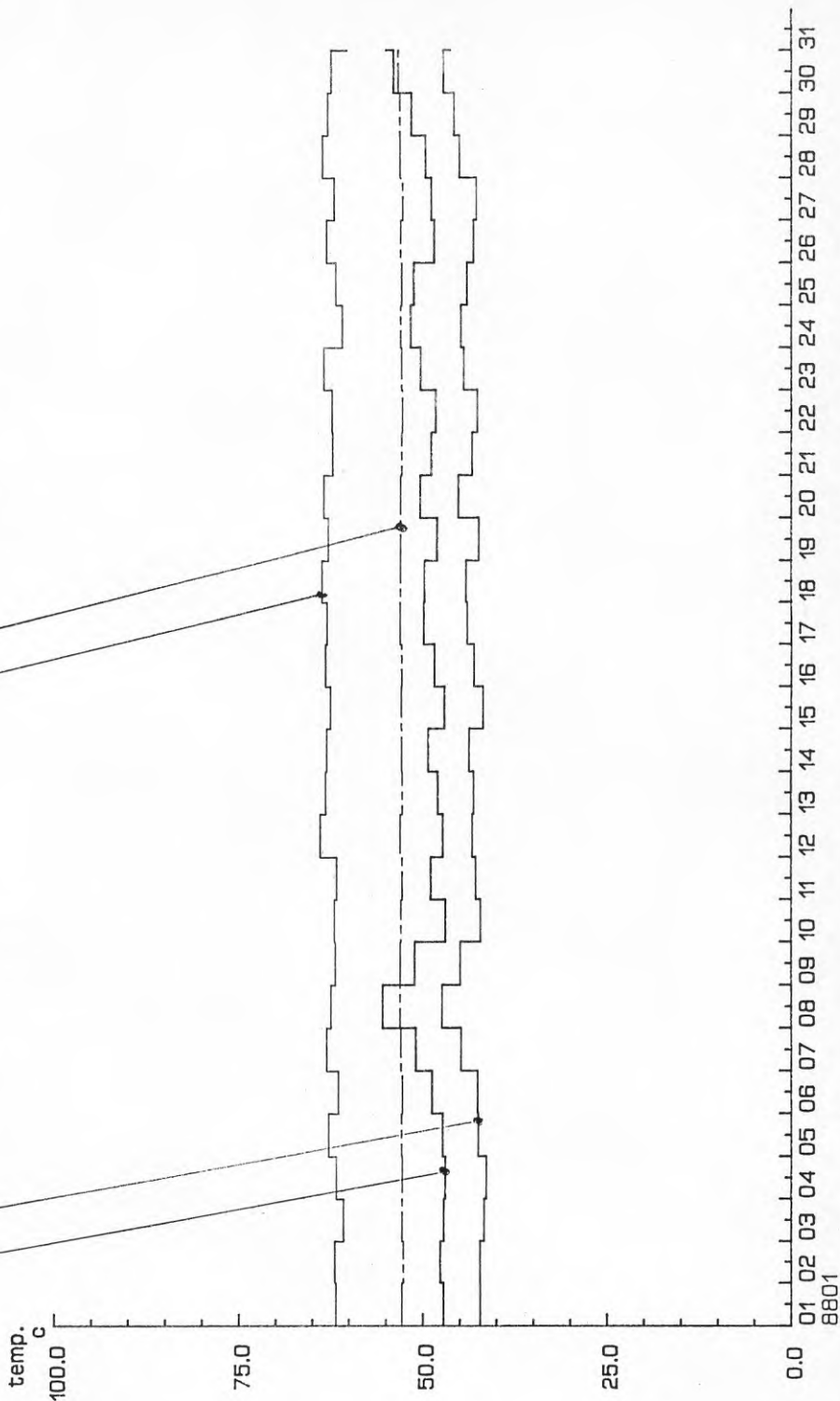
Kyrkbyn hus A  
880101 0000 - 880131 2300



9:01 AM TUE., 2 FEB., 1988

Temp i vv. före shunt  
Temp i utgående vv.

Temp i fjärrv. framl.  
Temp i vv. e vx. f.VP.



Kyrkbyn hus B+C  
880101 0000 - 880131 2300



	MQ301	MQ302	MQ303	MQ305	ME301	MD301
	ENERGI	ENERGI	ENERGI	ENERGI	EL.	DRIFT
	TILL	TILL	TILL	FRJN	TILL	-TID
	CENTRALRADIAT.		VVX.	VP.	VP.	VP.
8801	HUS BC	HUS BC	HUS BC	HUS BC	HUS BC	HUS BC
01	1.665	1.335	.209	.153	.054	9.40
02	1.689	1.329	.232	.165	.057	9.90
03	1.676	1.305	.230	.186	.063	10.90
04	1.690	1.311	.236	.179	.064	11.20
05	1.650	1.333	.209	.144	.050	8.70
06	1.798	1.423	.243	.183	.059	10.40
07	1.833	1.490	.236	.132	.051	8.63
08	2.246	1.896	.279	.096	.034	5.87
09	1.948	1.632	.237	.105	.038	6.47
10	1.728	1.387	.221	.152	.056	9.70
11	1.855	1.491	.243	.153	.055	9.60
12	1.628	1.364	.189	.097	.036	6.13
13	1.709	1.408	.195	.128	.048	8.17
14	1.791	1.483	.210	.126	.046	7.97
15	1.675	1.346	.211	.155	.054	9.40
16	1.755	1.437	.217	.134	.046	7.97
17	1.845	1.518	.229	.131	.046	7.90
18	1.846	1.528	.221	.116	.047	7.86
19	1.787	1.449	.221	.153	.053	9.23
20	1.858	1.588	.201	.086	.034	5.87
21	1.813	1.485	.217	.142	.051	8.93
22	1.795	1.466	.228	.139	.047	8.07
23	1.879	1.563	.227	.113	.043	7.33
24	2.026	1.644	.255	.156	.058	9.87
25	2.004	1.632	.250	.163	.056	9.73
26	1.782	1.460	.223	.134	.047	8.03
27	1.856	1.506	.226	.161	.056	9.83
28	1.805	1.559	.187	.083	.030	5.11
29	1.976	1.698	.217	.076	.032	5.43
30	2.151	1.857	.238	.075	.029	4.83
31	2.283	1.909	.277	.125	.047	8.00

	MQ201 ENERGI TILL CENTRALRADIAT.	MQ202 ENERGI TILL RADIAT.	MQ203 ENERGI TILL VUX.	MQ205 ENERGI FRJN VP.	ME201 EL. TILL VP.	MD201 DRIFT -TID VP.
8801	HUS-A	HUS A	HUS A	HUS A	HUS A	HUS A
01	.741	.608	.099	.063	.025	4.07
02	.694	.578	.086	.049	.024	3.93
03	.772	.629	.097	.077	.030	5.07
04	.775	.642	.097	.059	.026	4.23
05	.789	.646	.096	.074	.032	5.23
06	.877	.697	.118	.103	.039	6.50
07	.860	.743	.106	.029	.015	2.40
08	1.108	.931	.146	.067	.027	4.53
09	.986	.829	.123	.064	.027	4.37
10	.830	.664	.107	.090	.036	6.03
11	.851	.727	.102	.042	.020	3.20
12	.816	.691	.092	.056	.023	3.80
13	.854	.711	.103	.059	.028	4.63
14	.841	.742	.085	.029	.016	2.47
15	.784	.647	.096	.066	.028	4.63
16	.812	.693	.088	.052	.023	3.83
17	.864	.727	.105	.058	.024	3.93
18	.872	.746	.099	.047	.022	3.60
19	.839	.718	.095	.041	.020	3.27
20	.899	.778	.100	.043	.019	3.17
21	.885	.742	.107	.054	.026	4.30
22	.867	.731	.105	.052	.023	3.67
23	.955	.787	.114	.084	.034	5.70
24	.940	.822	.105	.032	.014	2.23
25	.932	.812	.096	.037	.020	3.33
26	.871	.734	.099	.063	.027	4.57
27	.832	.720	.093	.034	.019	2.97
28	.892	.731	.121	.072	.029	4.77
29	.935	.801	.115	.042	.020	3.27
30	1.042	.876	.134	.072	.027	4.50
31	1.060	.910	.132	.038	.021	3.37

	MD101	MD102	MD103	MD104	MD105	MD106	MD107	MD108
	DRIFT	DRIFT	DRIFT	DRIFT	DRIFT	DRIFT	DRIFT	DRIFT
	-TID	-TID	-TID	-TID	-TID	-TID	-TID	-TID
8801	VP1.	VP2.	AVFRD.	KLIMA.	BOTTEN	OLJE.1	OLJE.2	BRINE
	PC.	PC.	PC.	PC.	PL.PC.	PC.	PC.	AVFRD.
01	24.00	24.00	.00	24.00	.00	3.23	.00	8.83
02	19.80	24.00	.00	24.00	.00	2.60	.00	8.47
03	22.56	24.00	.00	24.00	.00	3.93	.00	8.80
04	17.13	24.00	.00	21.63	.07	7.17	.00	8.80
05	16.33	24.00	.00	21.50	1.23	7.26	.00	8.80
06	24.00	24.00	.00	24.00	1.50	7.83	.00	8.80
07	22.70	22.70	.00	22.66	2.60	10.37	.00	8.30
08	24.00	24.00	.00	24.00	5.03	17.57	.00	8.80
09	24.00	24.00	.00	24.00	3.43	9.20	.00	8.80
10	24.00	24.00	.00	24.00	.00	5.80	.00	8.80
11	23.76	24.00	.00	23.93	1.47	9.37	.00	8.80
12	24.00	24.00	.00	24.00	1.07	6.80	.00	8.80
13	24.00	24.00	.00	24.00	.60	6.53	.00	8.80
14	24.00	24.00	.00	24.00	2.27	7.40	.00	8.80
15	24.00	24.00	.00	23.93	1.23	5.90	.00	11.00
16	24.00	24.00	.00	24.00	2.07	6.33	.00	13.20
17	24.00	24.00	.00	24.00	3.03	7.50	.00	13.20
18	24.00	24.00	.00	24.00	2.03	7.36	.00	13.20
19	24.00	24.00	.00	24.00	.27	5.37	.00	13.20
20	24.00	24.00	.00	24.00	1.67	8.07	.00	13.20
21	24.00	24.00	.00	24.00	.83	6.40	.00	13.20
22	24.00	24.00	.00	24.00	.70	5.93	.00	13.20
23	24.00	24.00	.00	24.00	3.30	8.03	.00	13.20
24	24.00	24.00	.00	24.00	3.30	8.87	.00	13.20
25	24.00	24.00	.00	24.00	2.40	8.57	.00	13.20
26	10.33	10.33	.00	10.97	.83	15.87	.00	5.87
27	15.53	15.57	.00	15.33	.27	13.47	.00	8.36
28	24.00	24.00	.00	24.00	1.33	7.60	.00	13.20
29	24.00	24.00	.00	24.00	2.23	9.87	.00	12.90
30	24.00	24.00	.00	24.00	3.43	13.00	.00	13.20
31	24.00	24.00	.00	24.00	3.17	15.03	.00	13.20

KYRKBYB

Page 1 8:19 Am TUE., 2 FEB., 1980

	MT101 TEMP. F\RE VPA 1	MT102 TEMP. EFTER VPA 1	MT109 BRINE TEMP. F\R.VP C	MT111 BRINE TEMP. EFTER VPA.1	MT103 TEMP. F\RE VPA 2 C	MT104 TEMP. EFTER VPA 2 C	MT112 BRINE TEMP. EFTER VPA.2	MT106 TEMP. EFTER VPA1+2 C	MT108 TEMP. EFTER SHUNT C
01	39.3	46.2	-3.8	-8.6	39.7	46.3	-8.2	46.2	47.3
02	39.9	45.9	-.2	-4.5	40.3	47.4	-5.0	46.7	47.8
03	39.1	45.4	-4.2	-8.6	39.7	46.2	-8.5	45.8	47.3
04	38.9	42.9	-8.1	-14.1	39.4	45.4	-12.0	44.3	47.1
05	39.0	43.1	-6.4	-12.6	39.6	45.8	-10.5	44.6	47.4
06	39.8	45.7	-10.3	-14.1	40.4	46.2	-13.9	45.9	48.9
07	41.2	46.8	-12.1	-15.5	41.9	47.4	-15.4	47.1	51.1
08	44.0	50.0	-9.6	-13.3	44.9	50.8	-13.1	50.4	55.6
09	41.2	47.6	-7.0	-11.3	42.0	48.2	-11.0	47.9	51.3
10	38.3	44.6	-8.0	-12.2	39.0	45.2	-11.9	44.8	47.1
11	39.6	45.2	-11.9	-15.4	40.3	46.0	-15.3	45.6	49.1
12	38.6	44.6	-9.9	-13.8	39.2	45.2	-13.6	44.8	47.4
13	38.6	45.1	-7.8	-12.0	39.3	45.8	-11.8	45.4	48.1
14	39.5	46.2	-7.3	-11.6	40.3	46.8	-11.3	46.4	49.4
15	38.1	44.7	-7.9	-12.2	38.7	45.1	-11.9	44.8	47.2
16	39.0	45.9	-6.1	-10.6	39.7	46.3	-10.3	46.0	48.6
17	40.0	46.8	-6.5	-10.9	40.7	47.3	-10.6	47.0	50.0
18	39.8	46.7	-5.6	-10.2	40.4	47.2	-9.8	46.9	49.9
19	38.6	45.9	-3.8	-8.7	39.2	46.2	-8.2	46.0	48.2
20	40.3	47.1	-5.7	-10.2	40.9	47.5	-9.8	47.3	50.5
21	39.1	46.3	-4.2	-9.0	39.8	46.8	-8.6	46.5	49.0
22	38.6	45.8	-4.1	-8.9	39.4	46.2	-8.4	46.0	48.4
23	40.2	46.8	-7.9	-12.0	41.0	47.5	-11.8	47.1	50.4
24	41.1	47.9	-6.7	-11.1	41.9	48.7	-10.8	48.2	51.8
25	40.6	47.6	-5.9	-10.4	41.3	48.2	-10.1	47.8	51.4
26	39.1	42.3	-5.2	-9.4	40.0	43.1	-9.2	42.8	48.7
27	39.7	43.8	-5.1	-9.5	40.6	44.6	-9.3	44.2	48.9
28	40.3	46.6	-5.9	-10.4	41.0	47.2	-10.2	46.9	49.7
29	41.5	47.8	-6.4	-10.7	42.3	48.4	-10.5	48.1	51.7
30	43.1	49.2	-7.9	-12.0	44.0	49.9	-11.8	49.6	54.1
31	43.9	49.9	-8.4	-12.3	44.7	50.6	-12.2	50.2	55.1

	MT401 TEMP. UTE	MT402 TEMP. UNDER KOLL.1	MT403 TEMP. UNDER KOLL.4	MT109 BRINE TEMP. F/R.VP	MT110 BRINE TEMP. EFT.VP	MF103 FLODE I FRAML. 1/s.	MF104 FLODE I BRINE. AVFRO.
B801	C	C	C	C	C		
01	6.3	4.9	4.4	-3.8	-8.4	39.3	2.5
02	6.6	4.5	4.5	-.2	-4.8	39.2	1.6
03	5.5	2.7	2.7	-4.2	-8.5	39.3	1.9
04	4.9	1.5	1.9	-8.1	-11.5	39.2	2.2
05	4.1	-.2	-.0	-6.4	-10.0	39.2	2.0
06	3.0	1.2	.7	-10.3	-14.0	39.2	2.2
07	1.4	-.3	-.3	-12.1	-15.5	37.1	1.9
08	-2.0	-4.2	-3.9	-9.6	-13.2	39.2	2.0
09	1.5	-.2	-.2	-7.0	-11.1	39.0	2.1
10	5.6	3.7	3.5	-8.0	-12.0	38.5	2.4
11	3.0	-.2	.6	-11.9	-15.4	38.6	2.2
12	4.7	.9	2.0	-9.9	-13.7	38.5	2.2
13	4.0	2.5	2.1	-7.8	-11.9	37.0	2.4
14	2.9	.5	.2	-7.3	-11.4	37.0	2.3
15	4.9	.5	.9	-7.9	-12.0	37.0	2.8
16	3.4	-1.0	-.4	-6.1	-10.4	37.0	3.1
17	1.9	-1.4	-1.7	-6.5	-10.7	37.0	3.0
18	2.4	.4	.3	-5.6	-10.0	36.9	3.0
19	3.8	2.0	1.7	-3.8	-8.4	36.8	3.2
20	2.0	.5	.3	-5.7	-10.0	37.6	3.0
21	3.3	1.8	1.5	-4.2	-8.8	36.9	3.0
22	3.6	1.5	1.0	-4.1	-8.6	37.0	3.1
23	1.8	-3.0	-2.6	-7.9	-11.9	36.8	3.0
24	.8	-1.3	-1.6	-6.7	-10.9	36.8	2.7
25	1.3	.3	-.2	-5.9	-10.2	36.7	2.8
26	3.5	.8	.5	-5.2	-9.3	37.9	1.3
27	2.9	.9	.4	-5.1	-9.3	40.4	1.8
28	2.4	.9	.5	-5.9	-10.3	40.5	2.9
29	1.0	-.1	-.5	-6.4	-10.6	40.5	2.6
30	-1.0	-2.6	-2.7	-7.9	-11.9	40.5	2.6
31	-1.8	-3.7	-3.4	-8.4	-12.2	40.5	2.6

	ME101 VPA 1 KOMPR. MWH	ME104 BRINE PUMP 1 MWH	HQ101 VPA 1 AVGIV. MWH	ME102 VPA 2 KOMPR. MWH	ME105 BRINE PUMP 2 MWH	HQ102 VPA 2 AVGIV. MWH	HQ103 OP. AVGIV. MWH	ME103 NVR. EL. MWH	HQ108 ENERGI TILL BRINE AVFRO.
8801									
01	3.835	.215	10.599	5.517	.000	15.625	4.341	1.028	1.341
02	3.200	.213	9.261	5.672	.000	16.852	3.693	.965	.868
03	3.555	.215	9.710	5.498	.000	15.311	5.538	.999	1.044
04	2.616	.216	6.329	5.382	.000	14.272	10.393	1.055	1.177
05	2.506	.216	6.300	5.451	.000	14.768	10.421	1.068	1.109
06	3.744	.217	9.015	5.426	.000	13.532	11.309	1.138	1.249
07	3.589	.206	8.150	5.214	.000	12.320	14.663	1.144	1.145
08	4.034	.217	9.193	5.867	.000	13.846	19.775	1.202	1.401
09	3.901	.215	9.821	5.664	.000	14.641	12.793	1.163	1.294
10	3.702	.216	9.611	5.373	.000	14.372	8.262	1.089	1.330
11	3.659	.218	8.542	5.384	.000	13.141	12.987	1.163	1.252
12	3.680	.075	9.139	5.344	.143	13.813	9.445	1.136	1.237
13	3.741	.000	9.634	5.427	.217	14.460	9.329	1.107	1.300
14	3.813	.000	9.751	5.518	.217	14.528	10.301	1.149	1.295
15	3.710	.000	9.594	5.370	.217	14.332	8.264	1.121	1.512
16	3.803	.000	10.017	5.496	.217	14.832	8.928	1.085	1.715
17	3.861	.000	9.930	5.587	.217	14.829	10.537	1.128	1.704
18	3.861	.000	10.119	5.589	.217	15.110	10.447	1.079	1.696
19	3.821	.000	10.570	5.506	.216	15.479	7.900	.990	1.749
20	3.890	.000	10.130	5.614	.216	14.977	11.649	1.049	1.744
21	3.848	.000	10.481	5.566	.216	15.435	8.848	1.005	1.704
22	3.818	.000	10.534	5.506	.216	15.281	8.678	.996	1.712
23	3.842	.000	9.592	5.586	.217	14.445	11.780	1.112	1.739
24	3.925	.000	9.906	5.717	.217	14.917	12.643	1.106	1.650
25	3.912	.000	10.098	5.675	.217	15.155	12.513	1.066	1.675
26	1.691	.000	4.362	2.458	.215	6.525	22.605	1.006	.739
27	2.464	.000	6.541	3.590	.215	9.777	18.551	.994	1.054
28	3.848	.000	10.093	5.587	.217	15.117	11.055	1.039	1.727
29	3.920	.000	9.978	5.704	.217	15.042	14.071	1.058	1.649
30	4.000	.000	9.597	5.821	.217	14.428	17.737	1.100	1.710
31	4.035	.000	9.450	5.883	.217	14.324	19.068	1.085	1.760

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 860715-1  
från Statens råd för byggnadsforskning till Energiprojekt  
Tomas Hallén AB, Göteborg.**

**R52:1990**

**ISBN 91-540-5214-9**

**Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr: 6801052**

**Abonnemangsgrupp:  
Ingår ej i abonnemang**

**Distribution:  
Svensk Byggtjänst  
171 88 Solna**

**Cirkapris: 44 kr exkl moms**