



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

R12:1987

Värmepumpsystem med
värmeåtervinning ur
avloppsvatten i Vaxholm

Knut-Olof Lagerkvist
Reinhold Larsson

INSTITUTET FÖR
BYGGDOKUMENTATION

Accnr

Plac *ser*

K/O
A

Byggforskningsrådet

R12:1987

VÄRMEPUMPSYSTEM MED VÄRMEATERVINNING
UR AVLOPPSVATTEN I VAXHOLM

Knut-Olof Lagerkvist
Reinhold Larsson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 811273-1
från Statens råd för byggnadsforskning till Statens Prov-
ningsanstalt, Borås.

REFERAT

I bostadsområdet Kullaskogen i Vaxholm täcks grundvärmebehovet av värmepumpar med renat avloppsvatten från Blynäs reningsverk som värmekälla. Avloppsvattnet pumpas från reningsverket till områdets värmecentral via en ca 1,5 km lång ledning, till största delen sjöförlagd.

Bostadsområdet omfattar ca 150 lägenheter på tillsammans ca 13 000 m² bostadsyta fördelat på enbostads-, par- och flerbostadshus. Effektbehovet har beräknats till ca 700 kW och energibehovet till 1,9 GWh. Uppvärmningssystemet har dimensionerats för lågtemperaturvärme, 60/40 °C.

Tre eldrivna värmepumpar av fabrikat TETAB typ 18 L har installerats i en värmecentral uppförd i direkt anslutning till bostadsområdet. Värmepumparna täcker grundvärmebehovet, medan behovet av tillsatsvärme tillgodoses av elpannor.

Värmepumparna har svarat för ca 70 % av det årliga värmebehovet eller 1,2 GWh av totalt 1,9 GWh. För driften av värmepumparna har 0,4 GWh el till kompressormotorerna och 0,1 GWh till kringutrustningen, pumpar m m förbrukats.

Värmepumparnas årsvärmefaktor blir därför 2,9 med hänsyn till kompressorernas elförbrukning och 2,3 med kringutrustningen.

Från värmecentralen levererades under ett år totalt 1,9 GWh till kulvertsystemet och för driften köptes 1,2 GWh el. Värmeanläggningens totala årsvärmefaktor blir därför 1,6.

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

R12:1987

ISBN 91-540-4694-7

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

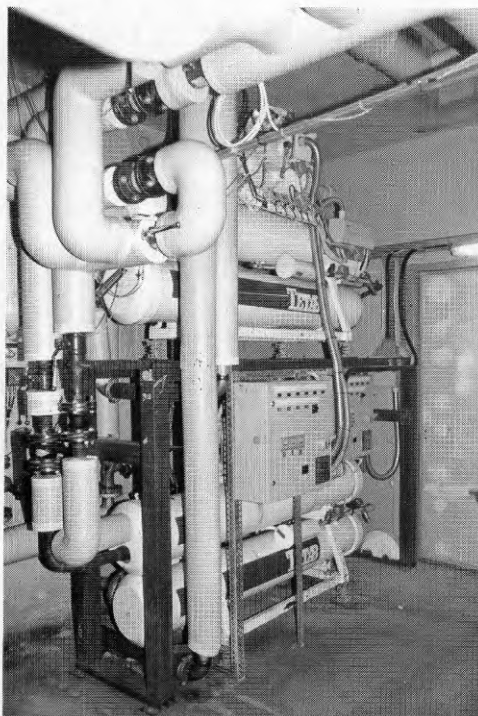
INNEHÅLLSFÖRTECKNING

		Sid
0	SAMMANFATTNING	1
0.1	Orienterande beskrivning	1
0.2	Resultat	2
1	BAKGRUND	5
1.1	Förstudie och förväntat resultat	5
1.2	Övergripande beskrivning	5
1.2.1	Området	5
1.2.2	Värmepumpar	6
2	SYSTEMETS FUNKTION	10
3	MÄTPROGRAM	14
3.1	Allmänt	14
3.2	Mätutrustning	14
3.3	Databehandling	15
3.4	Onoggrannhet	15
4	MÄTRESULTAT	16
4.1	Värmepumparnas prestanda	16
4.2	Energileveranser	18
4.3	Driftförhållanden och anläggningens funktion	21

0 SAMMANFATTNING

0.1 Orienterande beskrivning

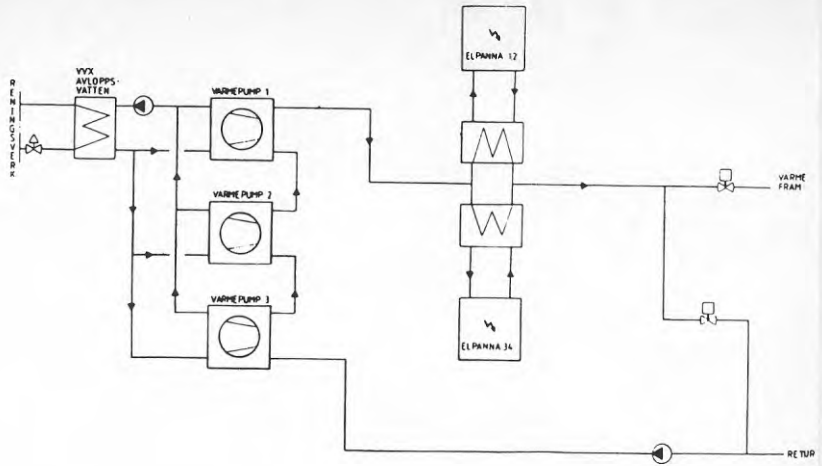
I bostadsområdet Kullaskogen i Vaxholm täcks grundvärmebehovet av värmepumpar med renat avloppsvatten från Blynäs reningsverk som värmekälla. Avloppsvattnet pumpas från reningsverket till områdets värmecentral via en ca 1,5 km lång ledning, till största delen sjöförlagd.



Figur 0.1. Foto av värmepumpar.

Bostadsområdet omfattar ca 150 lägenheter på tillsammans ca 13 000 m² bostadsyta fördelat på enbostads-, par- och flerbostadshus. Effektbehovet har beräknats till ca 700 kW och energibehovet till 1,9 GWh. Uppvärmningssystemet har dimensionerats för lågtemperaturvärme, 60/40 °C.

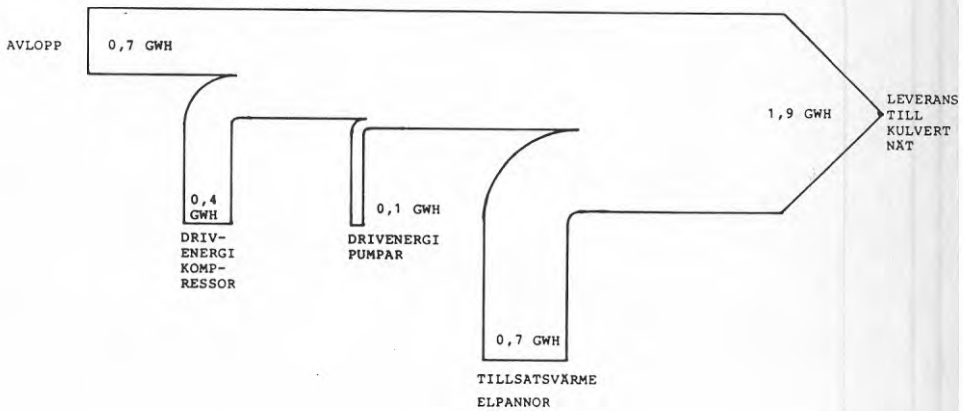
Tre eldrivna värmepumpar av fabrikat TETAB typ 18 L har installerats i en värmecentral uppförd i direkt anslutning till bostadsområdet. Värmepumparna täcker grundvärmebehovet, medan behovet av tillsatsvärme tillgodoses av elpannor.



Figur 0.2. Principschema.

0.2 Resultat

Värmepumparna har svarat för ca 70 % av det årliga värmebehovet eller 1,2 GWh av totalt 1,9 GWh. För driften av värmepumparna har 0,4 GWh el till kompressormotorerna och 0,1 GWh till kringutrustningen, pumpar m m förbrukats.

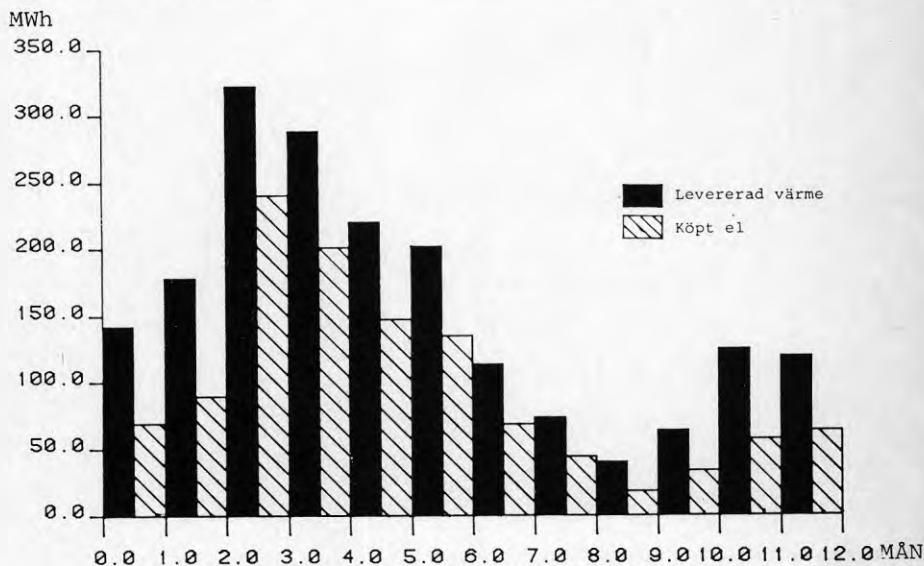


Figur 0.3 Energiflöden under mätåret.

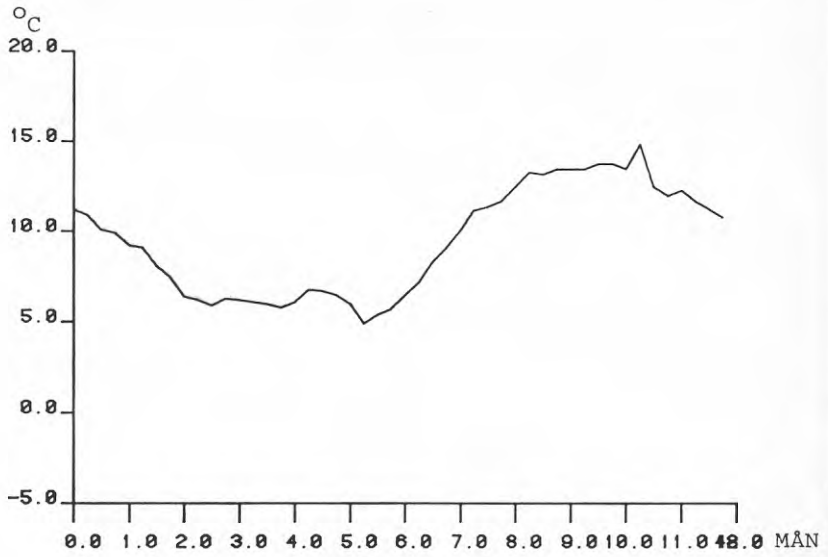
Värmepumparnas årsvärmefaktor blir därför 2,9 med hänsyn till kompressorernas elförbrukning och 2,3 med kringutrustningen.

Från värmecentralen levererades under ett år totalt 1,9 GWh till kulvertsystemet och för driften köptes 1,2 GWh el. Värmeanläggningens totala årsvärmefaktor blir därför 1,6.

Behovet av köpt energi har alltså i denna anläggning minskat från 1,9 GWh till 1,2 GWh, dvs med 0,7 GWh eller med 37 %.



Figur 0.4. Värmeleverans och elförbrukning i värmecentral.



Figur 0.5. Avloppsvattentemperatur.

1 BAKGRUND

1.1 Förstudie och förväntat resultat

I BFR rapport R36:1981 studerades möjligheterna att tillvarata värme ur avloppsvattnet från Blynäs reningsverk i Vaxholms kommun. Avsikten var att med hjälp av en värmepump återvinna energin och utnyttja den för uppvärmning av det nya bostadsområdet Kullaskogen.

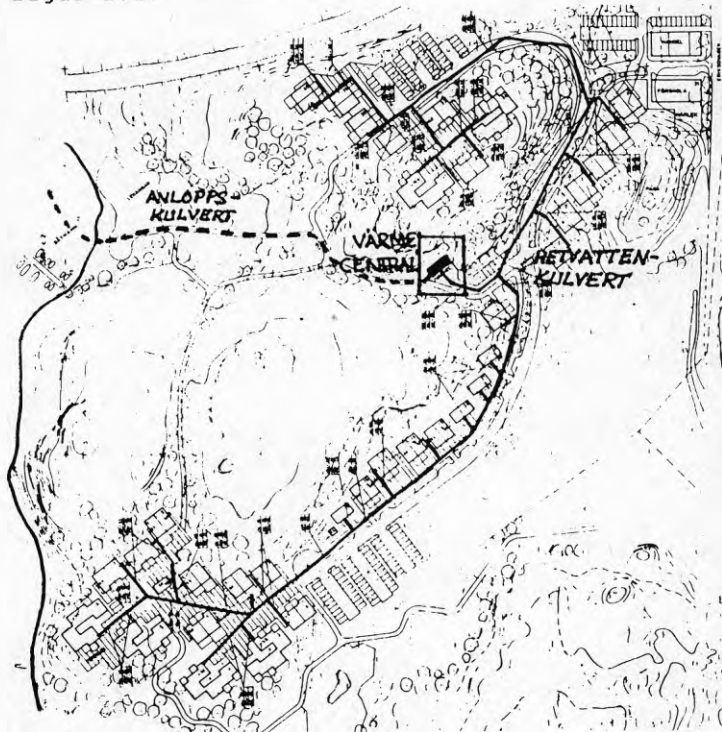
Bostadsområdet omfattar ca 150 lägenheter på tillsammans 13 000 m² bostadsyta fördelat på enbostads-, par- och flerbostadshus.

Effektbehovet beräknades till 700 kW och energibehovet till 1,9 GWh/år. I utredningen förväntades behovet av köpt energi minska med ca 1,2 GWh/år, dvs med ca 60 % av det totala energibehovet, om en värmepump med en nominell värmeeffekt av 280 kW och en årsvärmefaktor av 3,2 installerades.

1.2 Övergripande beskrivning

1.2.1 Området

Översiktsplan över bostadsområdet Kullaskogen redovisas i figur 1.1.

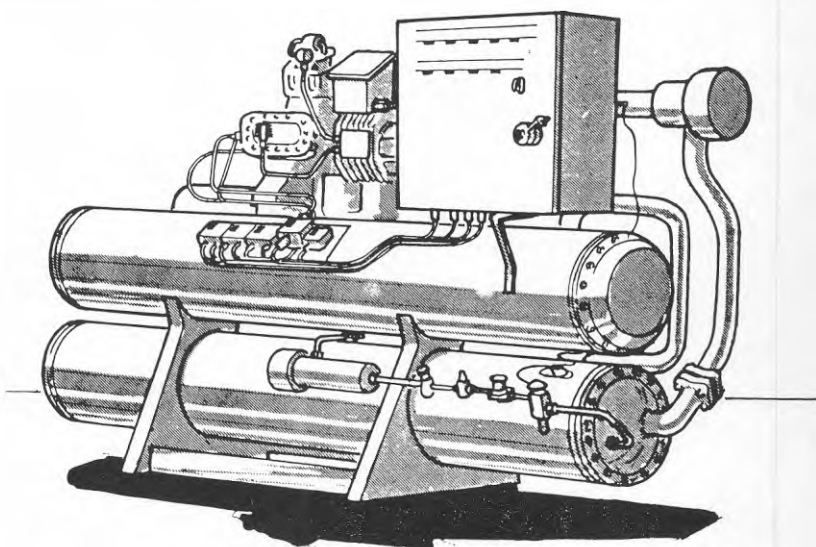


Figur 1.1. Situationsplan över bostadsområdet Kullaskogen i Vaxholm.

Den centralt belägna värmecentralen, som innehåller elpannor och värmepumpar, levererar hetvatten via kulvert till undercentraler i varje hus. I undercentralerna bereds förbrukningsvarmvatten och shuntas värmevatten till radiatorer.

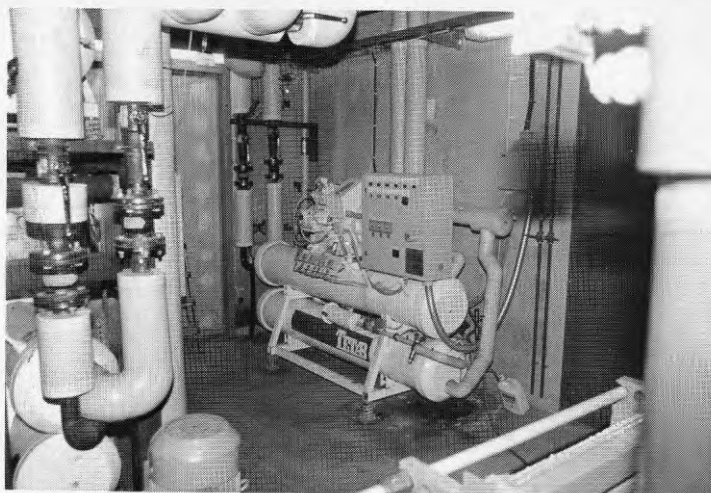
Grundvärmebehovet täcks med eldrivna värmepumpar och behovet av tillsatsvärme tillgodoses med elpannor. Dessutom har en ackumuleringstank om ca 140 m³ dockats till värmecentralen. Under utvärderingsperioden har denna dock ej använts.

1.2.2 Värmepumpar



Figur 1.2. Enhetsaggregat av fabrikat TETAB, typ 18 L.

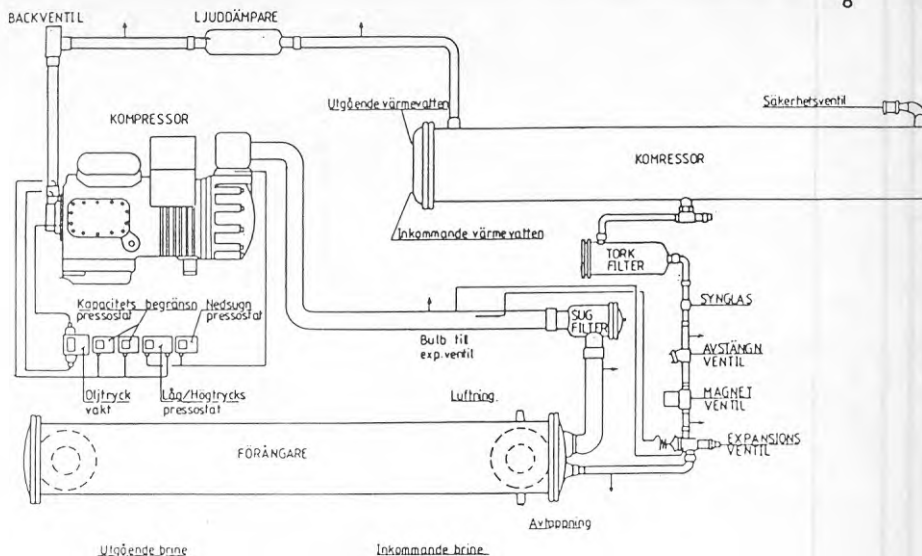
De värmepumpar som installerats är tre kolvkompressoraggregat av fabrikat TETAB typ 18 L. Aggregaten leverades som enhetsaggregat, komplett monterade, köldmediefyllda och provkörda på fabrik. Montagearbetet på plats omfattade endast anslutning av aggregaten till värmesystem, el och värmekälla.



Figur 1.3. Foto av värmepumpaggregat.

I respektive aggregat ingår en åttacylindrig semihermetisk kolvkompessor av fabrikat DVM-Copeland. Kompessorn kan kapacitetsregleras i tre steg genom in- och urkoppling av antal verksamma cylindrar. Lägsta antal verksamma cylindrar är fyra stycken (50 % kapacitet) och genom inkoppling av resterande cylindrar i steg om två erhålls sex cylindrar i arbete (75 % kapacitet) respektive åtta cylindrar i arbete (100 % kapacitet).

Kompessorn är utrustad med inbyggd vevhusvärmare på 200 W, vilken är inkopplad när kompessorn står stilla och aggregatets huvudbrytare är tillslagen. Kompessor-motorn är avsedd för stjärn-triangel start och för att underlätta starten har kompessorn en påmonterad start-avlastningsventil, vilken ger en tryckutjämning mellan kompessorns tryck- och sugsida före start och under Y-steget i starten.



Figur 1.4. Kylprincipsschema.

Kondensorn och förångaren är av fabrikat CIAT och av typ tubpannor. I kondensorn kondenserar köldmediegasen utvändigt på tuberna och det kylande värmevattnet passerar fyra gånger genom tuberna. I förångaren avkokar köldmediet invändigt i tuberna och den värmande köldbärarvätskan (glykol/vattenblandning) passerar i motströms riktning utvändigt tuberna.

Den i förångaren avkokade köldmediegasen sugas till kompressorn via ett sugfilter, där smuts och partiklar i köldmediegasen avskiljs. Gasen passerar sedan över kompressorns elmotor och upptar motorns förlustvärme innan gasen når cylindrarna.

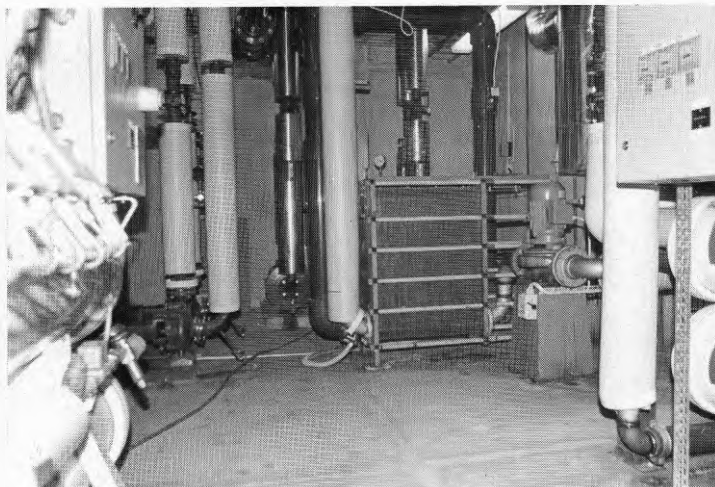
I cylindrarna komprimeras gasen till högre tryck och temperatur och förs till kondensorn via backventil och ljuddämpare. Backventilen förhindrar kondenserat köldmedium att återvända till kompressorn under stillestånd samt förhindrar köldmedietrycket i kondensorn att nå kompressorn under kompressorns tryckutjämnande start. Ljuddämparen utjämnar pulsationerna i gasströmmen från kompressorn och minskar ljudöverföringen i kondensorn.

I kondensorn sker en värmeavgivning till värmevattnet genom att köldmediegasen kondenserar. Den bildade köldmedievätskan, fortfarande vid högt tryck, förs via torkfilter, synglas och avstängnings- och magnetventil till expansionsventilen. I torkfiltret rensas köldmedievätskan från eventuell smuts och fukt. Att köldmedievätskan är fri från fukt indikeras av synglasets fuktindikator.

Expansionsventilen sänker trycket på köldmedievätskan innan den sprutas in i förångaren. Trycket i sugledningen avkänns av expansionsventilen via en utvändigt tryckledning och temperaturen på suggasen via en bulb på sugledningen. Köldmedieinsprutningen till förångaren regleras av expansionsventilen så att en viss överhettning erhålls på den köldmediegas som lämnar förångaren.

För att skydda kompressorn mot otillåtna driftspåkänningar är aggregatet försett med olika vakter som stoppar driften och ger felindikering. Följande vakter finns i aggregatet:

- Låg- och högtryckspressostater
- Kapacitetsbegränsningspressostat
- Oljetrycksvakt
- Motorlindningstemperaturvakt
- Tryckrörstemperaturvakt
- Överströmsskydd



Figur 1.5. Foto av avloppsvärmeväxlare.

2 SYSTEMETS FUNKTION

Bostadsområdets basvärmekälla utgörs som tidigare nämnts av värmepumpar med renat avloppsvatten som värmekälla. Avloppsvattnet pumpas ca 1,5 km via en till största delen sjöförlagd avloppsvattenledning från reningsverket till bostadsområdets värmecentral (se fig 2.2).

FLODE
M³/DYGN
*10E 3

TEMP.
GRAD C

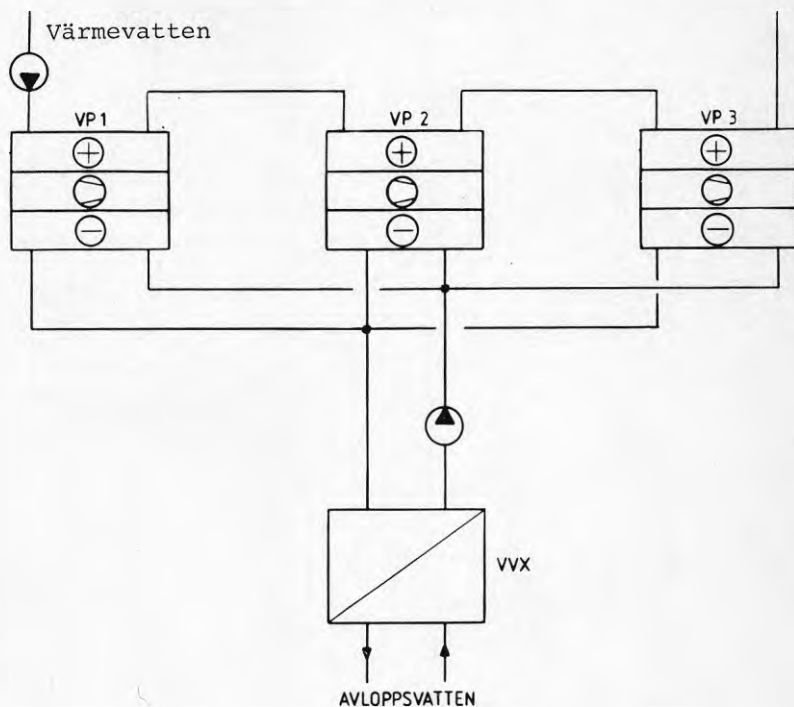


Figur 2.1. Flöde och temperatur (månadsvärden samt max och min för dygn) vid Blynäs reningverk, september 1983 - augusti 1984.



Figur 2.2. Sjöförlagda avloppsvattenledningens sträckning.

Värme från avloppsvattnet överförs via en plattvärmväxlare och en glykolvattenkrets till värmepumparna. De tre värmepumparna är kopplade enligt fig 2.3, dvs parallellt på förångarsidan och i serie på kondensorsidan.



Figur 2.3 Inkoppling av värmepumparna.

På grund av valet av seriekoppling av värmepumparnas kondensorer används olika köldmedier i aggregaten. De två första värmepumparna, VP1 och VP2 i fig 2.2 innehåller köldmediet R22 medan den tredje, VP3, innehåller R500.

Då värmepumparna inte förmår tillgodose området hela effektbehov, levereras tillsatsvärme av fyra elpannor. Elpannorna EP1 och EP2 respektive EP3 och EP4 enligt fig 2.4 arbetar tillsammans. EP1 arbetar inom temperaturintervallet 60–80 °C och EP2 mellan 80 och 100 °C. Pannorna EP3 och EP4 arbetar tillsammans på samma sätt. Pannorna inväljs manuellt med omkopplare i manöverpanelen på respektive panna och styrs av termostater i framledningen.

Hetvattnets framledningstemperatur styrs med hjälp av en reglercentral med givare för utetemperatur och framledningstemperatur, så att framledningstemperaturen anpassas till rådande belastning.

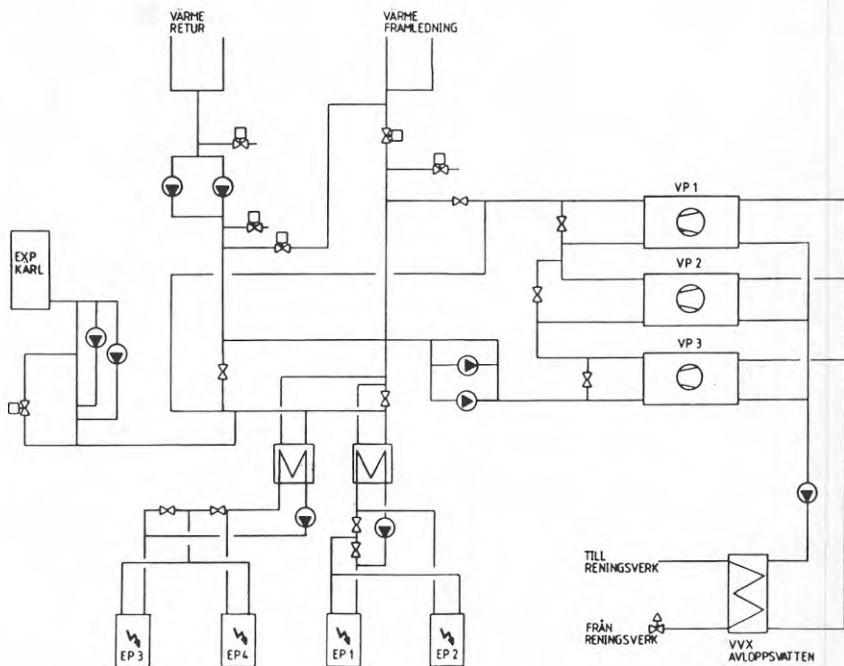


Fig 2.4. Principschema över anläggningen.



Figur 2.5. Foto över Blynäs reningsverk.

3 MÄTPROGRAM

3.1 Allmänt

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

Genom att manuella avläsningar har genomförts av driftpersonalen har en regelbunden övervakning av anläggningen skett under hela mätperioden. Under mätperioden har dessutom vissa punktinsatser gjorts för att noggrannare studera vissa komponenter i anläggningen.

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 mars 1984 och kontinuerliga mätningar påbörjades i april 1984. Mätdata har sänts 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 elenergi. 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.

Noggrant 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 medelvärden och summor över avläsningsperiodens tidsintervall har kunnat avläsas och beräknas.

3.3 Databehandling

Avläsning av den registrerade mätutrustningen har under hela mätperioden skett en gång per vecka. För avläsningarna har driftpersonalen själv ansvarat. Mätresultaten har varje vecka sänts till SP för vidare bearbetning och utvärdering. Efter varje månads utgång har resultatet sammanställts till en månadsrapport, som utsänts till deltagarna i projektgruppen. I rapporten har energibalanser, värmepumparnas 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 elpannor.

4 MÄTRESULTAT

4.1 Värmepumparnas prestanda

Då anläggningen togs i drift gjordes mätningar för att undersöka värmepumparnas prestanda. Värmepumparnas avgivna värmeeffekt och förbrukad eleffekt bestämdes vid stationära förhållanden, dvs med stabila vätskeflöden och temperaturer på varma och kalla sidan. För stabil drift tilläts högst följande variationer:

- Vätskeflöde på varma och kalla sidan $\pm 2 \%$
- Inkommande vätsketemperaturer på varma och kalla sidan $\pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$

Före provet gick värmepumparna stabilt i 20 minuter, varefter mätningarna utfördes under 15 minuter, med avläsningar varannan minut. Stabiliteten övervakades kontinuerligt med hjälp av skrivare.

Under mätningarna registrerades följande data:

- temperatur köldbärare in
- temperatur köldbärare ut
- temperatur värmebärare in
- temperatur värmebärare ut
- flöde värmebärare
- förbrukad eleffekt, kompressormotorer

Följande mätutrustning användes:

o Temperaturer

Kalibrerad temperaturmätare av fabrikat Systemteknik typ Sl224 s/n 4790 med selektorlåda Sl203 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

Vinghjulsmätare av fabrikat Svensk Värmemätning. Onoggrannheten vid det aktuella flödet var $< 2 \%$.

o Eleffekter

Eleffekterna bestämdes med hjälp av elmätare klass 2 av fabrikat Asea Skandia.

Med hänsyn till ovanstående onoggrannheter hos givare har totala onoggrannheten bestämts enligt följande:

- värmeeffekt $< 3 \%$
- eleffekt $< 2 \%$
- värmefaktor $< 3,6 \%$

Resultat värmepump 1

Fabrikat TETAB typ 18 L med köldmedium R22.

Köldbärartemperatur, till förångare	6,5 °C
Köldbärartemperatur, från förångare	2,8 °C
Värmebärartemperatur, till kondensor	44,6 °C
Värmebärartemperatur, från kondensor	55,4 °C
Värmebärarflöde	3,00 l/s
Avgiven värmeeffekt	133 kW
Förbrukad eleffekt, kompressor	44,0 kW
Värmefaktor, COPk	3,03

Med hänsyn tagen till mätonoggrannheten fås:

- Avgiven värmeeffekt	133 ± 4 kW
- Värmefaktor, COPk	3,03 ± 0,11

Enligt TETAB:s kapacitetsdiagram erhålls vid samma driftsförhållanden som ovan:

- Avgiven värmeeffekt	139 kW
- Värmefaktor, COPk	3,10

Resultat värmepump 2

Fabrikat TETAB typ 18 L med köldmedium R22.

Köldbärartemperatur, till förångare	5,0 °C
Köldbärartemperatur, från förångare	2,8 °C
Värmebärartemperatur, till kondensor	49,4 °C
Värmebärartemperatur, från kondensor	55,4 °C
Värmebärarflöde	4,8 l/s
Avgiven värmeeffekt	119 kW
Förbrukad eleffekt, kompressor	42,8 kW
Värmefaktor, COPk	2,78

Med hänsyn tagen till mätonoggrannheten fås:

- Avgiven värmeeffekt	119 ± 4 kW
- Värmefaktor, COPk	2,78 ± 0,10

Enligt TETAB:s kapacitetsdiagram erhålls vid samma driftsförhållande

- Avgiven värmeeffekt	133 kW
- Värmefaktor COPk	3,0

Resultat värmepump 3

Fabrikat TETAB typ 18 L med köldmedium R500.

Köldbärartemperatur, till förångare	5,0 °C
Köldbärartemperatur, från förångare	2,5 °C
Värmebärartemperatur, till kondensor	55,4 °C
Värmebärartemperatur, från kondensor	59,4 °C
Värmebärarflöde	4,8 l/s
Avgiven värmeeffekt	80,6 kW
Förbrukad eleffekt, kompressor	30,7 kW
Värmefaktor, COPk	2,62

Med hänsyn tagen till mätonoggrannheten fås:

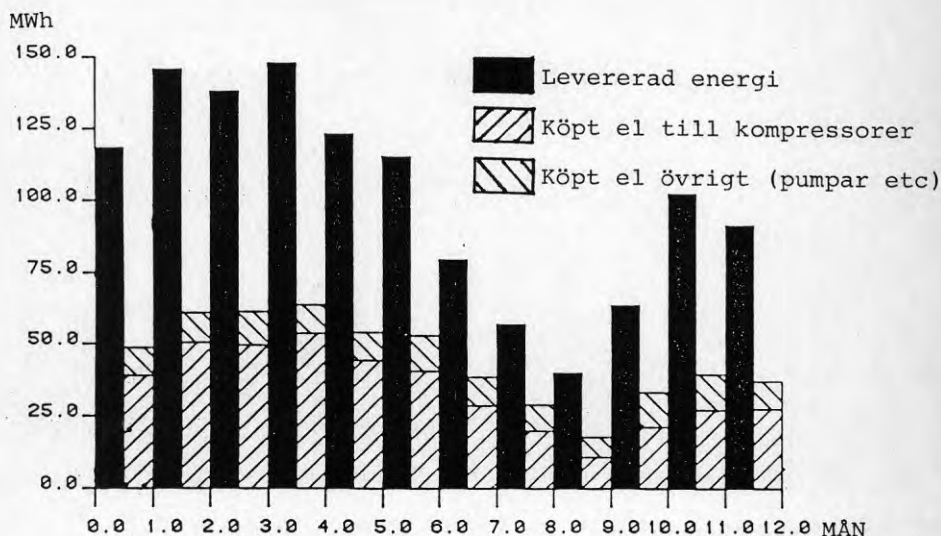
- Avgiven värmeeffekt	80,6 ± 2,5 kW
- Värmefaktor, COPk	2,62 ± 0,10

Enligt TETAB:s kapacitetsdiagram erhålls vid samma driftsförhållanden som ovan:

- Avgiven värmeeffekt	90 kW
- Värmefaktor COPk	2,8

4.2 Energileveranser

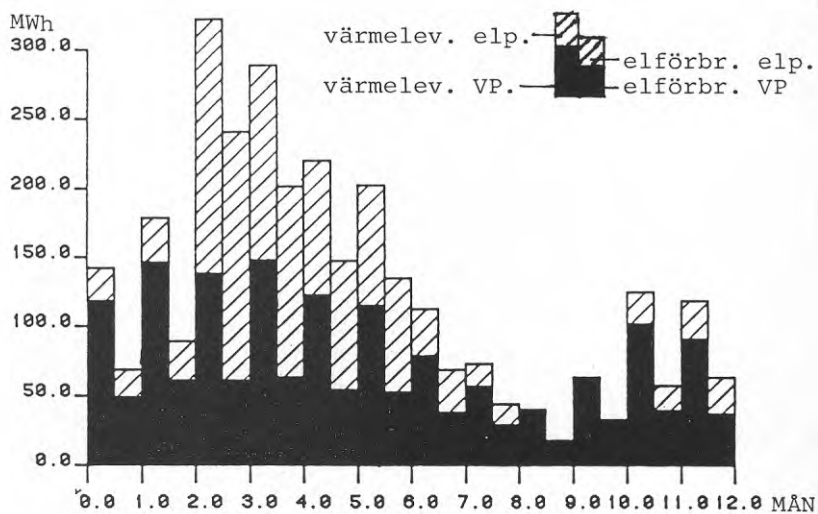
Värmepumparna har under mätåret, november -84 till och med oktober -85, producerat 1 223 MWh till kulvertssystemet. För driften av värmepumparna har 539 MWh elenergi förbrukats, varav 415 MWh till enbart kompressormotorerna.



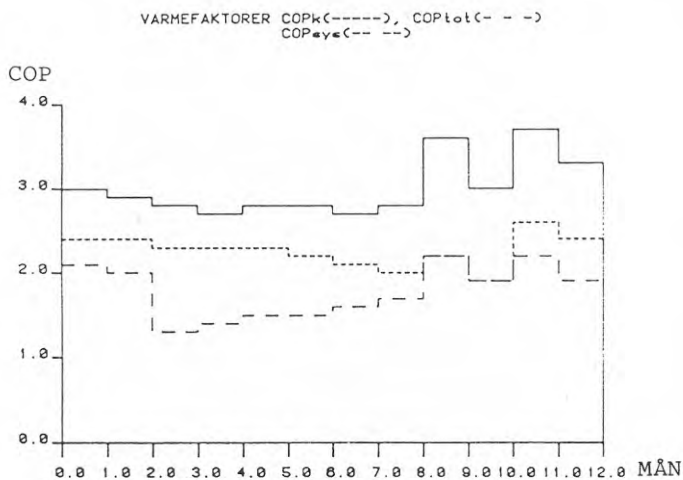
Figur 4.1. Månadsmedelvärden av levererad värme och köpt el för värmepumparna.

Värmepumpanläggningens årsvärmefaktor blir därför 2,9 med hänsyn enbart till kompressormotorernas elförbrukning och 2,3 då totala elförbrukningen medräknas. Över månaderna har värmefaktorn varierat mellan 3,7 (resp 2,6) och 2,7 (resp 1,9).

Totala värmeleveransen från värmecentralen uppgick till 1 889 MWh under mätåret. För driften av värmecentralen till värmepumpar, elpannor, cirkulationspumpar m m, köptes under samma period 1 169 MWh el. Anläggningens totala värmefaktor över mätåret blir därför 1,6 med en variation mellan 2,2 och 1,3 för månadsvärdena.



Figur 4.2. Totalt levererad värme respektive köpt el för hela värmecentralen.

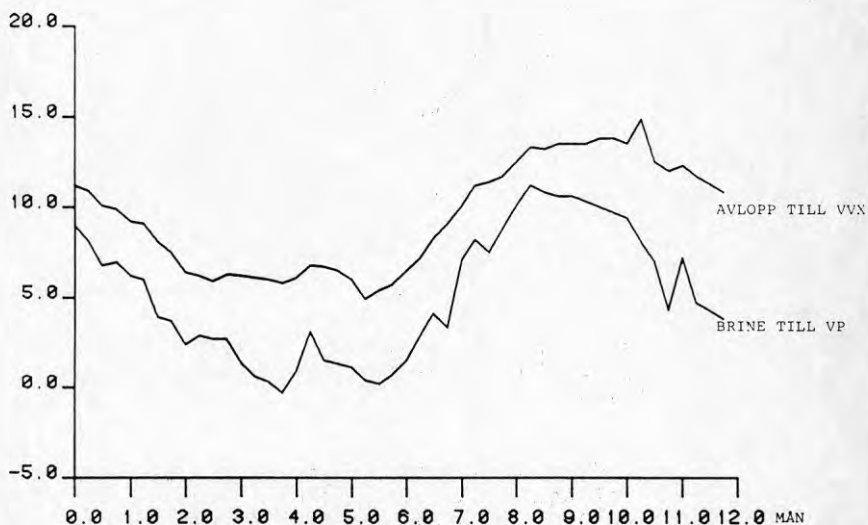


Figur 4.3. Värmefaktorer.

4.3 Driftförhållanden och anläggningens funktion

Under mätåret har temperaturen på avloppsvattnet in till värmecentralen varierat mellan 5 och 16 °C (vecko-medelvärde). De lägsta temperaturerna, mellan 5 och 6 °C, förekommer i april månad i samband med snösmältningen. Under vintermånaderna januari, februari och mars ligger temperaturen mellan 6 och 7 °C med tillfälligtvis någon grad lägre i samband med töväder.

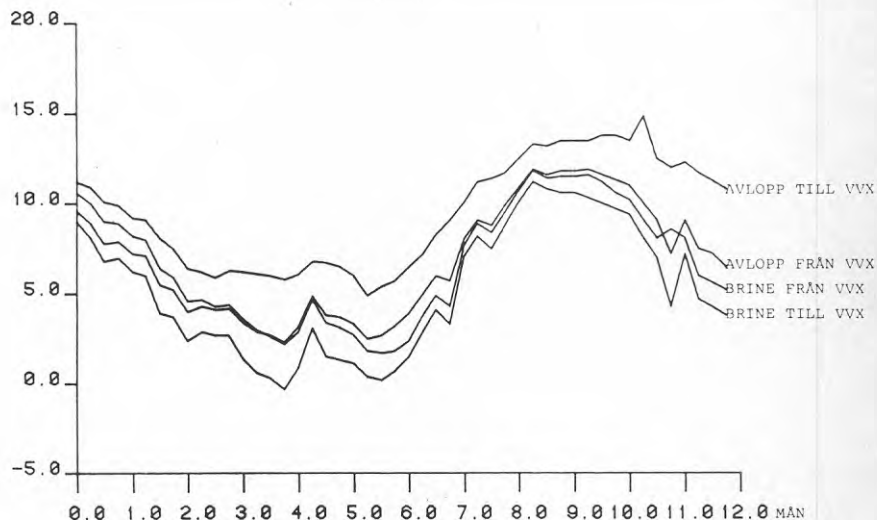
GRAD C



Figur 4.4. Inkommande temperatur på avloppsvatten och vatten/glykolblandning (månadsmedelvärden).

Inkommande temperatur på vatten/glykolvätskan till värmepumparna har legat ca 3 till 5 °C lägre än avloppsvattnet, där variationer bland annat beror på värmepumparnas belastning. Genom värmepumparnas förångare kyls glykolvätskan ca 1 till 2 °C, vilket medförde att temperaturen ut från värmepumpen under t ex april var ca 0 °C. Avloppsvattnet kyls mellan 2 och 3 °C och lägsta returtemperaturen förekom också under april månad, då temperaturer ner till 2 °C förekom.

GRAD C

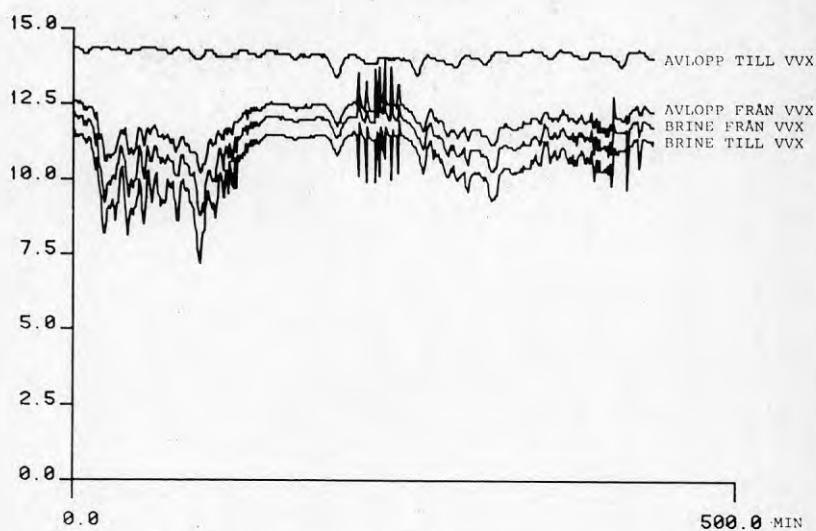


Figur 4.5. Temperatur på avloppsvatten före och efter värmväxlare samt vatten/glykolvätskan före och efter förångare.

I slutet av augusti 1985 genomfördes en intensivmätning i anläggningen. Mätningarna pågick i drygt två dygn och utfördes med hjälp av datalogger, varvid bland annat temperaturer på olika ställen i systemet insamlades.

I figur 4.6 och 4.8 redovisas temperaturförhållandena på värmepumparnas kalla sida. Det inkommande avloppsvattnet från reningsverket har i båda fallen en temperatur på ca 14,5 °C. Den 21 augusti höll det utgående avloppsvattnet en temperatur av ca 12,5 °C under låglastperioder, medan då belastningen var något högre temperaturen sjönk till ca 11-11,5 °C. Värmepumparnas värmebärartemperaturer framgår av figur 4.7. Värmepump 3 har varit i drift hela perioden och levererat en utgående värmebärartemperatur av ca 60 °C. I mitten av perioden steg temperaturen under några timmar till omkring 65 °C. Värmepump 1 har varit i drift endast under några kortare perioder i början av perioden. Returen från fjärrvärmenätet låg i början av perioden på ca 45 °C och steg efter hand upp till 55 °C för att sedan åter sjunka till ca 50 °C.

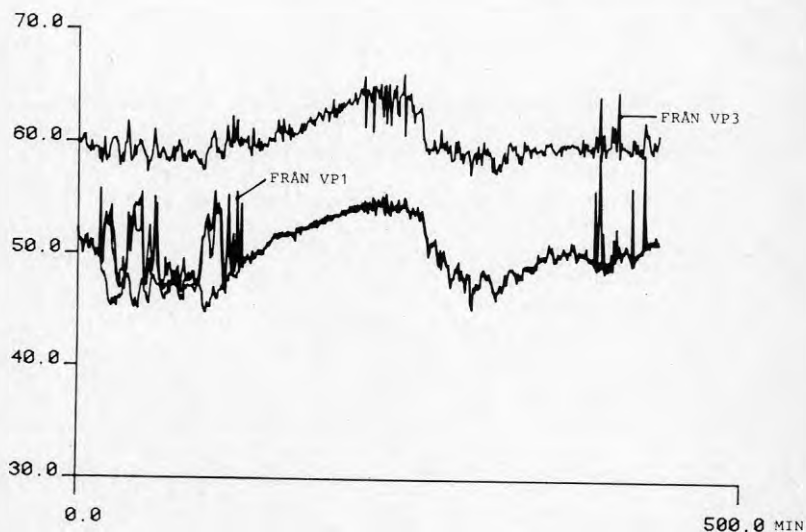
GRAD C



Figur 4.6. Värmepumparnas köldbärarterperaturer (3-minutersvärden).

GRAD C

VARMEBÄRARTEMPERATUR VARMEPUMPAR
850821



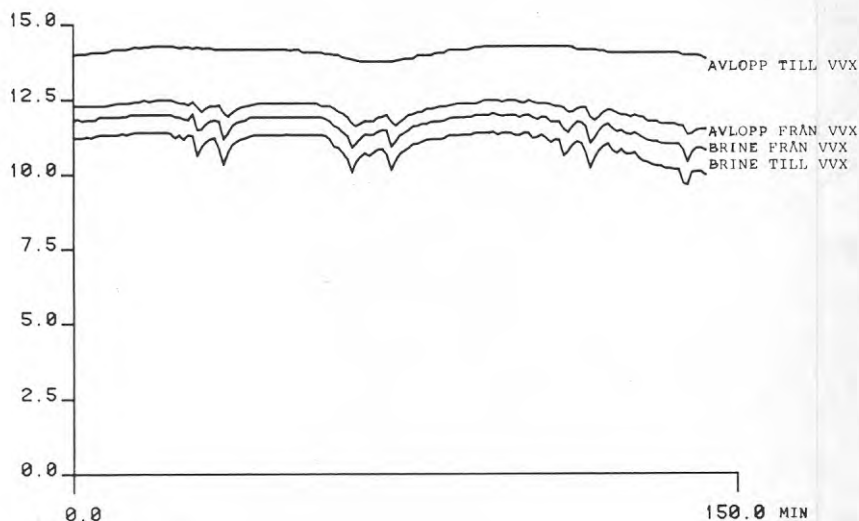
Figur 4.7. Värmepumparnas värmebärarterperaturer (3-minutersvärden).

I figur 4.9 visas köldbärartemperaturerna den 22 augusti baserade på mätningar var 15:e sekund. Under denna mätperiod utnyttjades en fyra minuters period med relativt stabila förhållanden för att beräkna värmeväxlarens temperaturverkningsgrad. I tabellen nedan visas medelvärden under fyraminutersperioden.

Avlopp, till vvx	14,2 °C
Avlopp, från vvx	12,4 °C
Brine, till vvx	11,3 °C
Brine, från vvx	11,9 °C

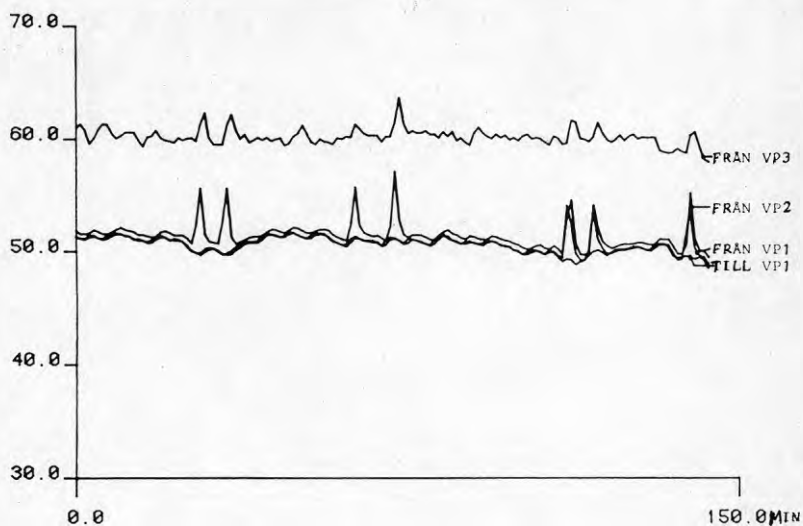
Med ovanstående temperaturer blir värmeväxlarens verkningsgrad $\eta = (11,9 - 11,3) / (14,2 - 11,3) = 21 \%$.

GRAD C



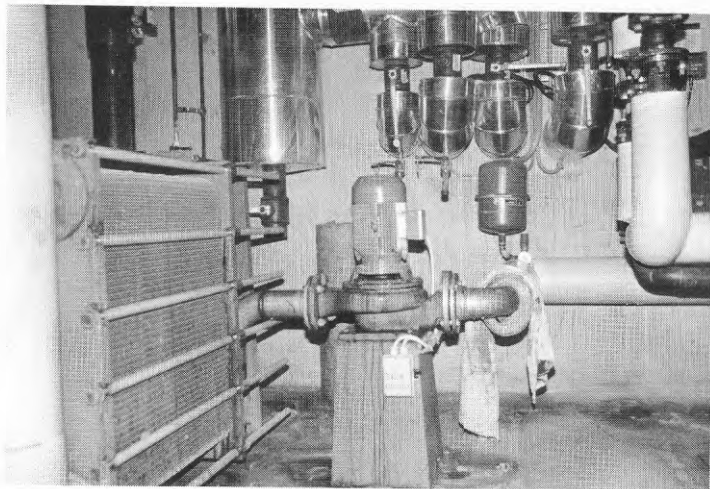
Figur 4.8. Värmepumparnas köldbärartemperaturer.

GRAD C VARMEBARARTEMPERATUR VARMEPUMPAR
850822



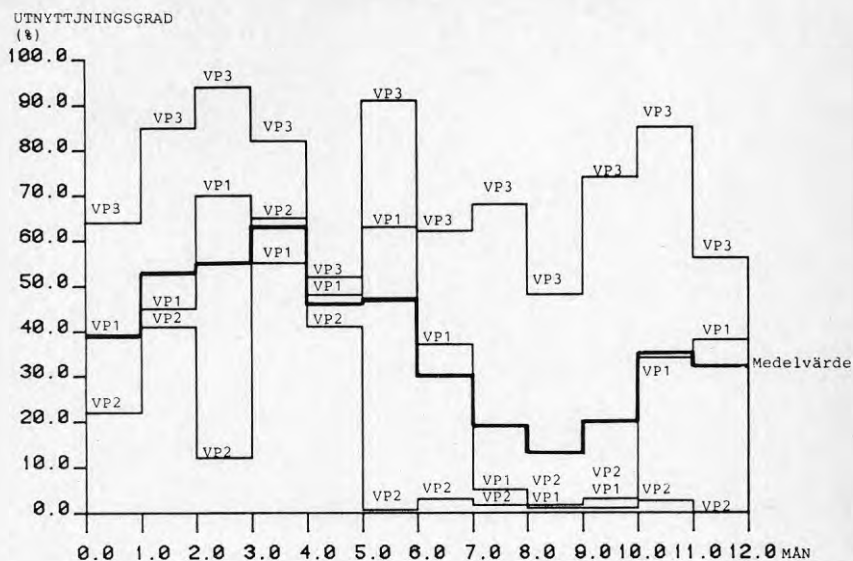
Figur 4.9. Värmepumparnas värmebärartemperaturer.

Som framgår av figur 4.9, där värmebärartemperaturerna visas, har i stort sett enbart värmepump 3 varit i drift. Värmepump 2 har haft sju stycken starter med mycket kort drifttid, vilket framgår av de sju topparna i figur 4.7. Utgående värmebärartemperatur från värmepump 3 har under perioden pendlat omkring 60 °C. Fjärrvärmensätets returtemperatur var samtidigt strax över 50 °C.



Figur 4.10. Foto av avloppsvärmeväxlare.

I figur 4.11 visas respektive värmepumps samt hela värmepumpanläggningens utnyttjningsgrad. Denna har beräknats med hjälp av TETABs kapacitetsdiagram samt erhållna mätvärden. Som framgår av diagrammet har hela värmepumpanläggningen inte någon månad utnyttjats till 100 % utan enbart till ca 65 % av sin maximala kapacitet.



Figur 4.11. Värmepumparnas utnyttjningsgrad.

Totalt under mätåret har värmepumparna utnyttjats till ca 35 %, varav 35 % för värmepump 1, 15 % för värmepump 2 och 70 % för värmepump 3.

Orsakerna till det låga utnyttjandet är bland annat för höga returtemperaturer och problem med värmepumparnas teglerutrustning. Sekvensstyrningen av värmepumparna har aldrig blivit korrekt injusterad, vilket fått till följd att värmepumparna ständigt har löst ut på högtryckspressostaterna. Problemet har varit störst med värmepump 2, som ligger i serie efter värmepump 1 och innehåller köldmediet R22.

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 811273-1
från Statens råd för byggnadsforskning till Statens
Provningsanstalt, Borås.**

R12: 1987

ISBN 91-540-4694-7

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6707012

**Abonnemangsgrupp:
Ingår ej i abonnemang**

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

Cirkapris: 30 kr exkl moms