



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

R42:1987

**Mätning och utvärdering av
värmepump med avloppsvatten
som värmekälla i Falun**

Knut-Olof Lagerkvist

INSTITUTET FÖR
BYGGDOKUMENTATION

Accnr

Plac *ser*

K/A

Byggforskningsrådet

R42:1987

MÄTNING OCH UTVÄRDERING AV VÄRMEPUMP
MED AVLOPPSVATTEN SOM VÄRMEKALLA I FALUN

Knut-Olof Lagerkvist

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 810073-6
från Statens råd för byggnadsforskning till Statens
provningsanstalt, Borås.

REFERAT

I ett bostadsområde bestående av 350 lägenheter i flerbostadshus, 50 radhus samt en skola, har en värmepump med avloppsvatten som värmekälla installerats. Värmepumpen är placerad vid det intilliggande reningsverket och är inkopplad på fjärrvärmenätets returledning.

Från avloppsvattnet har via värmepumpen totalt återvunnits 3,09 GWh under mätåret. Värmepumpen har därvid levererat 4,96 GWh till bostadsområdets fjärrvärmenät efter att 0,26 GWh försvunnit i form av kulvertförluster mellan värmepumpen och panncentralen. Den köpta elenergin för drift av värmepumpsanläggningen uppgick till 2,13 GWh, vilket ger en årsvärmefaktor av 2,5. Med hänsyn tagen till kulvertförluster blir värmepumpens energitäckningsgrad 65 %.

Den relativt låga energitäckningsgraden för värmepumpen beror i huvudsak på att fjärrvärmenätets höga temperaturnivå begränsat värmepumpens utnyttjande. Dessutom har problem uppstått under sommarperioden då värmebehovet är så lågt att värmepumpen går på för låg last, vilket medför ett stort antal starter (15-20 gånger per dygn) under perioden maj - oktober. För att minska antalet starter begränsades värmepumpens avgivna värmeeffekt till ca 65 % av maximalt möjliga från mitten av januari 1984. Detta har medfört att värmepumpens utnyttjningsgrad under mätåret enbart uppgått till 40 % och den relativa gångtiden till 60 %.

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

R42:1987

ISBN 91-540-4726-9

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Svenskt Tryck Stockholm 1987

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

0	SAMMANFATTNING	2
0.1	Orienterande beskrivning	2
0.2	Resultat	3
1	BAKGRUND	4
1.1	Förstudie och förväntat resultat	4
1.2	Projekterings- och installations- skedet	6
1.3	Beskrivning av anläggningen	7
2	SYSTEMETS FUNKTION	17
3	MÄTPROGRAM	19
3.1	Allmänt	19
3.2	Mätutrustning	19
3.3	Databehandling	19
3.4	Onoggrannhet	20
4	MÄTRESULTAT	21
4.1	Värmepumpens prestanda	21
4.2	Energileveranser	27
4.3	Värmepumpens driftförhållanden	31

Bilaga: utdrag ur loggbok

0 SAMMANFATTNING

0.1 Orienterande beskrivning

I en förstudie redovisad i BFR-rapport R42:1980 analyserades vilka möjligheter till energibesparing som finns vid värmeåtervinning ur avloppsvatten. Förstudien var uppbyggd kring Falu kommuns avloppsreningsverk i Främby och ett befintligt bostadsområde i Östra Främby.

Spillvatten från kommunens tätort leds till reningsverket, där det behandlas mekaniskt och biologiskt före utsläpp i Främbyviken som är en del av sjön Runn. Tillrinningen till reningsverket varierar över dygnet, veckan och året. Nattetid är flödet ca 500 m³/h, medan det under dagen stiger till ca 800 m³/h. Temperaturen varierar med årstiden och är lägst under snösmältningsperioden (slutet av mars-april) då den tidvis kan sjunka till ca +4 °C.

Bostadsområdet utgörs av 350 lägenheter i flerbostadshus, 50 radhus samt en skola. Områdets värmeförsörjning sker via en ny värmepumpsanläggning placerad intill reningsverket (ca 0,5 km från bostadsområdet) och en panncentral med tre oljeeldade hetvattenpannor. Det varma värmevattnet pumpas från värmepumpsanläggningen till panncentralen och leds där in på returledningen. Detta vatten shuntas sedan vid behov med varmvatten från oljepannorna och pumpas vidare till sex undercentraler.

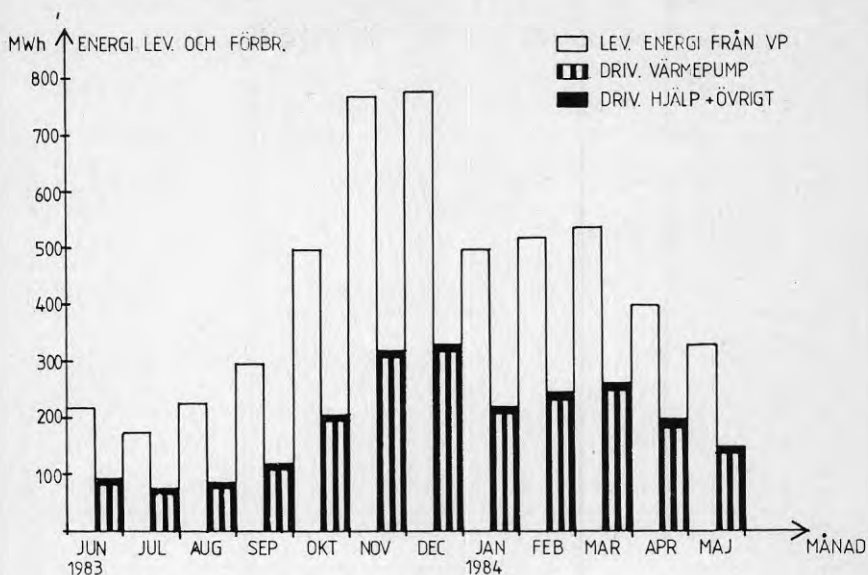
Bostadsområdet har ett beräknat effektbehov av ca 3,3 MW och ett energibehov av ca 8,25 GWh motsvarande ca 850 m³ eldningsolja 4. Hetvattenpannorna har en sammanlagd effekt av 4,5 MW och värmepumpsanläggningen 1,3 MW vid en utgående värmebärartemperatur av 70 °C och en temperatur på avloppsvattnet av +5 °C för förångaren.

Värmepumpsaggregatet är av fabrikat TETAB bestående av en skruvkompressor med steglös kapacitetsreglering, balkram i stål, oljeavskiljare, oljekylare, kontrollutrustning för övervakning av driften samt säkerhetsutrustning.

Kondensorn är av tubpannetyp med tillhörande recipient. På grund av den tidvis låga avloppsvattentemperaturen är förångaren av striltyp med möjlighet att sänka vattentemperaturen till cirka 0,5 °C.

Värmepumpsanläggningen detaljprojekterades under 1980-81 och anläggningsarbetena utfördes under 1982-83. Slutbesiktning skedde i slutet av april 1983, varvid värmeleverans från värmepumpen till panncentralen startade.

0.2 Resultat



Figur 0.1. Levererad värme och köpt energi.

Från avloppsvattnet har via värmepumpen totalt återvunnits 3,09 GWh under mätåret. Värmepumpen har därvid levererat 4,96 GWh till bostadsområdets fjärrvärmenät efter att 0,26 GWh försvunnit i form av kulvertförluster mellan värmepumpen och panncentralen. Den köpta elenergin för drift av värmepumpsanläggningen uppgick till 2,13 GWh, vilket ger en årsvärmefaktor av 2,5. Med hänsyn tagen till kulvertförluster blir värmepumpens energitäckningsgrad 65 %.

Värdet av värmepumpens levererade energimängd är med oljepriset (2 000 kr/m³) ca 1,1 miljon kronor per år medan den faktiska driftkostnaden inklusive underhåll och skötsel är ca 700 000 kronor per år.

Driftkostnadsbesparingen uppgår således till storleksordningen 400 000 kronor per år i dagens prisnivå. Vid en investering av 2 925 000 kronor blir återbetalningstiden ca 7,3 år.

Den relativt låga energitäckningsgraden för värmepumpen beror i huvudsak på att fjärrvärmenätets höga temperaturnivå begränsat värmepumpens utnyttjande. Dessutom har problem uppstått under sommarperioden då värmebehovet är så lågt att värmepumpen går på för låg last, vilket medför ett stort antal starter (15-20 gånger per dygn) under perioden maj-oktober. För att minska antalet starter begränsades värmepumpens avgivna värmeeffekt till ca 65 % av maximalt möjliga från och med mitten av januari 1984. Detta har medfört att värmepumpens utnyttjningsgrad under mätåret enbart uppgått till 40 % och den relativa gångtiden till 60 %.

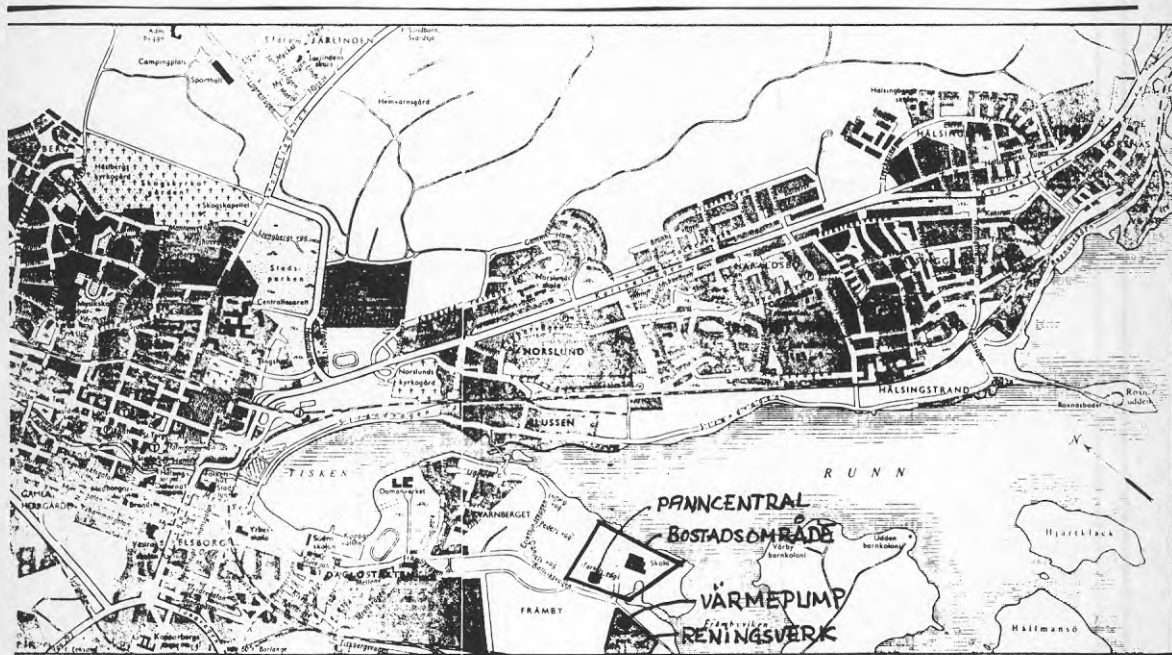
1 BAKGRUND

1.1 Förstudie och förväntat resultat

I stadsdelen Östra Främby i Falun uppfördes ett bostadsområde 1978-79. I området, som ligger väster om sjön Runn och ca 3 km från centrum i Falun, finns ca 350 lägenheter i flerfamiljshus, 50 radhus samt en låg- och mellanstadieskola med integrerat daghem och förskola. Samtliga hus är byggda enligt SBN 75 och lägenhetsinnehavarna är organiserade i tre Riksbyggenföreningar och två HSB-föreningar. Skolan ägs av Falu kommun.

En oljeeldad gruppcentral med sex undercentraler och ett primärnät av konventionell högtemperaturtyp anlades. I panncentralen installerades tre pannor à 1,5 MW av fabrikat Osby. Pannorna är försedda med toppbrännare och som bränsle används eldningsolja 4. Panncentralen ägs av en samfällighet med de tre intressenterna Riksbyggen, HSB och Falu kommun. Riksbyggen ansvarar för driften av anläggningen.

Pannvattnet cirkulerar i en egen krets och shuntas sedan ut på kulvertnätet. Detta sker via två reglerventiler som styrs av utomhustemperaturen via en reglercentral.



1982-03-03

Godkänd ur sekretessynpunkt för spridning. Statens lantmäterverk 1982-03-03.

svag för motorfordon är markerad med förstärkt kontur

- Polis.
- Järnvägsstation.
- Post.
- Tele.

Figur 1.1. Översiktsplan.

Värmevattnet distribueras från panncentralen till de sex undercentralerna via ett primärnät dimensionerat för 120/70 °C. I bostädernas undercentraler finns värmeväxlare för radiatorer och tappvarmvatten och i skolan för radiatorer, tappvarmvatten och ventilation. Värmeväxlarna för radiatorer och ventilation är dimensionerade för 80/60 °C. Tappvarmvattendelen är dimensionerad för värmning från +5 °C till +60 °C.

Från undercentralerna går sekundärkylvertar för värme och tappvatten till respektive byggnad. Värmesystemet för byggnaderna utgörs för HSB:s del av "1-rörssystem" och för Riksbyggens del av "2-rörssystem".

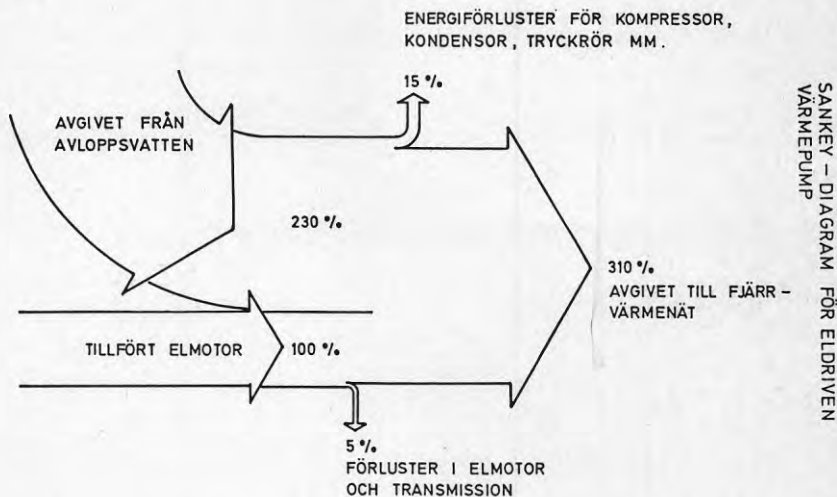
I samband med projekteringen av panncentralen beräknades effekt- och energibehovet i området enligt nedanstående.

- Effektbehov ca 3,9 MW (med sammanlagring ca 3,3 MW)
- Energiförbrukning ca 8 250 MWh (motsvarande ca 850 m³ Eo 4 vid pannverkningsgraden 90 %)

Oljeförbrukningen under 1982 var ca 850 m³.

1978 fick VIAK ett anslag från BFR för att utföra en förstudie över möjligheterna att utnyttja det renade avloppsvattnet från det intilliggande reningsverket som värmekälla i en värmepumpsanläggning. Värmeväxlaren skulle utgöras av bostadsområdet. Förstudien har redovisats i en BFR-rapport R42:1980.

I rapporten kalkylerades med en värmepump dimensionerad för 1 500 kW värmeeffekt. Den förväntade fördelningen mellan värme från oljepannorna respektive från värmepumpen framgår av figur 1.2.



Figur 1.2. Förväntat resultat, värmepump.

Av det totala värmebehovet på 8,7 GWh/år beräknades 1,7 GWh/år komma från oljepannorna och 7 GW/år från värmepumpen. Värmepumpens årsvärmefaktor förväntades bli 3.1.

Kalkylerna i förstudien indikerade en pay-offtid på 5,6 år och en oljebesparing av ca 650 m³ per år.

1980 beviljade BFR medel för detaljprojektering, som utfördes under 1980-81. Med offerter som grund ansöktes om ett experimentbyggnadslån på 2,75 miljoner kronor, vilket även beviljades.

1.2 Projekterings- och installationskedet

Anläggningen detaljprojekterades under 1980-81 och upphandling av entreprenörer skedde i slutet av 1981.

Upphandlingen har gjorts som delad entreprenad. Värmepumpsaggregatet med reglerutrustning samt förarbeten har levererats och installerats av TETAB, Thermia Energiteknik AB, Lidingö. Installationsarbetet inleddes i februari 1982 och var färdigt i mars 1983.

Samtliga entreprenader upphandlades till fast pris utan indexreglering. Entreprenadkostnaderna uppgick totalt till 2 925 000 kronor (1983). Kostnaderna exklusive mervärdesskatt är ungefärligt fördelade enligt följande.

Byggnads- och markarbeten	1 100 000 kr
Värmepumpinstallation	1 185 000 "
Elinstallation	300 000 "
Anslutningsavgift, elverket	40 000 "
Projektering, kontrollbesiktning	<u>300 000 "</u>
Total investeringskostnad	2 925 000 kr

Investeringen har i huvudsak bestridits genom ett experimentbyggnadslån från BFR. Lånet uppgick till 2,75 miljoner kronor.



Figur 1.3. Foto av värmepumpbyggnad.

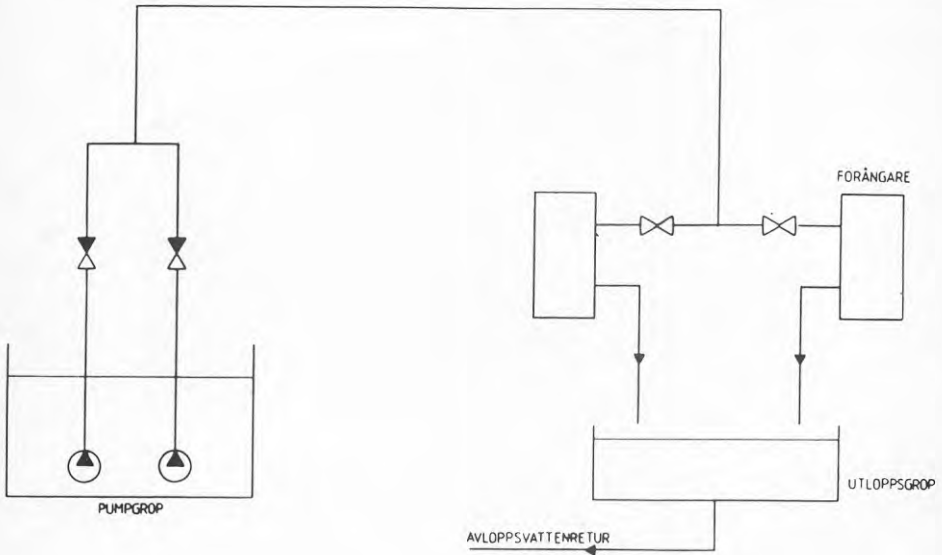
1.3 Beskrivning av anläggningen

1.3.1 Uttag av avloppsvatten

Avloppsvattnet vid reningsverket i Östra Främby behandlas mekaniskt och biologiskt. Efter den biologiska behandlingen leds vattnet till en sk klorkontaktbassäng. Uttag av avloppsvatten till värmepumpen görs direkt i kanalen vid bassängblocket.

Vattnet är neutralt, pH 7,2 med organiska föroreningar, KMn (62 mg/l) samt relativt hög halt av järn (2,1 mg/l) och mangan (0,3-0,4 mg/l). Tidvis förekommer höga halter av fosfor (> 1,5 mg/l) och klorid (30 mg/l). Bikarbonathalten har uppmätts till 100 mg/l och marmoraggressiv kolsyra till 10-15 mg/l.

Avloppsvattenledningar är av PVC-plast samt rostfritt syrafast stål (SIS 2343). I projekteringsskedet räknade man med att installera en automatisk roterande sil. Materialval och konstruktion av förångarna gjorde dock att man i installationsskedet utslöt silutrustningen.



Figur 1:4. Principschema över avloppsvattensystem.

Två avloppspumpar av fabrikat Flygt har installerats i värmepumpsanläggningen. De har dimensionerats för $300 \text{ m}^3/\text{h}$ respektive $200 \text{ m}^3/\text{h}$ och den större pumpen arbetar normalt, medan den mindre startar vid hög nivå i pumpgropen.



Figur 1.5. Foto av avloppsvattenpumpar.



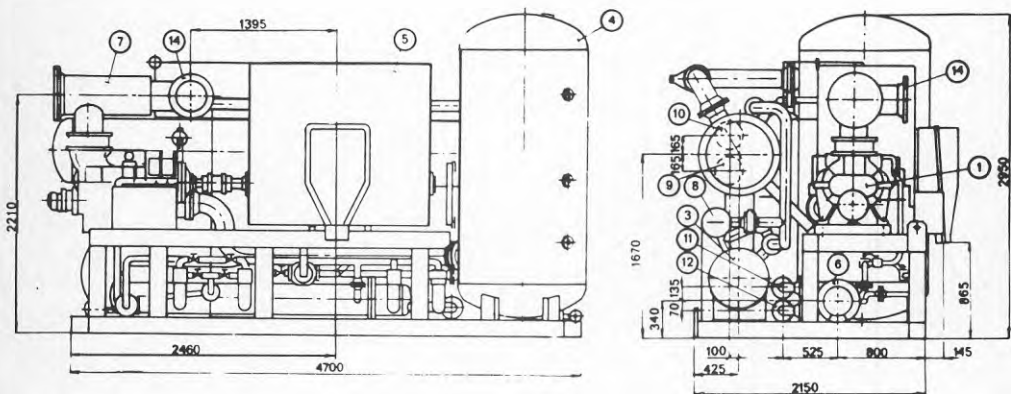
Figur 1.6. Foto av reningsverkets bassänger.

1.3.2 Värmepumpsaggregatet

Värmepumpsaggregatet är av fabrikat AGA TETAB DUO-1500H och består av en kompressor - kondensordel placerad i ett maskinrum och en förångardel placerad i ett förångarrum. Kompressor - kondensordelen utgörs i huvudsak av en köldmediekompressor med drivmotor och ett oljesystem bestående av oljeavskiljare, oljepump, oljefilter och oljekylare. Dessutom ingår kondensator, köldmedie-recipient, ekonomiser samt expansionsventil. Komponenterna är monterade på ett balkramsstativ och utgör en kompakt enhet. Enheten är indelad i två sektioner, där kompressorn med drivmotor är placerad på den ena sektionen. På den andra är kondensorn med recipient och ekonomisern placerade.

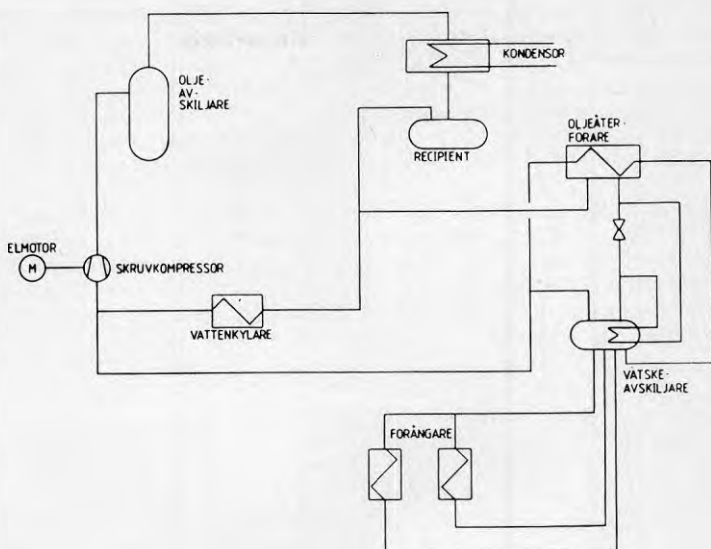
Till aggregatet hör också en oljeåterförare, en vätskeavskiljare och två förångare.

Mått i mm



Figur 1.7. Skiss över värmepumpsaggregat.

Köldmedieflödet består av ett huvudflöde samt flera delflöden. Huvudflödet svarar för värmeavgivningen i kondensorn och värmeupptagningen i förångarna. Från huvudflödet avgår flera mindre flöden med olika funktioner. Samtliga delflöden förenas med huvudflödet före kompressorn.



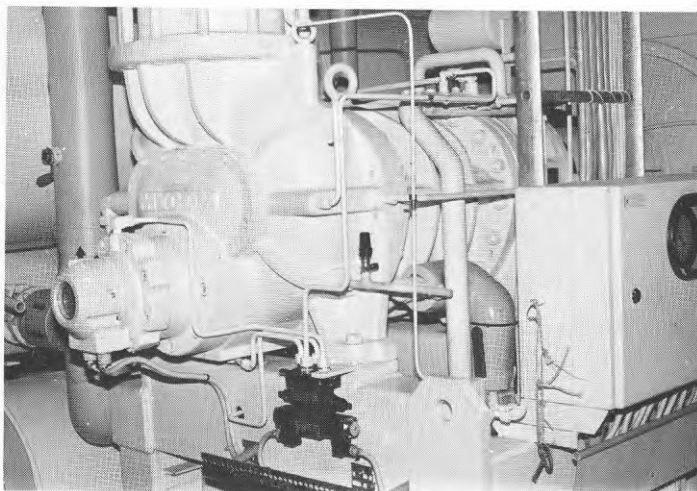
Figur 1.8. Principschema över värmepumpsaggregatets köldmediekrets.

Från kompressorn strömmar köldmedieånga blandad med olja. Blandningen leds till oljeavskiljaren där oljan separeras från köldmediet. Därefter leds köldmediet till kondensorn, där köldmediegasen kondenserar och avger värme till fjärrvärmenätet. Via en köldmediereciptent, ett torkfilter och två värmexväxlare där köldmedievätskan underkyls, når köldmedievätskan slutligen expansionsventilen. Genom expansionsventilen expanderar köldmedievätskan från kondenseringstrycket till förångningstrycket, varvid en del av köldmediet förångas direkt. Blandningen av vätska och gas går sedan till en vätskeavskiljare där vätska och gas separeras från varandra. Från vätskeavskiljaren leds köldmedievätska till förångarna genom själv-cirkulation. I förångarna upptas värme från avloppsvattnet, varvid en del av köldmediet förångas. Blandningen av vätska och gas leds sedan åter till vätskeavskiljaren där separering sker. Köldmediegasen sugas från vätskeavskiljaren via en suggasöverhettare och ett sugfilter till kompressorn. I suggasöverhettaren överhettas gasen av varm köldmedievätska.

Köldmediekompressor

För kompression av köldmediegasen används en skruvkompressor av fabrikat MYCOM typ F-250 LUD-ME. Skruvkompressorn består i huvudsak av två spiralformade rotor, en skruvrotor och en gängrotor, inneslutna i ett rotorhus. Elmotorn driver skruvrotorn som i sin tur driver gängrotorn. Kompressionen av köldmediegasen sker genom direkt volymminskning av gasen i tre kontinuerliga faser; insugnings-, kompressions- och utströmningsfasen.

Kompressorns kapacitet kan regleras steglöst med hjälp av en slidventil som är innesluten i rotorhuset. Kapaciteten kan varieras steglöst och styrs med hjälp av en elektronisk regulator, som känner utgående vattentemperatur från kondensorn. Reglerautomatiken strävar att reglera kompressorns kapacitet så att önskad framledningstemperatur erhålls.



Figur 1.9. Foto av kompressor.

Elmotor

Kompressorn drivs av en trefas kortsluten motor av fabrikat SCHORCH typ KU 5429B-AH02. Motorn kyls av kallt köldmedium via en vattenkrets.

Motorn har följande data.

Uteffekt	670 kW
Spänning	6,6 kV
Ström	69 A

Som axelkoppling mellan kompressorn och elmotorn används en helt smörjningsfri flexibel koppling.



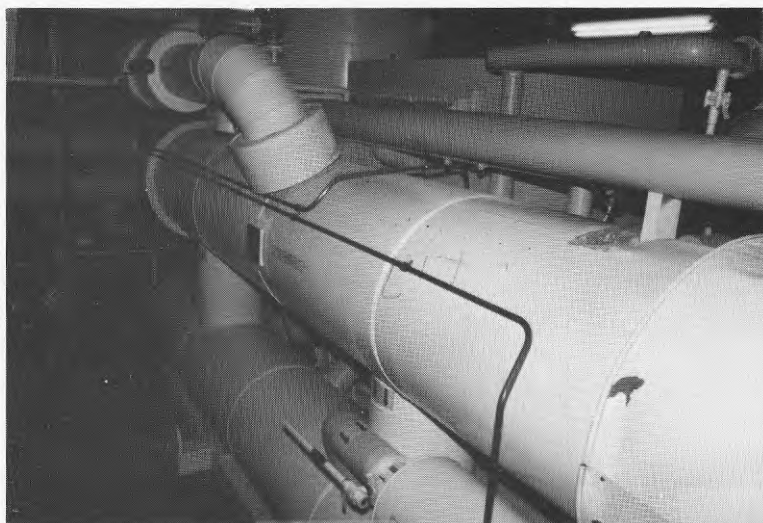
Figur 1.10. Foto av elmotor.

Smörjoljesystem

Genom kompressorn strömmar två oljeflöden; ett flöde som sprutas in i kompressorn för att smörja och tätta rotorerna och ett annat flöde som pumpas till lager och tätningar för att smörja, tätta och kyla dessa. Det senare flödet försörjer även hydraulsystemet för kompressorns kapacitetsreglering med olja. Båda flödena lämnar kompressorn tillsammans med den komprimerade köldmediegasen. Som tidigare nämnts avskiljs oljan i en oljeavskiljare. Därefter kyls oljan av fjärrvärmvattnet i en värmeväxlare innan den åter leds till kompressorn.

Kondensor

Kondensorn är av tubpannetyp med fjärrvärmvattnet inuti tuberna. Tuberna är utformade med ytförstoring i form av rillor på utsidan. Materialet i tuberna är Cu-Ni 90/10 medan tubplattorna, manteln och gavlarna är tillverkade av kolstål. Kondensorn är utförd i två pass så att fjärrvärmvattnet först strömmar genom tuberna i den undre halvan och sedan genom tuberna i den övre halvan av kondensorn. Det kondenserade köldmediet rinner genom två grova rör ner till recipienten som är placerad under kondensorn.



Figur 1.11. Foto av kondensor.

Förångare

Som tidigare framgått innehåller anläggningen två parallellkoplade förångarenheter. Förångarna är utförda som vertikala öppna tubpannevärmeväxlare. Avloppsvattnet strömmar på tubernas utsidor och köldmediet avkokas inuti tuberna.

Vattnet pumpas upp till respektive förångares fördelningslåda varifrån vattnet rinner ned på utsidan av varje tub i form av en tunn film. Under förångaren samlas det avkylda vattnet i en utloppslåda och leds slutligen bort genom ett avloppsrör.



Figur 1.12. Foto av förångare.

För att förhindra vattenstänk på golvet är tuberna omslutna av ett stänkskydd bestående av ett plastskynke som hänger från fördelningslådans underkant ned i utloppslådan.

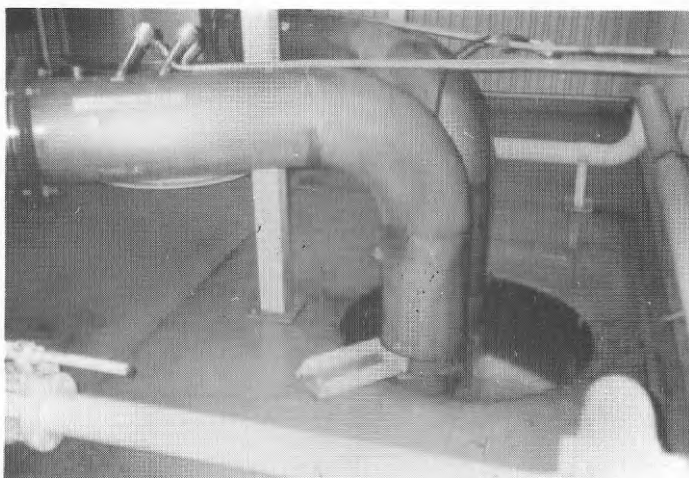
Förångarens avloppsvattenberörda delar är tillverkade av SIS 2343.

Följande dimensionerande data gäller.

Köldbärrarflöde	300 m ³ /h
Köldbärrartemp, in	+4 °C
Köldbärrartemp, ut	+1,3 °C



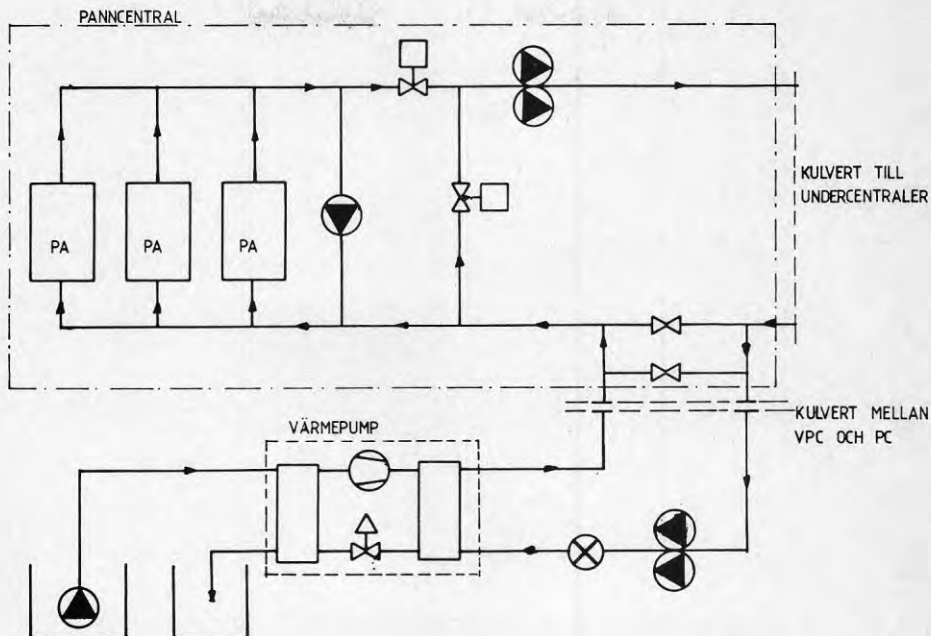
Figur 1.13. Foto av förångarens fördelningslåda.



Figur 1.14. Foto av utloppsror från förångarna.

2 SYSTEMETS FUNKTION

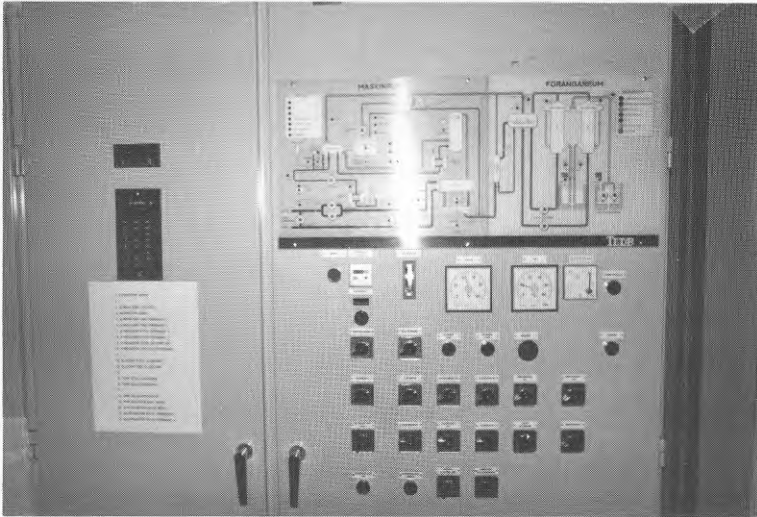
Systemets principiella utformning visas i fig 2.1.



Figur 2.1. Systemflödesschema.

Värmepumpsaggregatet ligger inkopplat på kulvertreturen från undercentralen. Mellan värmepumpsbyggnaden och panncentralen har byggts en värmekulvert ca 500 m lång med dimensionen \varnothing 150 mm. Värmepumpsystemet är utformat så att ett konstant flöde cirkulerar över såväl kondensorn som förångaren. Efter kondensorn är temperaturen på värmevattnet mellan 65 och 70 °C. Den del av värmevattenflödet som ej leds in i primärnätet leds tillbaka till värmepumpen så att konstant flöde upprätthålls. Vid för hög returtemperatur, +62 °C, stannar värmepumpen och ett litet värmevattenflöde cirkulerar genom kulverten för varmhållning.

För övervakning och drift av värmepumpen finns ett separat reglerskåp. Skåpet innehåller dessutom utrustning för avläsning av tryck, temperaturer, kapacitet, drifttid, strömförbrukning etc. Vidare finns utrustning för helautomatisk steglös kapacitetskontroll av kompressorn samt maximalströmsbegränsare för kompressormotor och larmutrustning, säkerhetsautomatik m m. Anläggningen innehåller tre larmstatus, A, B och C, vilka även är uppkopplade som utgående summalarm. Vid A-larm stannar anläggningen i driftläge medan B-larm ger normalstopp. C-larm är endast indikerande larm.



Figur 2.2. Foto av styrsåkåp, med display för indikering av drifttemperatur och systemflödesschema.



Figur 2.3. Utsläpp av avloppsvatten till recipient. De två plast-rören kommer från värmepumpen.

3 MÄTPROGRAM

3.1 Allmänt

Mätningarna har genomförts med hjälp av ett relativt enkelt mät-system, baserat på datainsamlingsutrustning utvecklad vid Statens provningsanstalt i Borås. Gradtimmor och energi mäts och registreras dels på ett räkneverk för manuell avläsning, dels på minnesmoduler där timmedelvärden lagras.

Genom att de manuella avläsningarna har genomförts av driftpersonalen har en regelbunden övervakning av anläggningen skett under hela mätperioden. Under mätperioden har dessutom vissa punktin-satser gjorts för att noggrannare studera vissa komponenter i an-läggningen.

Målsättningen med mätningarna har varit att studera och analysera anläggningens egenskaper vid olika driftsförhållanden. Härigenom har en bedömning av anläggningens energibesparingspotential och ekonomiska förutsättning kunnat genomföras.

Mätutrustningen installerades i september 1981 och kontinuerliga mätningar påbörjades i oktober 1981. Mätdata har sänds till SP varje vecka, varefter de analyserats och sammanställts till en månadsrapport.

3.2 Mätutrustning

För de kontinuerliga mätningarna har mätgivare installerats för registrering av bland annat temperaturer, vattenflöden och el-energi. Med hjälp av dessa mätare har mätdata registrerats under ca två års tid. Mätningarna har dels omfattat en kontinuerlig mätvärdesinsamling och dels kortare intensivstudier av enskilda komponenter i anläggningen.

Noggrannt parade termometrar (avvikelse $< 0,03$ °C) har valts vid mätning av värmemängd, eftersom temperaturdifferenserna oftast är relativt små. Vattenmätare av typ vinghjulsmätare har kalibrerats och valts så att onoggrannheten är < 2 % vid aktuella flöden.

Som tidigare nämnts registreras mätvärden på räkneverk så att medelvärderna och summor över avläsningsperiodens tidsintervall har kunnat avläsas och beräknas.

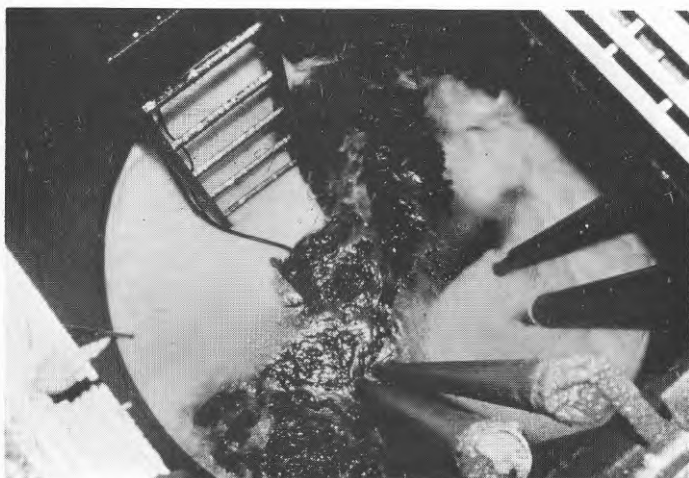
3.3 Databehandling

Avläsning av den registrerade mätutrustningen har under hela mät-perioden skett en gång per vecka. För avläsningarna har drift-personalen själv ansvarat. Mätresultaten har varje vecka sänds till SP för vidare bearbetning och utvärdering. Efter varje månads utgång har resultatet sammanställts till en månadsrapport, vilken utsänds till deltagarna i projektgruppen. I rapporten har energibalanser, värmepumpens leverans kontra förbrukning m m kunnat utläsas. Månadsrapporterna har legat som underlag för de sammanställningar och diagram över mätresultaten som redogörs för i denna rapport.

3.4 Onoggrannhet

Onoggrannhet vid bestämning av värmemängd, elförbrukning och värmefaktor har med hänsyn tagen till genomförda kalibreringar uppskattats till:

värmemängd	< 5 %
elförbrukning	< 2 %
värmefaktor	< 5,4 %



Figur 3.1. Foto av pumpgrop för avloppsvatten.

4 MÄTRESULTAT

4.1 Värmepumpens prestanda

Då anläggningen togs i drift samt efter tre års drift gjordes mätningar för att undersöka värmepumpens prestanda. Värmepumpens avgivna värmeeffekt och förbrukad eleffekt samt drifttillstånd bestämdes för olika belastningsfall (kapacitetskontrollen lästes manuellt). Provningsarna utfördes under stationära förhållanden, dvs med stabila vattenflöden och temperaturer på varma och kalla sidan. För stabil drift tilläts högst följande variationer.

- Vattenflöde på varma och kalla sidan $\pm 5 \%$
- Inkommande vattentemperaturer på
varma och kalla sidan $\pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$

För varje mätperiod krävdes 30 minuters stabil drift innan mätdata registrerades. Stabiliteten övervakades kontinuerligt med hjälp av skrivare. Därefter registrerades följande data var tredje minut under ytterligare en 30 minuters period.

- o Värmebärrflöde
- o Inkommande värmebärartemperatur
- o Värmebärartemperatur efter oljekylare
- o Utgående värmebärartemperatur
- o Köldbärrflöde (mättes efter provningarna)
- o Köldbärartemperatur före förångare
- o Köldbärartemperatur efter förångare i utloppsgrop
- o Total elförbrukning, inkommande högspänning
- o Elförbrukning lågspänning (kringutrustning till värmepump)
- o Kondenseringstryck
- o Förångningstryck

Följande mätutrustning användes.

- o Temperaturer

Kalibrerad temperaturmätare av fabrikat Systemteknik typ S1224 s/n 4790 med selektorlåda S1203 s/n 4693. Upplösningen var $0,001 \text{ }^\circ\text{C}$ och onoggrannheten $< 0,01 \text{ }^\circ\text{C}$. Givarna placerades i dykrör.

o Värmebärrflöde

Vinghjulsrätare av fabrikat Svensk Värmeätning. Onoggrannheten vid det aktuella flödet var < 2 %.

o Eleffekter

Eleffekterna bestämdes med hjälp av kalibrerade elmätare.

Högspänning - elmätare av fabrikat Landis & Gyr klass 1

Lågspänning - elmätare av fabrikat Ermi, klass 1

o Tryck

Manometrar av fabrikat Tempers, klass 1,0 (driftsinstrument).

o Köldbärrflöde

Annubar av fabrikat Faberberg

Vid mätningarna visade sig värmebärrflödets variationer vara < $\pm 0,1$ l/s dvs < 1 %. På grund av att vattenrätare saknades på avloppsvattnet kunde inte dess flöde kontrolleras kontinuerligt. Däremot uppmättes flödet vid ett tillfälle efter provningen med hjälp av en annubar.

Temperaturen på inkommande avloppsvatten varierade med högst $\pm 0,02$ °C och inkommande fjärrvärmevatten med högst $\pm 0,3$ %.

Med hänsyn till ovanstående onoggrannheter hos mätagivare har den totala onoggrannheten beräknats till:

- värmeeffekt	< ± 3 %
- eleffekt	< ± 1 %
- värmeeffekt	< $\pm 3,2$ %

Tabell 4.1. Mätresultat från prestandaprov vid idrifttagandet

		Slidventilinställning					
		100 %	80 %	60 %	50 %	40 %	30 %
Ink/utg värmebärartemp	°C	52,4/65,4	53,5/64,8	55,4/63,9	54,0/62,3	57,0/64,2	56,5/62,7
Ink/utg köldbärartemp	°C	8,7/5,0	8,6/5,5	8,6/6,4	8,7/6,6	8,6/6,8	8,6/7
Kondenserings-temperatur	°C	66,5	66,0	64,5	63,2	65,0	63,0
Förångnings-temperatur	°C	+ 1,0	+ 2,5	+ 4,0	+ 4,2	+ 5,0	+ 5,5
Avgiven värmeeffekt	kW	1437	1248	932	907	787	679
Förbrukad el-effekt kompressormotor	kW	496	449	355	331	318	286
Värmefaktor, COPk		2,88	2,76	2,60	2,72	2,45	2,35
Kyleffekt	kW	884	789	526	502	430	358
Avvikelse i värmebalans	%	- 4,0	- 0,8	- 5,5	- 8,2	- 5,0	- 5,2

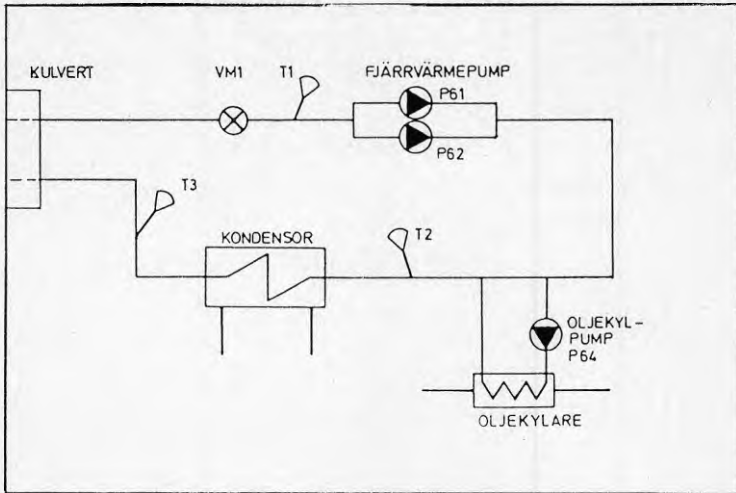
Som framgår av tabell 4.1 gjordes prov med olika belastningar. Vid full kapacitet (slidventilinställning 100 %) kan jämförelse göras med garanterade data från leverantören.

Tabell 4.2. Jämförelse mellan uppmätta och garanterade data.

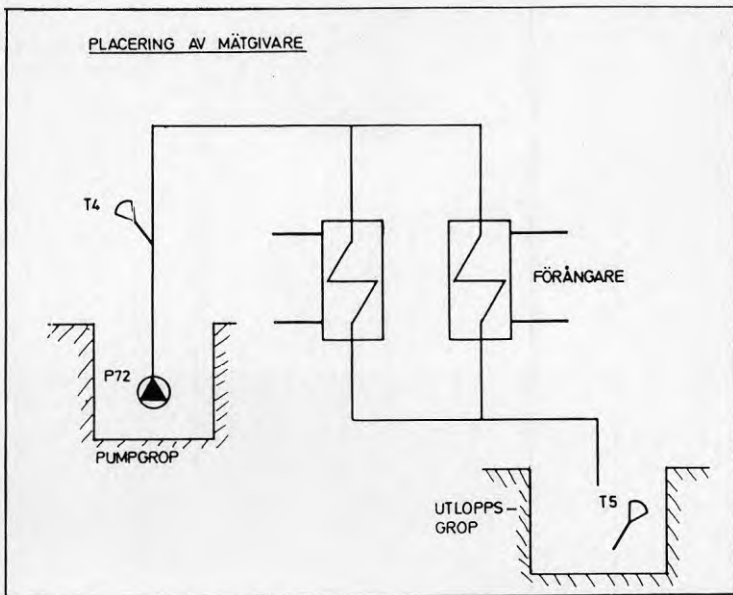
	<u>Leverantörs data</u>	<u>Uppmätta data</u>
Värmeeffekt	1388 kW	1437 ± 43
Eleffekt, motor	496 kW	496 ± 5
Kyleffekt	920 kW	962
Värmefaktor, COPk	2,80	2,88 ± 0,09

Leverantörs data överensstämmer alltså väl med uppmätta data. Den avgivna värmeeffekten är till och med något högre än vad leverantören lovat.

Vid kapacitetsregleringen (ändring av slidventilinställningen från 100 % till 30 %) minskade den avgivna värmeeffekten från 1 437 kW till 679 kW, dvs med 53 %. Samtidigt minskade värmefaktorn från 2,88 till 2,35, dvs med 18 %.



Figur 4.1. Placering av mätgivare på värmepumpens "varma" sida.



Figur 4.2. Placering av mätgivare på värmepumpens "kalla" sida.

Tabell 4.3. Mätresultat från prestandaprov efter tre års drift

		Slidventilinställning					
		100 %	80 %	60 %	50 %	40 %	30 %
Ink/utg värmebärartemp	°C	58,1/69,7	58,2/67,7	56,7/67,7	58,1/65,0	58,0/64,4	58,4/64,0
Ink/utg köldbärartemp	°C	6,6/3,7	6,0/3,4	6,3/4,3	6,1/4,4	6,0/4,6	6,4/5,2
Kondenserings-temperatur	°C	-	71	66	66	65	65
Förångnings-temperatur	°C	-	0,5	2,0	2,0	2,3	3,4
Avgiven värmeeffekt	kW	1280	1056	831	766	707	619
Förbrukad el-effekt kompressormotor	kW	544	468	365	355	324	298
Värmeffaktor, COPk		2,35	2,27	2,28	2,16	2,18	2,08

Vid mätningarnas slut (efter tre års drift) utfördes ett liknande kapacitetsprov som vid idrifttagningen. På samma sätt som tidigare kan jämförelse med leverantörs data göras vid fullast.

Tabell 4.4 Jämförelse mellan uppmätta data och garanterade data

	<u>Leverantörs data</u>	<u>Uppmätta data</u>
Värmeeffekt	1300	1280 ± 38
Effekt, motor	510	544 ± 5
Värmefaktor, COP _k	2,55	2,35 ± 0,08

Som framgår av ovanstående tabell överensstämmer den angivna värmeeffekten väl, medan motorns elförbrukning är något högre, varför värmefaktorn har försämrats.

Vid dellastkörning (slidventilinställning 30 %) minskar värmeeffekten med 52 % och värmefaktorn med 11 %.

4.2 Energileveranser

Mätresultatet har sammanställts för två mätperioder om vardera ett år. Mellan mätperioderna genomfördes åtgärder ute i fjärrvärmenätet för att reducera temperaturnivån på nätet. Den första mätperioden omfattade tiden juni 1983 till och med maj 1984 och den andra år 1985.

Tabell 4.5. Mätresultat juni -83 till och med maj -84

Månad	1984												Totalt
	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	
Avgiven värme (MWh)	219,6	170,5	222,8	292,2	496,4	766,3	774,2	495,7	518,9	536,5	397,3	328,3	5218
Drivenergi kompressor (MWh)	77,4	62,5	70,2	106,1	188,6	298,0	307,1	201,1	224,6	242,0	174,7	132,7	2085
Drivenergi kringutrustning (MWh)	2,52	2,53	2,70	3,05	4,32	5,04	5,07	4,25	4,54	4,87	3,98	3,41	46,3
Drivenergi värmepump (MWh)	79,92	65,03	72,90	109,15	192,92	303,04	312,17	205,35	229,14	246,87	178,68	136,11	2131
Värmefaktor COPtot	2,8	2,8	3,2	2,7	2,6	2,5	2,5	2,5	2,3	2,2	2,2	2,4	2,5
Totalt köpt energi värmepumpus (MWh)	92,07	73,70	82,67	118,37	203,05	316,82	326,70	217,90	241,80	259,80	194,40	145,85	2273,1
Värmefaktor COPsys	2,4	2,5	2,8	2,5	2,5	2,4	2,4	2,3	2,1	2,1	2,0	2,3	2,3
Relativ gångtid (%)	25	22	19	35	62	94	95,6	69,9	86,2	88,2	65,0	46,6	59
Utnyttjningsgrad (%)	20	14	18	25	43	70	69	45	52	48	39	29	40
Avloppstemp före värmepump (°C)	12,3	15,1	16,1	14,4	13,3	11,5	10,2	9,2	9,7	9,2	7,5	11,0	11,6
Utetemperatur (°C)	18,9	17,4	16,2	10,9	6,8	-0,5	-3,1	-7,9	-3,6	-4,98	4,9	12,0	5,6
Panncentral Oljeförbrukning (m ³)	-	-	-	22	22	18	37	58	38	49	34	15	293
Jämförelse oljeförbrukning 1981/82 (m ³)	25	-	65	-	64	85	146	121	132	83	71	54	846

Under första mätåret producerade värmepumpen 5 220 MWh till kulverts-systemet. För driften av värmepumpen har 2,27 GWh elenergi förbrukats, varav 2,13 GWh till enbart kompressormotorn. Värmepumpsanläggningens årsvärmefaktor blir därför 2,5 med hänsyn enbart till kompressorns elförbrukning och 2,3 då totala elförbrukningen medräknas. Över månaderna har värmefaktorn varierat mellan 3,2 (resp 2,8) och 2,2 (resp 2,0).

Värmepumpens relativa gångtid har varit ganska låg, över mätåret ca 60 %. Ingen månad har 100 % uppnåtts. Under vintermånaderna nov-mars mellan 85 och 95 % och under sommarmånaderna ca 20 %. Det låga värdet för januari månad ca 70 % beror på att inkommande fjärrvärmetemperatur till värmepumpen varit hög och utrymmet för värmepumpen därigenom minskat avsevärt.

Problemet med höga temperaturer i fjärrvärmenätet har berott på en feldimensionering i skolans undercentral. Vid låga utetemperaturer har det krävts extremt höga framledningstemperaturer (ca 100 %) för att klara uppvärmningen av skolan. Detta har då medfört att returtemperaturen också har blivit hög och därigenom lett till bekymmer med värmepumpsdriften.

Under vår, sommar och höst, då belastningen på nätet varit låg, har värmepumpen haft mycket täta start och stopp. För att råda bot på detta begränsades kompressorns slidinställning till max 60 %.

Även nyttjningsgraden, dvs förhållandet mellan producerad energi och maximalt möjlig energiproduktion har varit låg, för hela första mätåret 40 %. Under sommartid ligger den på mellan 15-20 % och under vintern på ca 50 %. Den högsta utnyttjningsgraden inträffade under november och december, då den uppnådde ca 70 %.

Som framgår av tabell 4.5 har utnyttjandet av värmepumpen medfört en avsevärd minskning av oljeförbrukningen. Under första mätperioden förbrukades 293 m³ olja för tillsatsvärme. Den årliga oljeförbrukningen före installationen av värmepumpen var ca 850 m³. Oljeförbrukningen har alltså reducerats med ca 65 % (ingen korrektion för antalet graddagar har gjorts).

Den låga utnyttjningsgraden resulterade i att åtgärder vidtogs för att sänka temperaturen på fjärrvärmenätet. Härigenom hoppades man kunna öka det tillgängliga utrymmet för värmepumpen.

Tabell 4.6. Mätresultat 1985

Månad	Jan	Feb	Mar	Apr	Jun	Jul	Aug	Sep	Oktober	Nov	Dec	Totalt	
Avgiven värme (MWh)	387,7	450,6	701,8	724,7	535,2	289,3	206,7	176,6	445,0	595,6	720,6	572,5	5 806
Drivenergi kompressor (MWh)	239,4	226,7	308,3	305,3	234,0	122,8	87,3	77,9	205,1	265,6	304,4	258,9	2 636
Drivenergi kring- utrustning (MWh)	3,8	4,0	4,6	4,5	4,1	3,0	2,6	2,6	4,2	4,6	4,5	4,2	46,7
Drivenergi värmepump (MWh)	243,2	230,7	313,0	309,8	238,1	25,8	89,9	80,4	209,3	270,1	308,9	263,1	2 683
Värmeffaktor COPtot	1,6	2,0	2,3	2,4	2,3	2,3	2,4	2,3	2,2	2,2	2,4	2,1	2,2
Totalt köpt energi (värmepumphus (MWh)	267,9	253,2	330,3	324,5	250,1	135,3	97,7	88,9	222,7	283,2	323,7	280,6	2 858
Värmeffaktor COPsys	1,4	1,8	2,1	2,2	2,1	2,1	2,1	2,0	2,0	2,0	2,2	1,9	2,0
Relativ gångtid (%)	90	72	96	98	80	49	34	36	87	96	96	88	77
Utnyttjningsgrad (%)	30	45	64	69	48	28	16	14	37	50	64	51	42
Avloppstemp före värmepump (°C)	8,8	8,3	8,4	7,2	7,9	11,7	14,8	14,7	13,6	12,9	11,4	9,6	-
Utetemperatur (°C)	-11,7	-11,1	-1,5	1,4	10,0	14,1	17,0	14,7	9,6	7,1	-0,7	-8,2	-
Panncentral Oljeförbrukning (m ³)	64,8	56,9	22,7	7,8	12,9	3,9	0	10,4	0	7,8	38,4	46,9	275
Jämförelse oljeförbruk- ning 1981/82 (m ³)	121	132	83	71	54	25	-	65	-	64	85	146	846

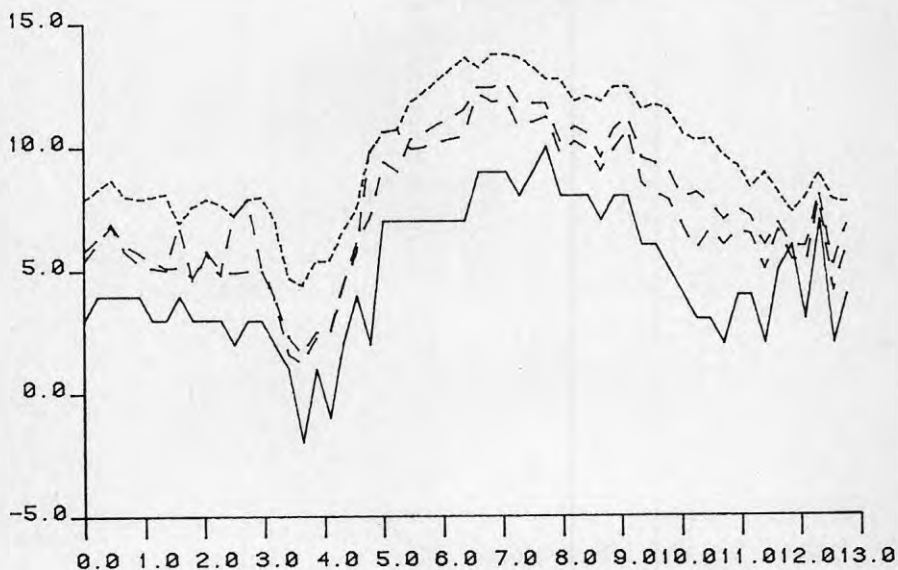
Under det andra mätåret levererade värmepumpen 5,81 GWh. För driften av värmepumpen förbrukades 2,68 GWh, vilket ger en årsvärmefaktor på 2,2. Årsvärmefaktorn var alltså något lägre än under det första mätåret.

Den relativa gångtiden ökade betydligt under mätåret, från 59 % till 77 %. Däremot förändrades inte utnyttjningsgraden nämnvärt, ca 40 % för båda mätperioderna.

För tillsatsvärme förbrukades 275 m³ olja, dvs en liten minskning jämfört med första mätåret.

4.3 Värmepumpens driftförhållanden

GRAD C TEMPERATUR PA: INK AVLOPPSVATTEN=
 AVLOPPSVATTEN EFTER FORANG 1=
 AVLOPPSVATTEN EFTER FORANG 2=
 FORANGNING=



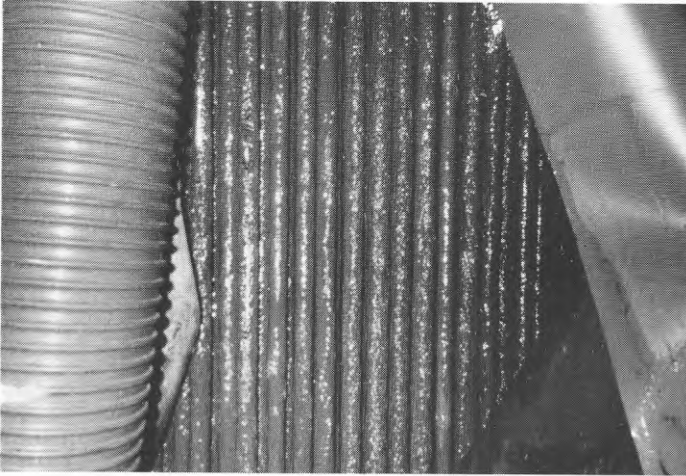
Figur 4.3. Avloppsvattentemperaturer och förångningstemperatur under 1985 (veckomedelvärdet).

Temperaturer på inkommande avloppsvatten varierade mellan 5 och 15 °C. Den lägsta temperaturen inträffade i samband med snösmältningen i början av april. Under vintern är temperaturen omkring 8 °C och nedkylningen i förångarna ca 3 °C. Förångningstemperaturen ligger ca 4 till 5 °C under utgående avloppstemperatur.

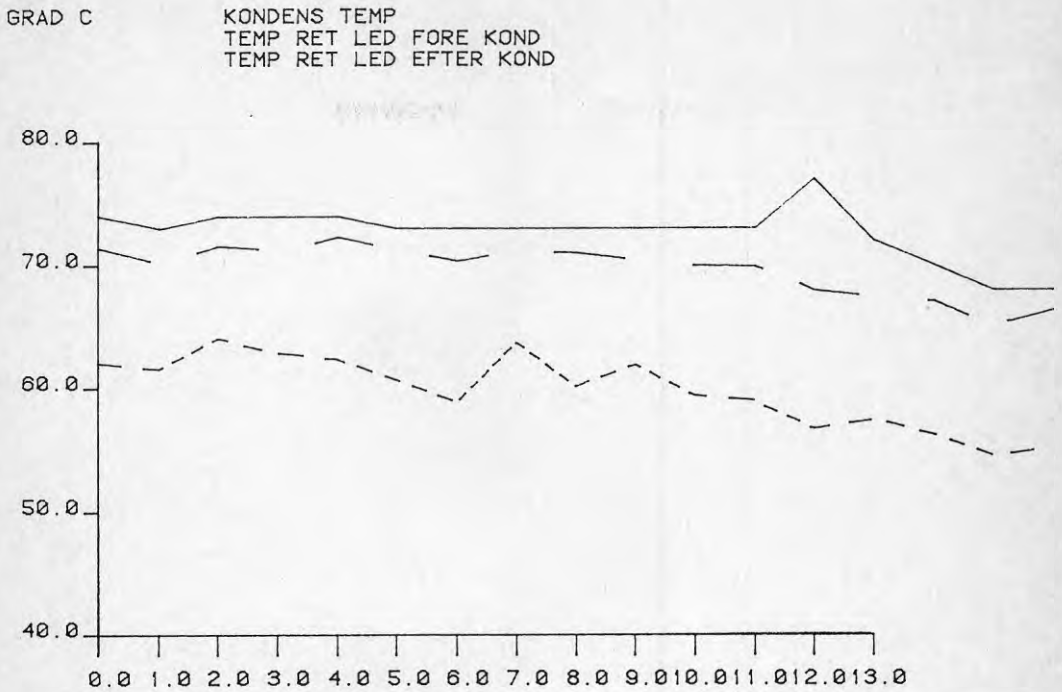
Under april månad, då avloppstemperaturen var som lägst, förekom förångningstemperaturer under noll grader, varför viss ispåfrysning i förångaren inträffade.

Värmeupptagningen ur avloppsvattnet har i stort sett fungerat utan störningar. På hösten förekommer problem iform av löv som sätter igen förångarnas fördelningslådor. Dessa måste då rensas regelbundet (1 gång per dygn) för att inte driften skall störas.

Under perioder med nedsatt funktion hos reningsverket, exempelvis då vattenflödet genom verket varit stort, har beläggningar på rören förekommit. Beläggningarna har dock relativt enkelt kunnat avlägsnas genom vattenspolning.



Figur 4.4. Beläggning på förångare.



Figur 4.5. Fjärrvärmtemperaturer och kondenseringstemperatur under 1985 (veckomedelvärden).

På värmepumpens varma sida har temperaturen varierat betydligt mindre på grund av det valda inkopplingsättet. Kondenseringstemperaturen ligger i stort sett konstant på ca 73 °C under hela året, ca 2 °C över utgående fjärrvärmtemperatur.

UTDRAG UR LOGGBOK

Idrifttagningsskedet våren 1983:

<u>Datum</u>	<u>Anm</u>
12/4	Provdrift uppstartad kl 13.00.
18/4	Besiktning av värmepump och ventilationsanläggning samt provdrift några timmar. C-larm på givare GT 82.
19/4	Kontinuerlig drift uppstartad kl 07.10. C-larm på givare GL 21.
20/4	Larm för finfilter högt motstånd. Drift stoppad, filter utbytta samt noggrann rengöring av förångare utförd. Stoppad drift 07.00-14.00. A-larm kl 21.30. Ingen åtgärd då ingen indikering på fel förelåg.
21/4	Felsökning samt tre provstarter som visar att avloppspump ej startar. Telesamtal till TETAB för råd. Tidur för avloppspumpar visar sig vara felställt. Drift åter kl 11.00.
23/4	Stopp ca 02.00. A-larm GT 41. Hög oljetemperatur? 09.30 start.
24/4	Stopp ca 23.30. A-larm GT 41 (Temp post 13 = 54,1 °C kl 24.00. Post 15 = 60,7 °C, post 16 = 64,9 °C).
25/4	Start 06.45. Stopp 08.40. A-larm huvudmotor. Oljeläcka vid kompressoraxel vid tätning under uppsikt. Höjning av fjärrvärmes-temp till 65,5 °C kl 15.00.
26/4	Stopp ca 24.00. A-larm GT 41. Temp kl 00.15 pos 12 = 58,7 °C.
2/5	Driften avstängd kl 13.40 för div ändringar och service av TETAB.
3/5	Arbeten pågår med förångarluckor.
4/5	Drift uppstartad kl 15.15.
5/5	Stopp för spolning av förångare kl 13.30. Start 14.30. A-larm 16.30 GT 41.

- 6/5 Drift uppstartad kl 07.10 efter larm. Stopp på en gång, larm på GT 81 hög. Ny start 07.25. Stopp 08.50 GT 81 hög. Läckage i provtagningsventil 1/2" sugfilter. C-larm låg nivå recipient GL 11.
- 6/5 09.20 start A-larm GT 81.
- 6/5 Larm kl 16.00. Återställt vid verket samt värmepumpsanläggning. Fast anläggning är avstängd.
- 9/5 Start 14.00. Kontroll av vätskenivå recipient, omfördelning köldmedium. Nivå recipient höjd (54).
- 16.15. Anläggningen fungerar bra, automatiskt nedreglerad till ca 15 %. Drift fortsätter.
- A-larm kl 16.35 FT 41. Start kl 17.25.
- Kl 17.30 C-larm GL 21. Kl 17.40 C-larm GL 21. 17.50 C-larmet ligger kvar GL 21.
- 10/5 09.10 Start. Låg nivå i VAF, 8 %. Sänkt nivå i KB, 40 %. Kl 10.10 nivå KB = 35 %.

Vintern 1984

- 10/1 Ventilationsfläkt mellan maskin och förångarrum installerad.
- 11/1 Antal starter under det gångna dygnet 14 st.
- 12/1 Utetemperatur + 1,9. Drifftid under gångna dygnet 21,13 timmar. Antal starter under det gångna dygnet 11 st.
- 13/1 Utetemperatur +1,2. Drifftid under det gångna dygnet 18,17 timmar. Antal starter under samma tid 24 st.
- Stopp kl 09.40 för spolning av förångare. Ny start 10.25.
- 16/1 Nivån bra i förångarna. Larm jordfel (+) på likriktarens ställverk.
- 17/1 Allt väl.
- 18/1 Nivån ökat ca 1 cm i förångaren. Allt väl.
- 13.00. Förångare 1 avstängd för ombyggnad (rensgaller).
- 19/1 08.30. Stor oljefläck under maskinen. Torkar upp för att kunna spåra felet.

- 19/1 14.00. Växlat över till förångare 1 och stängt av förångare 2 för ombyggnad.
- 20/1 13.30. Startat förångare 2. Kapacitetskontroll resterar upp till 80 % trots spärrade gränslägen på 60 %.
- 21/1 08.00. Larm GP 41. Ny start 08.45.
- 23/1 Kapacitetskontroll uppe i 75 %.
- 24/1 Utetemp -23,8 °C. Drifftid under gångna dygnet 12,41 timmar.
- 25/1 Utetemp -14,3 °C. Kap.indikator 60 %. Antal starter under gångna dygnet 16 st. Drifftid under gångna dygnet 11,01 timmar.
- 25/1 Vi har satt i korgar med nät i förångarna. Prövar med 2 st storlekar. I förångare 1 har vi 2 mm och i förångare 2 5 mm.
- Vi sätter dit en extra lucka i förångare 1.
- 25/1 Stopp kl 10.15. Spolning av förångare. Ny start kl 11.05.
- 26/1 A-larm kl 05.30 GT 41. Ny start 05.50.
- Utetemp -13,5 °C. Kap.indikator 59 %. Drifftid under gångna dygnet 15,64 timmar, antal starter 19 st. Rensat galler i förångaren. Det var en väsentlig skillnad i galler, bara 1/3 skräp i 5 mm mot det som var 2 mm.
- 27/1 Utetemp -23,9 °C. Kap.indikator 55 %. Drifftid under gångna dygnet 10,90 timmar. Antal starter 18.
- Vi gör i ordning 2 korgar till så vi har 2 st med 5 mm och 2 st med 2 mm, så provar vi med 2 mm på dagtid och 5 mm över helger och nätter, då risken är liten att det sätter igen sig.
- Spolat ren galler. Har satt i 2 mm i bägge förångarna.
- Kl 14.00. Ska testa hur länge det går innan man behöver spola rent dem.
- 28/1 Lördag kl 10.45. Gallren halvfulla. Ingen rensning, det får gå till i morgon söndag. Allt väl, inga problem.
- 29/1 Söndag 10.55. Rensat galler, de var fulla. Nästa helg ska jag sätta dit 5 mm gallren, då kanske det går hela helgen. Utetemp -3 °C.

- 30/1 Inga problem med korgarna. Gallren inte ens halvfulla. Allt väl. 9 starter, 20 timmar i drift.
- 31/1 Spolat ren korgarna, 2/3 av nätet fullt. 11 starter, 22 timmar i drift.
- 1/2 Utetemp +0,3 °C. Kap.indikator 51 %. Allt väl.
- 2/2 Utetemp -0,2 °C. Kap.indikator 50 %. Drifftid under gångna dygnet 20,84 timmar, antal starter 11. Spolade inte korgarna i går. Det har inte ökat mycket under dygnet, så jag spolat inte i dag heller. Vi får se i morgon.
- 3/2 Spolat korgarna. Det var mera igensatt i förångare 2. Bytt till 5 mm nät i helgen. Ca 20 timmar i drift, 11 starter.
- 4/2 11.00. Allt väl. 15 starter, ca 20 timmar drift.
- 5/2 Allt väl.
- 6/2 Spolat korgarna kl 10.50. Utetemp +1,7 °C. Kap.indikator 51 %.
- 7/2 Utetemp -3,0 °C. Kap.indikator 60 %.
- 8/2 Utetemp -1,9 °C. Kap.indikator 60 %. Drifftid under gångna dygnet 20,93 timmar, antal starter 11.
A-larm fläktvakt FA1. Låg temp i lokal. Spolat korgarna kl 07.30.
- 9/2 Utetemp -17,3 °C. Kap.indikator 55 %. Drifftid under gångna dygnet 20,42 timmar, antal starter 10. Stopp kl 07.30 för spolning av förångare.
- 10/2 Utetemp -17,8 °C. Kap.indikator 60 %. Drifftid under gångna dygnet 19,34 timmar. Antal starter 10.
- 10/2 Spolat korgarna kl 13.30.
- 12/2 A-larm huvudmotor kl 22.15. Återställt och startat kl 23.00.
- 13/2 Utetemp -0,2 °C. Kap.indikator 58 %.

Sommaren och hösten 1984

- 4/6 Utetemp +15,9 °C. Kap.indikator 60 %. Drifftid under helgen 3 dygn 18,69 timmar, antal starter samma tid 35 st. Allt väl kl 07.20.

- 4/6 08.00. Ändrat diff.temp start-stopp från 13,5 °C - 10,5 °C. Värmepump stoppat på automatstopp. Inga synliga fel.
- 5/6 A-larm GT 61 kl 02.20. Ny start 02.40. Utetemp +17,0 °C. Kap.indikator 60 %. Antal starter under gångna dygnet 20 st. Det är alldeles för många starter. Växlat från P61 till P62.
- Larm kl 21.00. Låg temp 16 ligger på 26,8. Larmet kom på 224 som är värmepump avloppspumpar. Ny start kl 21.15.
- 6/6 Värmepumpen har stannat på automatiskt stopp. Det har ej blivit något larm. Ny start kl 07.25.
- 06/6 Utetemp +14,2 °C. Kap.indikator 60 %. Antal starter under gångna dygnet 10 st. Bengt ska ringa till TETAB för det är mycket småkrängel med värmepumpen nu.
- 7/6 Utetemp +13,9 °C. Kap.indikator 60 %. Drifftid under gångna dygnet 7,44 timmar, antal starter 12. Allt väl kl 07.00.
- 8/6 Utetemp +14,1 °C. Kap.indikator 60 %. Antal starter under gångna dygnet 12.
- 14.30. Värmepump avstängd enligt order från TETAB.
- 14/6 Spolat ren förångaren + korgar. Allt klart för ny start när vi får starta upp igen.
- 10/10 Uppstart av värmepump kl 18.00. Problem med oljetryck larm GPD 41. Oljetryck högt från 16-18 bar. Prov av drift vid 10-30 %. Ingen ändring mot tidigare. Stopp vid ca 35 %.
- 11/10 Uppstart av kompressor. Lågt oljetryck. Stopp. Ny start efter en stunds handkörning av oljepump. C-larm GPD 41. Grovfilter tryck > 1 bar. Oljetryck maskin 18 bar, efter 30 min 20 bar.
- 14.00. Avstängningstemp ökad stegvis från 66 till 70 °C under uppsikt av alla temperaturer. Diff.temp start stopp ökad till 15 °C.
- 13/10 Automatiskt stopp. Uppstart kl 19.00 (men inget larm). Temp fjärrvärme 41,7 °C (C-larm GPD 41). Oljetrycks-mätare 12 bar. Lågt oljetryck. Ny start efter en stunds körning av oljepumpen. Avstängd kl 19.45. Ännu för lågt oljetryck.

- 14/10 Start av värmepump. För lågt oljetryck. Stopp.
07.30 Handkörning oljepump.
07.45 Ny start. Oljetryck efter 15 min 18 bar.
09.00 Oljetryck 20,5 bar.
09.40 Oljetryck 21 bar 16 fjärrvärme 67,2 °C.
- 15/10 08.00 Tre starter på ett dygn, 10,5 drifttimmar. Ute-
temp +9 °C. Kap.indikator 48 %. Spolat korgarna. Allt
väl kl 11.00.
- 16/10 Utetemp -1 °C. Kap.indikator 84 %. Drifttid under
gångna dygnet 23,51 timmar, starter 0. C-larm GPD 41,
annars allt väl kl 07.30.
- 17/10 Utetemp +8 °C. Kap.indikator 60 %. Drifttid under
gångna dygnet 19 timmar, starter 5 st. Allt väl kl
07.15.
- 18/10 Utetemp +2 °C. Kap.indikator 80 %. Drifttid under
gångna dygnet 18,95 timmar, antal starter 7 st. Spolat
korgarna. C-larm GL 21 och GPD 41.
- 19/10 Utetemp +5 °C. Kap.indikator 60 %. Drifttid under
gångna dygnet 19,85 timmar, antal starter 4 st. C-larm
GL 21 och GPD 41. Spolat korgarna + förångarna. Allt
väl kl 08.15.

Sommaren 1985

- 2/7 Drift 16 timmar, starter 8 st. Skrivit av elmätare +
panncentral. Allt väl.
- 3/7 Larm 05.45 på MBS "Avloppspumpar + A-larm kompressor".
Ingen indikation på tavlan. Bara att starta upp på
autostart. Smort motorn. Nästa 12.900.
Drift 7 timmar, starter 9 st.
- 4/7 SP monterat upp mätbox.
- 5/7 Drift 2 dygn: 17 timmar, starter 29 st. Allt väl. Spo-
lat förångarna.
- 6/7 Drift 8 timmar: starter 12 st. Allt väl kl 11.00.
- 7/7 Drift 8 timmar: starter 10 st. Allt väl kl 12.00.
- 8/7 Drift 6 timmar: starter 9 st. Korgar och förångare i
bra skick. Allt väl.
- 9/1 Drift 9 timmar: starter 12 st. Kompressorn låter illa
vid låg kapacitet. Annars allt väl.

- 10/7 Pumpen stannat. Allt väl kl 15.00. Drift 3 timmar: starter 12 st. Signal GL 21.
- 11/7 Drift 5 timmar: starter 7 st. Signal GL 21. Korgar och förångare i bra skick. Allt väl kl 07.00. Ringt TETAB om GL 21. Antagligen litet freon i anläggningen. Ska dock prova med att köra med hög last, för freonet kan ligga i förångarna. Kollat med läcksökaren.
- 12/7 Drift 8 timmar: starter 11 st. Korgar och förångare i bra skick. Kört kompressorn med hög last. Nivån ökade litet i VAF, men inte så mycket att larmet gick bort.
- 15/7 Utetemp +19,2 °C. Kap.indikator 100 %. Drifftid under helgen 3 dygn 20,01 timmar, antal starter 28 st. Skickat rapport till Borås. Allt väl kl 07.20.
- 15/7 Växlat tvillingpump från P 61 till P 62. A-larm kl 18.00. Automatiskt stopp. Ny start kl 18.25. Nytt A-larm kl 20.10. Automatiskt stopp.
- 16/7 Utetemp +12,7 °C. Kap.indikator 40 %. Drifftid under gångna dygnet 7,47 timmar, antal starter 9. Spolat korgarna.
- 17/7 Utetemp +13,1 °C. Kap.indikator 75 %. Drifftid gångna dygnet 8,29 timmar, antal starter 11. Spolat korgarna. Allt väl 08.30.
- 18/7 Utetemp +14,6 °C. Kap.indikator 50 %. Drifftid under gångna dygnet 9,20 timmar, antal starter 12. Spolat korgarna. Allt väl 08.20.
- 19/7 Utetemp +17,4 °C. Kap.indikator 80 %. Drifftid under gångna dygnet 7,15 timmar, antal starter 10. Allt väl 07.30.
- 20/7 A-larm 12.00. Automatiskt stopp. Ny start.
- 21/7 A-larm 01.30. Automatiskt stopp. Ny start 01.45. Allt väl 1.20.
- 22/7 Utetemp +12,3 °C. Kap.indikator 30 %. Drifftid under helgen 3 dygn 24,11 timmar, antal starter 30. Spolat korgarna. Nollställt räkneverken och skickat rapport till Borås. Allt väl 07.30.
- Kl 08.00. Flyttat microbrytare till läge max 60 % last. Ändrat start-stopp temp till 67,5-56 °C = 11,5 °C. Gaslarm prov inkopplat.
- 23/7 Utetemp +12,6, kap.indikator 60 %. Drifftid under gångna dygnet 9,15 timmar, antal starter 11. Allt väl 07.30.

24/7 Utetemp +12,4 °C. Kap.indikator 60 %. Drifftid under gångna dygnet 9,50 timmar, antal starter 10. Gasmätaren verkar fungera bra. Allt väl 07.15.

Våren 1986

3/4 Utetemp -0,6 °C. Kap.indikator 100 %. Drifftid under gångna dygnet 24,49 timmar, antal starter 1 st. Allt väl 08.30.

4/4 Utetemp -1,5 °C. Kap.indikator 75 %. Drifftid under gångna dygnet 23,11 timmar, antal starter 0. Spolat korgarna. Allt väl 07.30.

5/4 Spolat korgarna 09.15.

6/4 Spolat korgarna 09.30. Larm avloppspumpar. Larm huvudmotor 10.30. Start kl 12.30.

7/4 Utetemp -7,2 °C. Kap.indikator 75 %. Drifftid under helgen 3 dygn 68,77 timmar, antal starter 3 st. Skickat rapport till Borås. Allt väl 07.40.

8/4 Utetemp -4,2 °C. Kap.indikator 75 %. Drifftid under gångna dygnet 24,27 timmar, antal starter 0, Allt väl 07.45.

9/4 Utetemp -2,5 °C. Kap.indikator 75 %. Drifftid under gångna dygnet 23,95 timmar, antal starter 0. Allt väl 07.45.

10/4 Utetemp -7,3 °C. Kap.indikator 75 %. Drifftid under gångna dygnet 23,70 timmar, antal starter 0. Stopp av värmepumpen kl 07.15 för spolning av förångare och korgar. Ny start kl 08.20. Larm 09.30. Värmepumpen står. Vi fick freon två pallar.

Kapacitetskontroll servad samt koll av gränslägen 0-100 %. Ny start 13.10.

11/4 Utetemp -7,7 °C. Kap.indikator 70 %. Drifftid under gångna dygnet 18,76 timmar, antal starter 4 st. Allt väl 07.40.

14/4 Utetemp -5,5 °C, kap.indikator 75 %. Drifftid under helgen 3 dygn 71,98 timmar, antal starter 0 st. Spolat korgarna. Skickat rapport till Borås. Allt väl kl 07.40.

Stopp kl 10.00 för fyllning av freon. Återstart 14.45. De ska fylla i freon under drift av värmepumpen. Har fyllt i 1 1/2 tub, fortsätter i morgon.

- 15/4 Utetemp $-7,0$ °C. Kap.indikator 60 %. Drifftid under gångna dygnet 21,31 timmar, antal starter 1 st. Allt väl kl 07.25. Fyllt freon hela dagen.
- 16/4 Utetemp $-7,5$ °C. Kap.indikator 55 %. Drifftid under gångna dygnet 24.02 timmar, antal starter 0.
- 16/4 Stopp av värmepumpen kl 09.45 för spolning av förångarna + korgar. Ny start 10.45.
- 17/4 Utetemp $-1,6$ °C. Drifftid under gångna dygnet 22,22 timmar, antal starter 1 st.
- 17/4 Boråsarna här hela dagen och mätte.
- 18/4 Utetemp $+0,4$ °C, Kap.indikator 75 %. Drifftid under gångna dygnet 23,59 timmar, antal starter 1 st. Spolat korgarna. Allt väl 07.45.
- 21/4 Utetemp $-0,6$ °C. Kap.indikator 90 %. Drifftid under helgen 3 dygn 71,38 timmar, antal starter 0. Skickat rapport till Borås. Stängde av värmepumpen kl 07.05 för koll av P 41 oljepump.
- Start 09.00. Kopplingen mellan motor och pump P 41 slut. Beställt reservdelar.
- 22/4 Utetemp $+0,1$ °C. Kap.indikator 100 %. Drifftid under gångna dygnet 21,69 h, antal starter 2 st. Allt väl kl 07.20.

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 810073-6
från Statens råd för byggnadsforskning till Statens provningsanstalt, Borås.

R42: 1987

ISBN 91-540-4726-9

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6707042

Abonnemangsgrupp:
Ingår ej i abonnemang

Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm

Cirkapris: 33 kr exkl moms