
Rapport SGC 033

**ENERGIUPPFÖLJNING AV GASELDAD
PANNCENTRAL I KVARTERET
MALÖRTEN, TRELLEBORG**

Theodor Blom

Sydkraft AB

Januari 1993



Rapport SGC 033
ISSN 1102-7371
ISRN SGC-R--33--SE

Rapport SGC 033

**ENERGIUPPFÖLJNING AV GASELDAD
PANNCENTRAL I KVARTERET
MALÖRTEN, TRELLEBORG**

Theodor Blom

Sydkraft AB

Januari 1993

Sammanfattning

Kvarteret Malörten i Trelleborg, som ägs av AB Trelleborgshem, består av 225 lägenheter med totalytan 16 800 m².

Bostadsområdets panncentral, som tidigare var oljeeldad, konverterades 1985 till gasol genom en sk förtida inkoppling. 1986 skedde en övergång till naturgas och 1989 byggdes panncentralen om så att två nya naturgaseldade pannor med avgaskondensorer installerades.

Före 1989 var panncentralen försedd med tre parallellkopplade, konverterade oljepannor från 1970, vardera på 280 kW. I samband med övergången till gasol 1985 försågs två av dessa pannor med rökgaskylare som sänkte rökgastemperaturen från 290 °C, vid oljeeldning, till 150 °C vid gasoeldning.

Den normalårskorrigerade energiförbrukningen under oljeeldnings- resp gasoeldningsperioden var 4 064 MWh/år resp 3 507 MWh/år, dvs en minskning med 14 % efter övergången till gasol.

Vid ombyggnaden 1989 installerades två nya naturgaseldade pannor av fabrikat Remeha med märkeffekterna 1 083 resp 496 kW. Vardera pannan försågs med Weishauptbrännare och kondensavgaskylare också av fabrikat Remeha. Avgaserna kyls i dessa till 45 - 55 °C. Värmen från kondensavgaskylarna går i första hand till att ladda upp tre tappvarmvattenackumulatorer på vardera 500 liter, till en temperatur av 55 °C. I andra hand används värmen till att förvärma inkommande returvatten innan det går till pannorna.

Under 1990 gjordes en noggrann utvärdering av panncentralens prestanda. Anläggningens periodverkningsgrad bestämdes separat för pannor och avgaskondensorer under ett år. Från dessa beräknades sedan årsverkningsgraden för pannor resp avgaskondensorer enligt tabell nedan.

Provperiod	1990-01-31--1991-02-01
Gasförbrukning	2 583,57 MWh
Normalårskorr gasförbrukning	3 122 MWh
Värmeleverans pannor	2 324,71 MWh
Värmeleverans avgaskondensorer	201,55 MWh
Årsverkningsgrad pannor	90,0 %
Årsverkningsgrad avgaskondensering	7,8 %
Anläggningens totala årsverkningsgrad	97,8 %

Utgående från investeringen i panncentralen 1989, 810 KSEK, den normalårskorrigerade energianvändningen 1990, 3 122 MWh/år, energianvändningen med oljedrift 1983, 4 064 MWh/år, samt ett naturgaspris på 250 kr/MWh kan en rak pay off-tid för investeringen beräknas till 3,4 år.

INNEHÅLL

	<u>Sid</u>	
0	Sammanfattning	
1	Inledning	1
2	Oljedrift före 1985	1
3	Gasoldrift 1985--1986	1
4	Naturgasdrift 1986--1989	2
5	Naturgasdrift fr o m 1989	3
	5.1 Anläggningsbeskrivning	3
	5.2 Mätning, utvärdering	5
	5.2.1 Mätutrustning	5
	5.2.2 Kalibrering av mätutrustning	5
	5.2.3 Genomförande	6
	5.2.4 Mätresultat, utvärdering	6
	5.3 Drifterfarenheter	13
6	Diskussion, slutsatser	13
7	Referenser	13
 Bilagor		
1	Specifikation av använd mätutrustning 1990-01-31- -1991-02-01	
2	Veckovisa mätvärden gasförbrukning och värme- mängder. Beräknade periodverkningsgrader	
3	Stickprovsvärden pannverkningsgrader, brännarinställningar m m	
4	Jämförelse mellan verkningsgrader från kondensat- och värmemängdsmätning	

Energiuppföljning av gaseldad panncentral i kvarteret Malörten, Trelleborg

1 Inledning

Kvarteret Malörten i Trelleborg, som färdigställdes mellan 1969 och 1971, består av 225 lägenheter med en totalyta av 16 800 m². Ägare till bostadsområdet är AB Trelleborgshem, ett allmännyttigt bostadsföretag som förvaltar mer än 1 700 lägenheter.

Bostadsområdets panncentral, som tidigare var oljeeldad, konverterades 1985 till gas. Anläggningen utfördes som en s k förtida inkoppling med gasol i väntan på naturgas. Under 1986 skedde övergång till naturgas.

Ombyggnaden från olja till dagens drift med naturgas har skett i tre steg:

1. Övergång från olja till gasol drift 1985
2. Övergång från gasol till naturgas 1986
3. Ny panncentral för naturgas 1989

Den mest genomgripande ombyggnaden genomfördes 1989, då anläggningen redan varit i drift med naturgas under ca tre år. Det är också den senaste ombyggnaden som denna rapport lägger huvudvikten vid. Dock beskrivs kort de övriga ombyggnaderna 1985 och 1986 samt de förändringar i energiförbrukning m m som dessa medförde.

Huvudmaterialet till denna rapport har lämnats av Theodor Blom, Sydkraft AB. Underlaget har därefter bearbetats och sammanställts till en rapport av Lars Nilsson, Sydgas AB samt Per-Arne Persson, Svenskt Gastekniskt Center AB.

2 Oljedrift före 1985

Vid driftstarten 1970, i det då nybyggda bostadsområdet, bestod anläggningen av tre parallellkopplade oljepannor, vardera med bränsleeffekten 280 kW. Røkgastemperaturen ut från pannorna var 290 °C. Energiförbrukningen vid oljedrift uppmättes 1983 till 4 064 MWh/år (normalårskorrigerad förbrukning). Pannanläggningens verkningsgrad var låg. Vidare hade den installerade effekten, totalt 840 kW, visat sig vara för låg, vilket gjort att man installerat en elpanna ute i värmedistributionsnätet.

Oljeförbrukningen under kalenderåret 1983 har lagts in månad för månad i diagrammet, fig 2.1. Fördelningen över månader har gjorts utifrån den totala årsförbrukningen och med erfarenhetsvärden som bas. Förbrukningen har också korrigerats till ett normalår med hjälp av graddagar.

3 Gasol drift 1985-1986

Panncentralen konverterades till gas 1985. Eftersom det skulle dröja ytterligare ca ett år innan naturgas skulle vara tillgänglig vid Malörten skedde konverteringen som en s k förtida inkoppling, dvs gasol användes som bränsle under mellantiden. En separat gasoltank installerades i anslutning till panncentralen. Oljebrännarna byttes till tvåstegs gasbrännare på samtliga pannor. Dessutom försågs två av pannorna med røkgaskylare, varvid røkgastemperaturen kunde sänkas från 290 °C till 150 °C på dessa två pannor.

Styrutrustningen för de tre pannorna var av enkel, traditionell modell där den gemensamma framledningstemperaturen styrde pannorna.

Av schemat i fig 3.1 framgår panncentralens koppling efter konverteringen till gasol 1985.

I samma diagram, fig 2.1, som visar årsfördelningen av oljeförbrukningen före konverteringen, har den verkliga gasförbrukningen, uttryckt i MWh/mån, avsatts. Även i gasfallet är förbrukningen graddagskorrigerad till ett normalår.

Av diagrammet framgår att den verkliga gasförbrukningen under sommarmånaderna var högre än den teoretiskt fördelade oljeförbrukningen. Detta tyder på att förlusterna i kulvertnät och panncentral var större än vad de normalt borde vara.

En jämförelse mellan de normalårskorrigerade energiförbrukningarna vid oljedrift resp gasol drift visar följande resultat:

Oljedrift 1983, energiförbrukning: 4 064 MWh/år
Gasol drift 1985, energiförbrukning: 3 507 MWh/år

Dessa värden visar att man fick en minskad energiförbrukning med ca 14 %. Denna förbättring var dock mindre än förväntad med tanke på panncentralens dåliga kondition under oljeeldningsperioden.

4 Naturgasdrift 1986--1989

Under 1986 inkopplades centralen på naturgas. Med anledning av de förbrukningsdata, som kom fram vid jämförelsen mellan olje- och gasol drift (se avsnitt 3), beslöt man att vidta en del åtgärder i panncentral och värmesystem för att få ned förbrukningen.

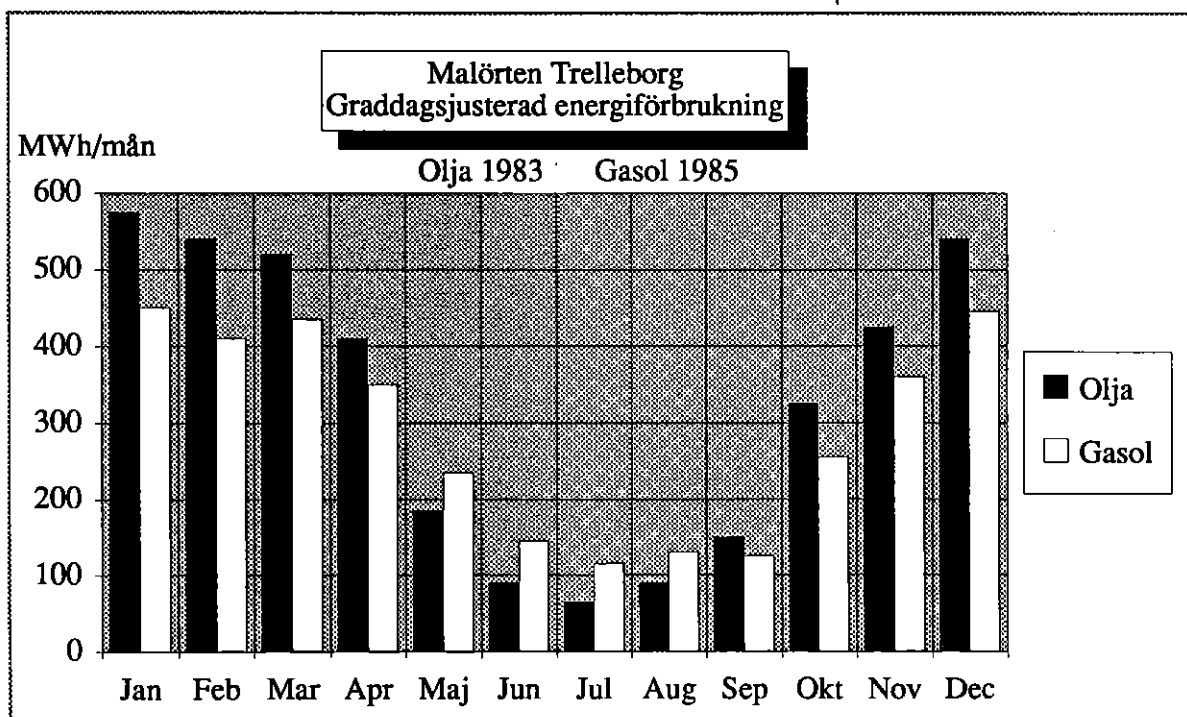


Fig 2.1 Energiförbrukning kvarteret Malörten, Trelleborg

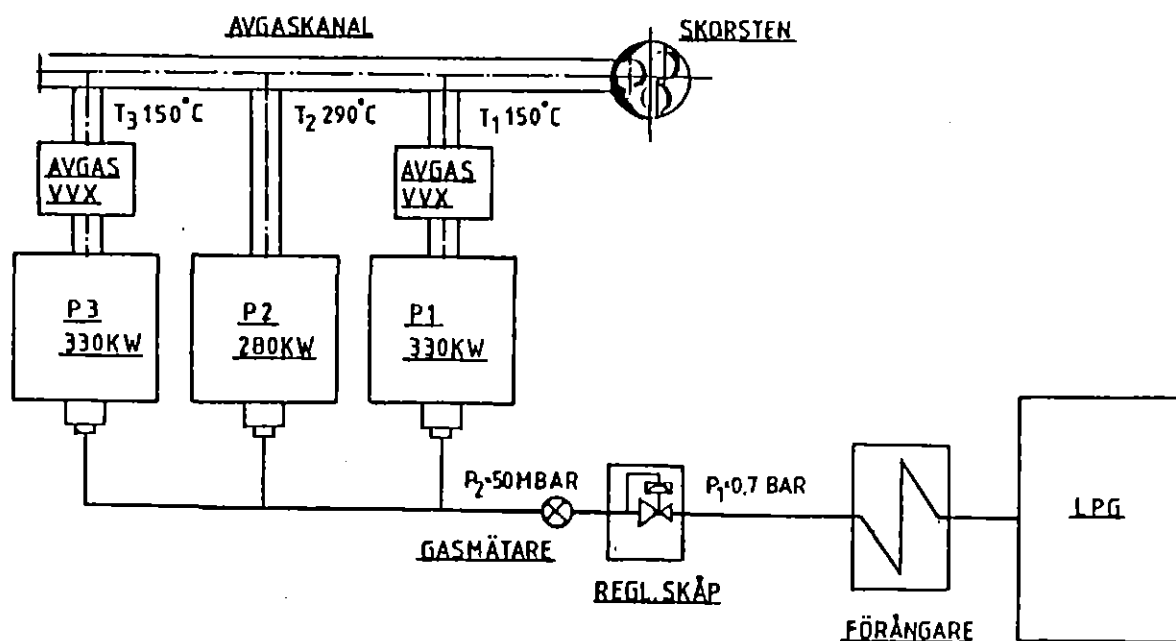


Fig 3.1 Panncentralen Malörten efter konvertering till gasol 1985

De åtgärder man vidtog hade som mål att sänka temperaturen på kulvertvattnet från panncentralen. För att åstadkomma detta installerades en shunt i kulvertsystemet, se fig 4.1. Samtidigt måste man byta ut aerotemperaturar, som var placerade i fastigheternas torkrum. Dessa aerotemperaturar krävde hög temperatur på vattnet för att fungera. I stället installerade man eldrivna luftavfuktare.

5 Naturgasdrift fr o m 1989

Med de resultat, som redovisats ovan som underlag, beslöt Trelleborgshem 1989 att satsa på en större ombyggnad av pannanläggningen för att få den så effektiv som möjligt. Pannor och brännare byttes ut, kondensavgaskylare och varmvattenackumulatörer installerades.

Under 1989 byggdes bostadsområdet Malörten också ut med 500 m² uppvärmda lokaler till totalytan 16 800 m².

5.1 Anläggningsbeskrivning

I slutet av 1989 ersattes de tre äldre naturgaseldade oljepannorna med två nya värme pannor avsedda enbart för naturgaseldning.

Pannorna med sin brännarutrustning specificeras i tabell 5.1 nedan.

	Panna A	Panna B
Fabrikat	Remeha OD 15 A-11	Remeha OD 14 A-11
Märkeffekt kW	1 083	496
Tillverkningsår	1989	1989
Brännarfabrikat	Weishaupt G7/1-D	Weishaupt G3/1-E
Märkeff. brännare kW	300 - 1 750	90 - 680
Injusterad effekt kW	363 - 990	161 - 432

Tabell 5.1 Pannor och brännare Malörten 1989

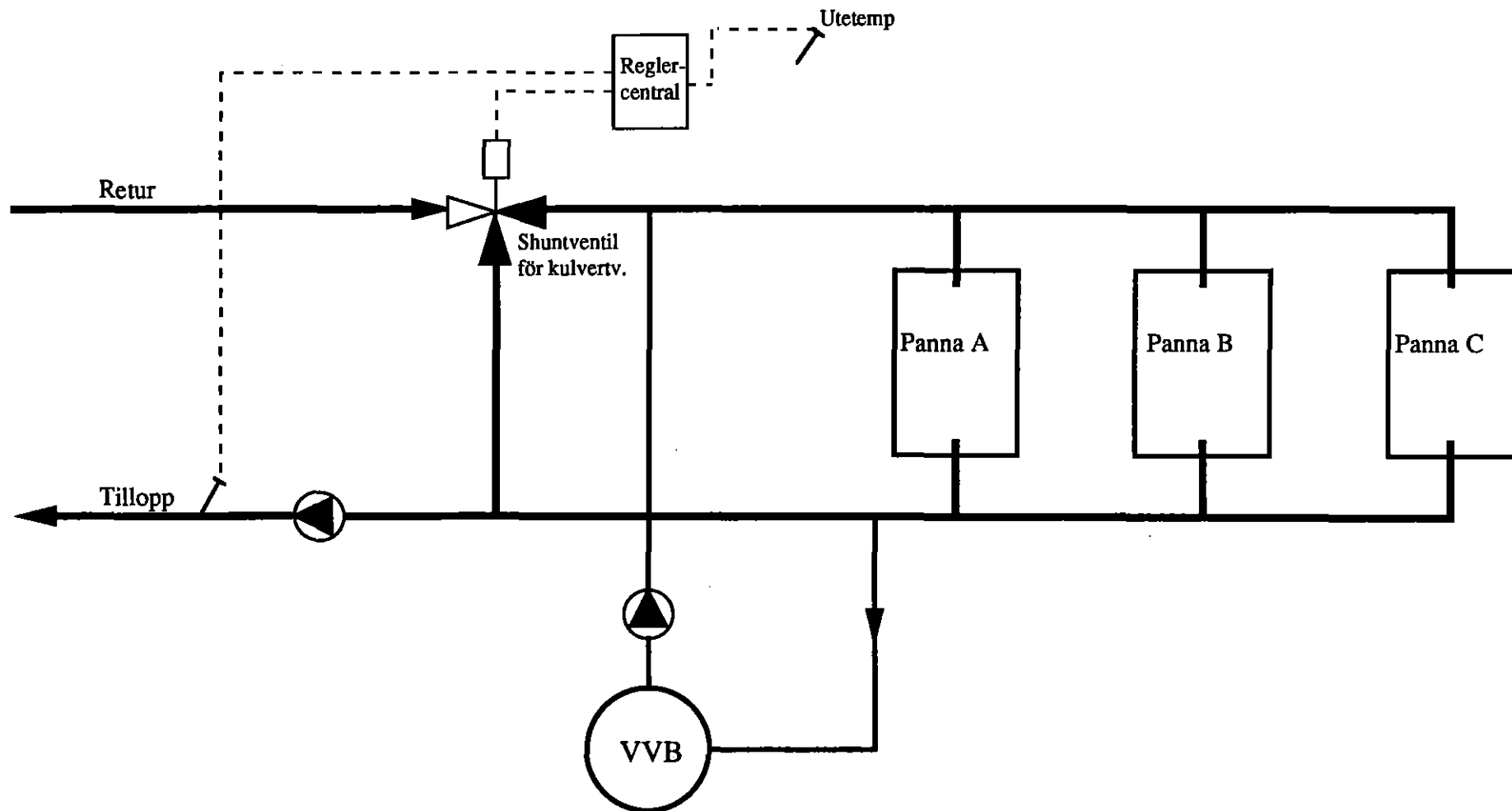


Fig 4.1 Principschema för inkoppling av shunt vid naturgasdrift 1986

Systemets principutförning framgår dels av den förenklade skissen i fig 5.1.1, dels av det mer detaljerade principschemat i fig 5.1.2.

Efter pannorna är kondensavgaskylare av fabrikat Remeha installerade. Avgaskylarnas värmeväxlardelar är utförda i aluminium och uppbyggda av flänsrör. Ytan är behandlad för att skydda mot korrosion. Efter avgaskylarna håller avgaserna en temperatur mellan 45 och 55 °C.

Vattnet som leds in i kylarna är detsamma som pannvattnet. Blivande tappvarmvatten värms i en plattvärmeväxlare och ackumuleras i fyra stycken värmeackumulatörer vardera med volymen 500 liter. När dessa är laddade till 55 °C övergår avgaskylarna till att förvärma pannornas returvatten.

I botten på kondensavgaskylarna finns kondensatuppsamlare, som via en hävert leder kondensatet till närmaste avlopp. Någon behandling av kondensatet är inte nödvändig.

Komforten i fastigheterna har blivit högre genom att regleringen har förbättrats och tappvarmvattenkretsen fått större kapacitet.

5.2 Mätning, utvärdering

Installatören, Calor VVS, och Trelleborgshem tog efter ombyggnaden kontakt med Sydgas och föreslog ett samarbete kring en utvärdering av anläggningen.

En överenskommelse gjordes där Sydgas bekostade utvärdering och rapportering. Installatören bekostade installation av mätutrustning och Trelleborgshem stod för tillsyn och löpande avläsningar. Sydskraft har också deltagit på uppdrag av Sydgas.

Mätningarna genomfördes under tiden 90-01-31 t o m 91-02-01 så att anläggningens periodverkningsgrader kunde bestämmas under ett helt år.

5.2.1 Mätutrustning

För att kunna bestämma periodverkningsgraderna under mätperioden användes mätare för gasflödet till pannorna samt värmemängdsmätare för avgiven energi från pannorna och från avgaskondensatorerna.

En befintlig värmemängdsmätare användes för att mäta pannornas energileverans till värmesystemet medan en separat mätare installerades under mätperioden för avgaskondensatorerna. Inkopplingen av mätarna framgår av fig 5.2.1.

I bilaga 1 specificeras den använda mätutrustningen.

5.2.2 Kalibrering av mätutrustning

I referens 1 redovisas i detalj resultaten av kalibreringar av värmemängdsmätarna utförda såväl före som efter mätperioden. Resultaten kan sammanfattas enligt följande:

För värmemängdsmätare 1, till kondensavgaskylarna, visade sig medelfelet över året vara +0,3 %, dvs avläst mätvärde minskas med 0,3 %. Vidare skall avläst förbrukning under november 1990 ökas med 3 %.

Värmemängdsmätare 2, till pannorna, har ett medelfel över året på -3,1 %, dvs avläst mätvärde ökas med 3,1 %. Ser man på de enskilda månaderna varierar mätfelet för mätare 2 från knappt 3 % under vintern upp till ca 5 % under sommarmånaderna.

Enligt referens 2 har gasmätaren ett medelfel på +1,3 %, dvs avläst mätvärde minskas med 1,3 %.

5.2.3 Genomförande

Under mätperioden genomfördes avläsningar vecko- och månadsvis. Samtliga mätare var försedda med skrivare.

Trelleborgshem svarade för de veckovisa, manuella avläsningarna och Sydkraft för de månadsvisa.

Vid varje mättillfälle avlästes följande värden:

- Datum, klockslag
- Gasförbrukning i normalkubikmeter
- Drifttider på brännarna
- Avgastemperatur efter pannorna
- Avgastemperatur efter avgaskylarna
- Temperatur på vattnet i ackumulatorm
- Värmemängd

Under senare delen av provperioden installerades också mätning av kondensatmängden efter avgaskondensatorerna. Denna avlästes månadsvis.

5.2.4 Mätresultat, utvärdering

Som tidigare nämndes under avsnitt 5.2.2 genomfördes kalibrering av mätare före och efter provperioden. De konstaterade mätfelen användes för att beräkna verkliga gasflöden och värmemängder.

I referens 1 redovisas såväl de okorrigerade som de korrigerade, månadsvisa avläsningarna av värmemängderna från pannor respektive kondensavgaskylare.

De avlästa veckovisa värdena från gasmätare och värmemängdsmätare redovisas i bilaga 2, där också de olika avläsningarna och beräkningarna förklaras.

Utgående från dessa veckovisa avläsningar beräknas drifttider mellan avläsningstillfällena samt mätfelskorrigerade förbrukningssiffror. Från dessa förbrukningssiffror kan därefter periodverkningsgrader för pannor respektive avgaskondensatorer beräknas (bilaga 2). Dessa värden redovisas i samma bilaga. Periodverkningsgraderna och bränsleeffekt för panncentralen är därefter inplottade i diagrammen fig 5.2.4.1 respektive 5.2.4.2.

Under maj, juni och juli månad registrerade inte integreringsverket i värmemängdsmätare 1 för avgaskondensatorerna pulsarna från flödesmätaren. Värmeleveransen från kondensatorerna under denna tid är därför beräknad från avläst volym på flödesmätaren och temperaturdifferensen.

Den totala värmeleveransen från pannor respektive avgaskondensatorer samt gasförbrukning för hela provperioden framgår av tabell 5.2.4. Ur dessa värden kan den totala årsverkningsgraden för panncentralen beräknas till 97,8 %.

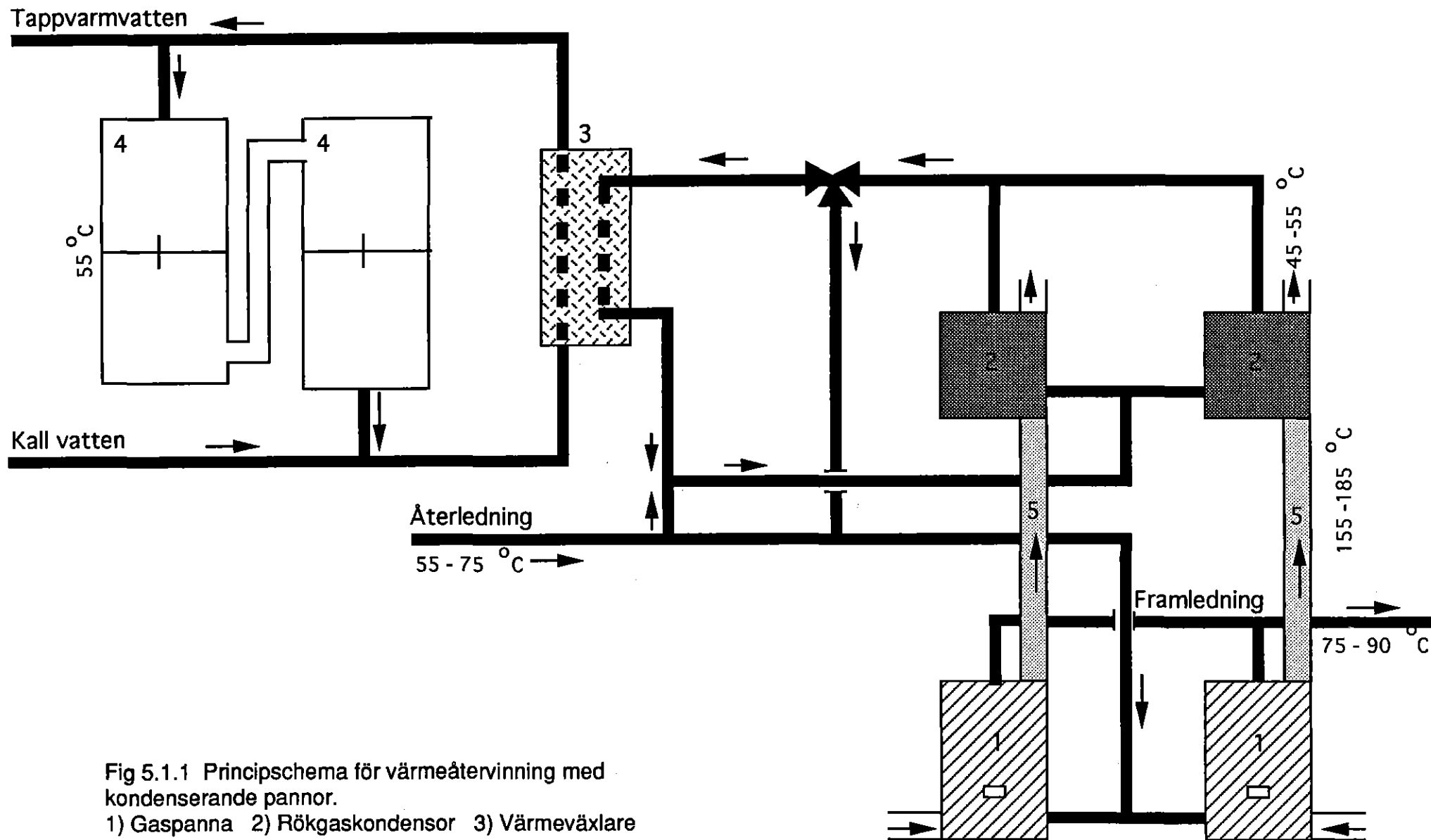
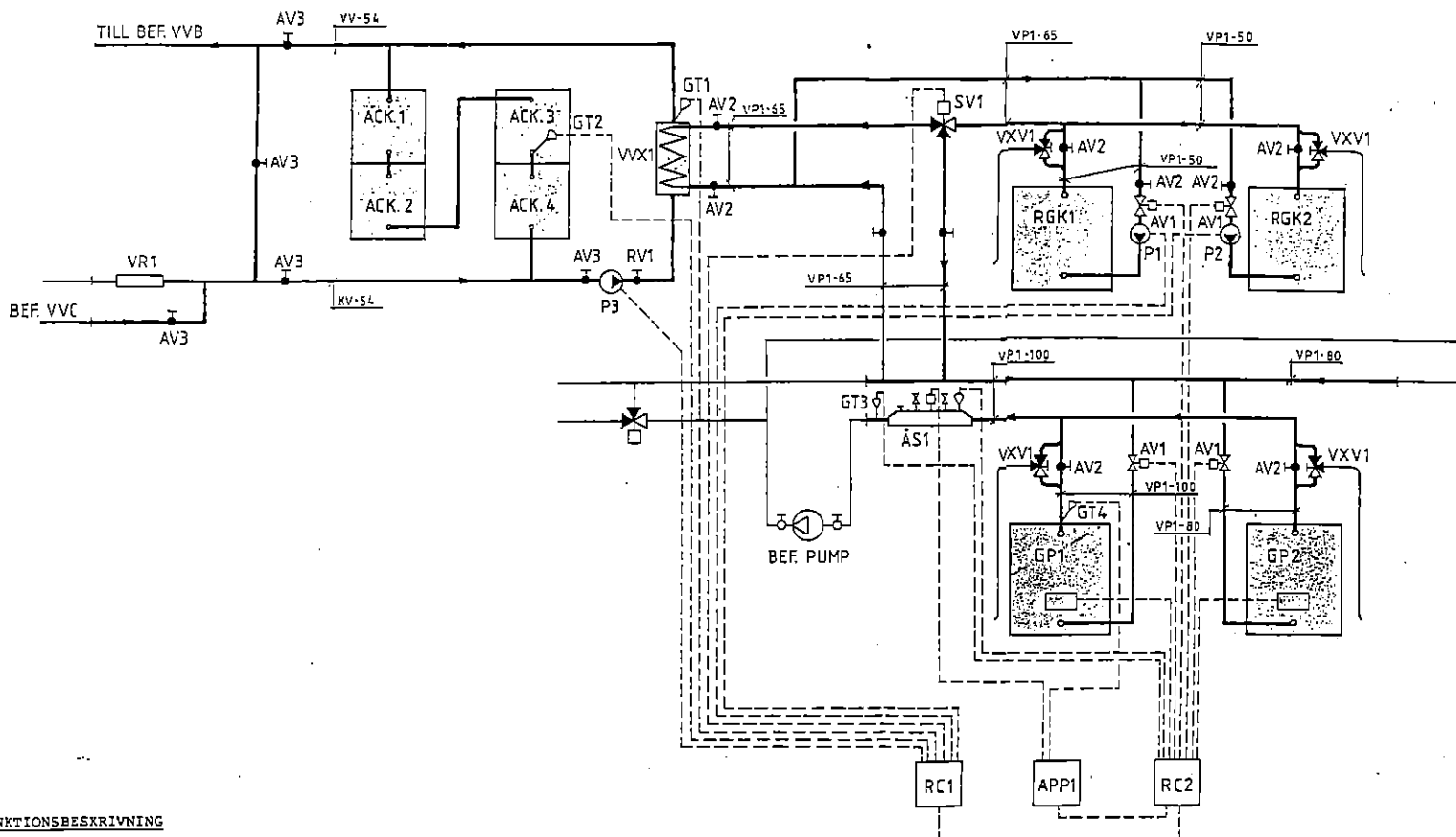


Fig 5.1.1 Principschema för värmeåtervinning med kondenserande pannor.
 1) Gaspanna 2) Rök-gaskondensor 3) Värmeväxlare
 4) Ackumulatortankar 5) Rök-gas



GP1	Gaspanna typ Remeha OD15A-11 med gasbrännare G7/1-2MD, 975 kW
GP2	Gaspanna typ Remeha OD14A-11 med gasbrännare G3/1-EZD, 441 kW
RGK1	Rökgaskylare typ ECO 15A-11
RGK2	Rökgaskylare typ ECO 14A-11
VVX1	Värmeväxlare, rostfri, fabr Zander & Ingeström typ P2 KV, 160 kW
P1	Cirkulationspump RGK1, fabr. Flygt typ AL 1053-044
P2	Cirkulationspump RGK2, fabr. Flygt typ AL 1040-125
P3	Laddningspump VV, fabr. Flygt typ ASV 26-2
ACK1-4	Akkumulatortank 500 l., fabr. Nibe typ AKIL-500
VR1	Ventilrör XV, komplett
AS1	Ångsamlingsrör, komplett
SV1	Styrventil, 3-vägs, fabr. Fagerberg
AV1	Avstängningsventil, motortrottelventil
AV2	Avstängningsventil, trottelventil
AV3	Avstängningsventil, tappvatten, kulventil
RV1	Reglerventil, tappvatten, TA:s STA-D
VXV1	Växelventil, fabr. AJ 3480-2V3
GT1	Framledninggivare, tappvatten
GT2	Temperaturgivare, tappvatten
GT3	Framledninggivare, hetvatten
GT4	Temperaturgivare, katastrofskydd
RC1	Reglercentral, tappvarmvattenberedning
RC2	Effektvälgjutarcentral, fabr. Micatrone
APP1	Apparatskåp, pannanläggning

RELATIONSRTNING

1989-10-16

FUNKTIONSBESKRIVNING

2 st Parallellkopplade värme pannor med fläktgasbrännare, dimensionerade för pannor. inkl. rökgaskylare, GP1 975 kW och GP2 441 kW, försörjer värmesystemet med hetvatten. Pannorna förses med nya avgaskanaler, \varnothing 175, av rostfri syrafast stålplåt till befintlig skorsten. Till pannorna levereras effektvälgjutarutrustning av fabr. Micatrone som styr brännare, pressostat och motortrottelventiler.

På vardera panna monteras 1 st rökgaskylare, RGK1 och RGK2. Värmevattnet från rökgaskylarna pumpas med P1 och P2 till värmeväxlare, VVX1, för temperaturhöjning av tappvatten, som med hjälp av laddningspump, P3, laddar 4 st ackumulatörer à 500 l.

Framledninggivare, GT1, styr via reglercentral, RC1, styrventil, SV1, så att inställd temperatur hålles i laddningskretsen samt startar och stoppar cirkulationspump, P1 och P2. Temperaturgivare, GT2, startar och stoppar laddningspump, P3.

När ackumulatörerna är laddade, 55°C, övergår rökgaskylarna att förvärma pannornas returtemperatur.

calor
VVS

HANDL. AV
B. DHLLSSON

MONSTR. AV
B. DHLLSSON

TRELLEBORG 1989-03-16

Anders Andersson

REG	ANT	REGISTRERINGEN ÅRSER	SIGN	DATUM
KV. MALÖRTEN TRELLEBORG				
PRINCIPSCHEMA FUNKTIONSBESKRIVNING				
SKALA	ARBETSNUMMER	RITNINGNUMMER	REG	
	3904-909	V50:1		

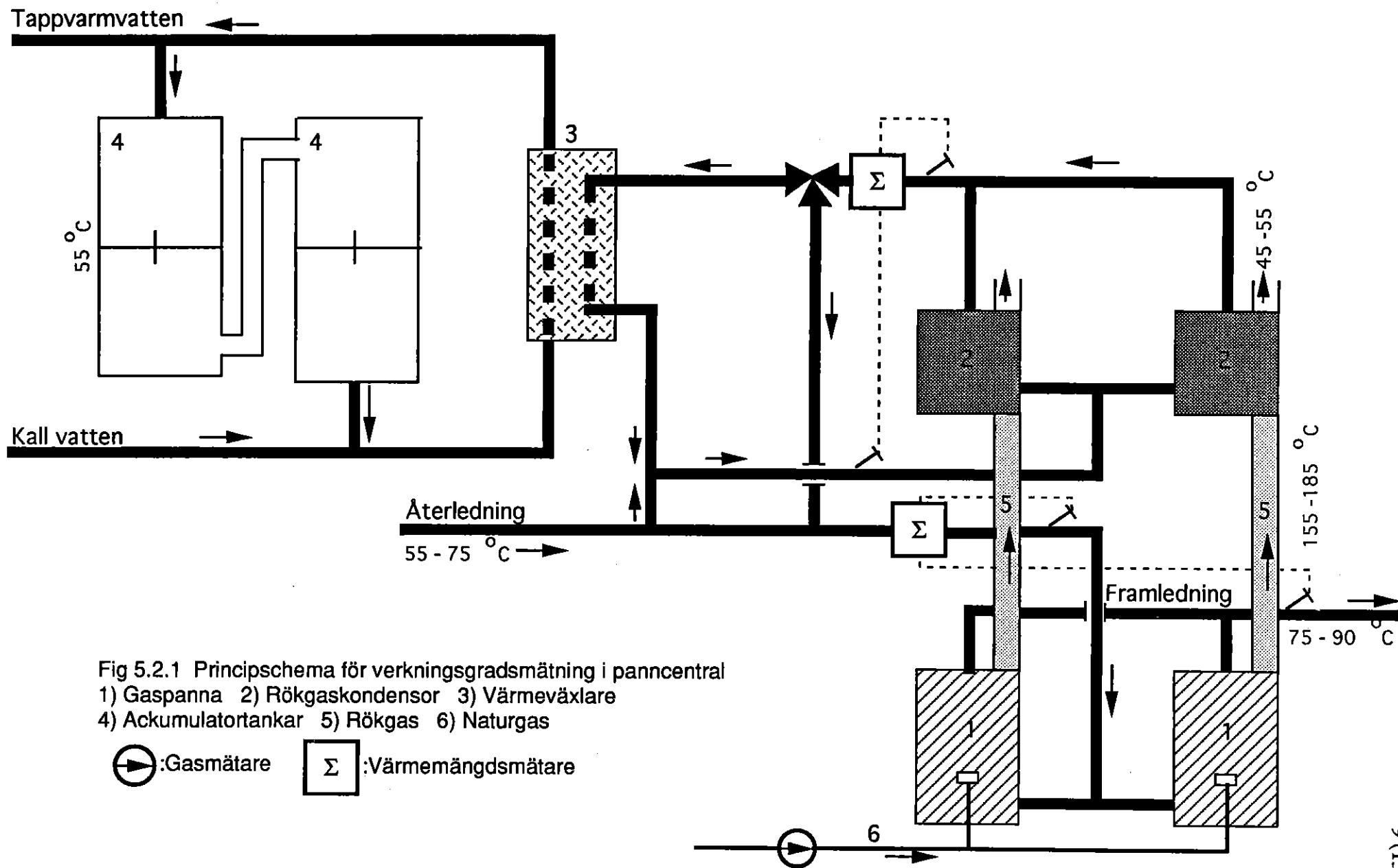


Fig 5.2.1 Principschema för verkningsgradsmätning i panncentral

1) Gaspanna 2) Rök-gaskondensor 3) Värmeväxlare

4) Ackumulatortankar 5) Rök-gas 6) Naturgas

Ⓢ : Gasmätare

Σ : Värmemängdsmätare

Antal graddagar för perioden 1990-01-31--1991-02-01 var 2 393, medan ett normalår har 3 105 graddagar (perioden 1961--1978). Om den graddagsberoende förbrukningen för beredning av tappvarmvatten beräknas enligt BFR 50:1978 fås följande:

$$W_{vv} = (2\,700 + 300 \cdot p) \cdot n$$

där W_{vv} : årsenergiförbrukningen för varmvatten kWh/år
 p: genomsnittligt antal boende per lägenhet
 n: antal lägenheter i fastigheten

För flerfamiljshus kan p antagas till 2,3 boende per lägenhet och antalet lägenheter i Malörten $n = 225$ st. Detta medför att:

$$W_{vv} = 763 \text{ MWh/år}$$

eller 30 % av totala nettoenergiförbrukningen.

Om nu gasförbrukningen för perioden 1990-01-31--1991-02-01 normalårskorrigeras får vi:

$$(763 + 1\,764 \cdot 3\,105/2\,393) / 0,978 = 3\,120 \text{ MWh/år}$$

Förutom de kontinuerliga mätningarna under provperioden har utförts ett par stickprovskontroller av pannverkningsgrad, brännarinställning m m i anslutning till provperioden. Dessa värden med kommentarer redovisas i bilaga 3.

En jämförelse mellan beräknad periodverkningsgrad utgående från värmemängdsmätarna respektive kondensatmätningen från avgaskondensatorerna visas i bilaga 4.

Provperiod	1990-01-31--1991-02-01
Gasförbrukning	2 583,57 MWh
Normalårskorrigerad gasförbrukning	3 122 MWh/år
Värmeleverans pannor	2 324,71 MWh
Värmeleverans avgaskondensatorer	201,55 MWh
Årsverkningsgrad pannor	90,0 % *)
Årsverkningsgrad avgaskondensering	7,8 % *)
Anläggningens totala årsverkningsgrad	97,8 %

Tabell 5.2.4 Årsverkningsgrader för pannor och kondensavgaskylare

*) Verkningsgraden för panna resp avgaskondensator har definierats som den, enligt resp värmemängdsmätare, under året levererade värmen dividerad med totalt inmatad bränsleenergi.

Fig 5.2.4.1

Fig 5.2.4.1 Periodverkningsgrad 1990/91. Malörten, Trelleborg

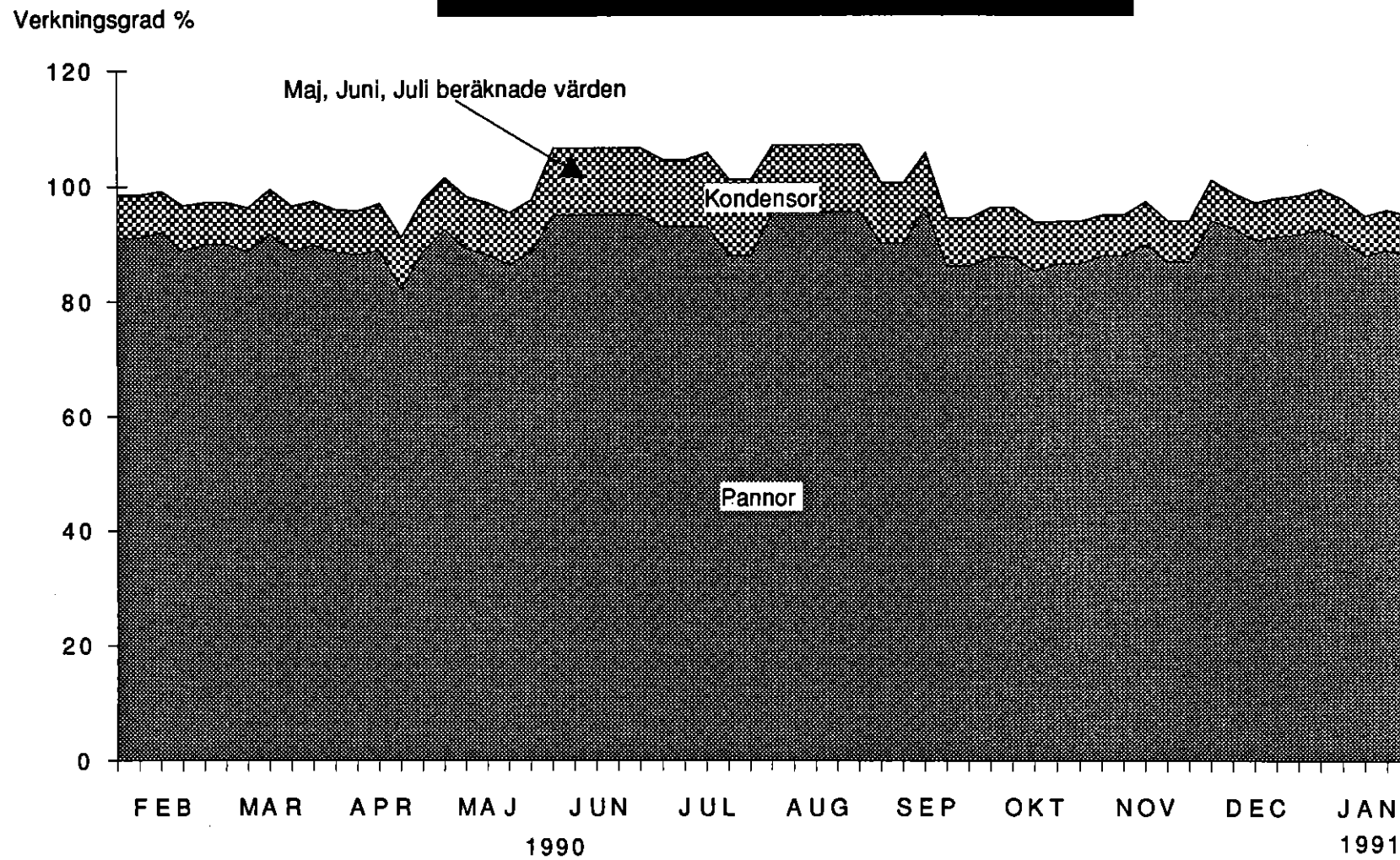
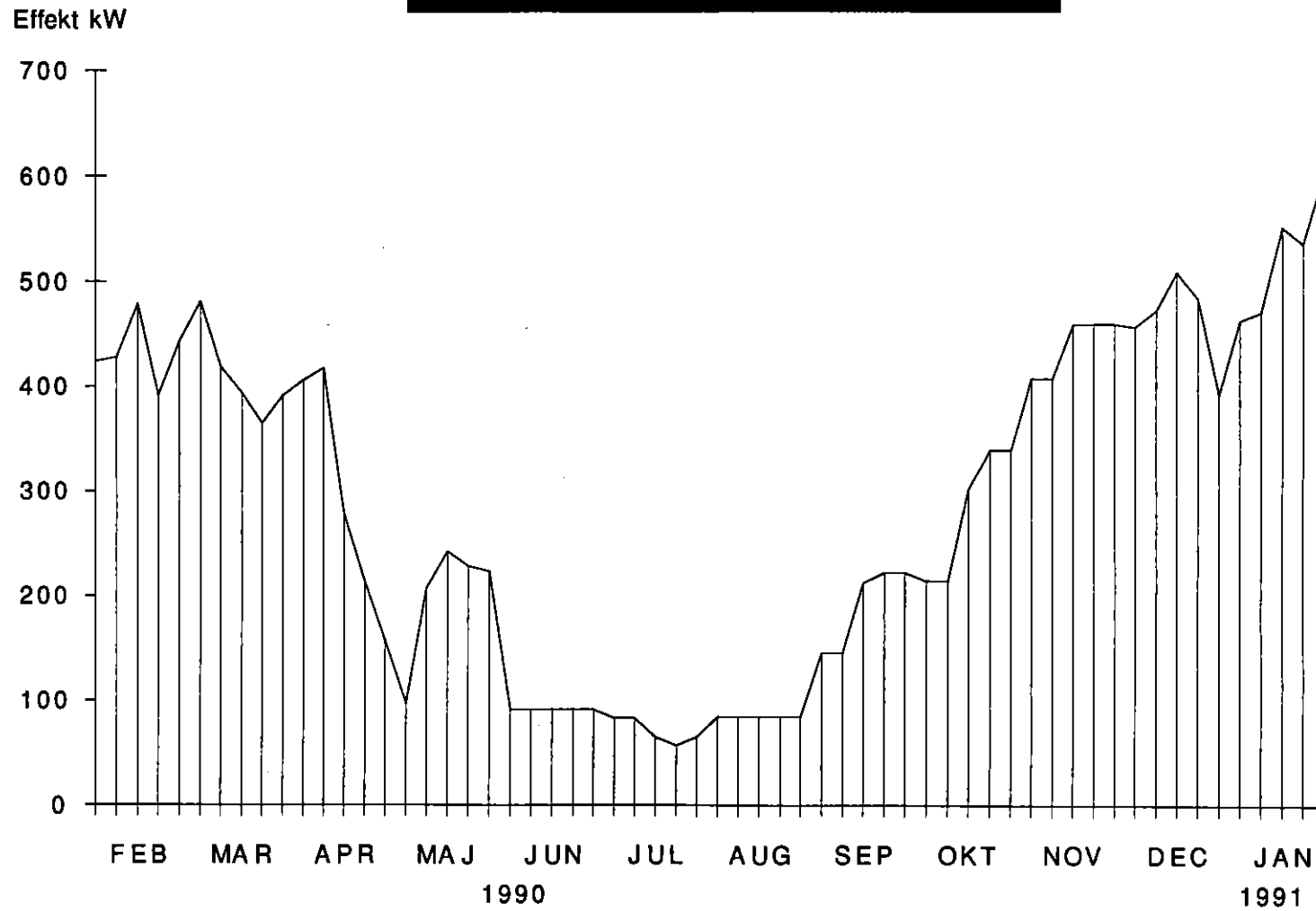


Fig 5.2.4.2

Fig 5.2.4.2 Panncentralens effekt. Malörten, Trelleborg.



5.3 Drifterfarenheter

Efter ombyggnaden av panncentralen 1989 har det i stort sett inte förekommit några driftstörningar. Brännarnas reglerbarhet ger långa gångtider med få starter och stopp.

Efter ca ett års drift uppstod vid ett tillfälle ett stopp i den ena avgaskondensorns kondensvattenlås. Följden av detta blev att kondensvatten stannade i kylaren och ev även i pannan. Detta påverkade förbränningen så att större koloxidmängder kunde uppmätas i rökgaserna. Felet berodde på att vattenlåsen aldrig rensats. (Se kommentar i bilaga 3, 91-02-20).

6 Diskussion, slutsatser

Resultaten av energiuppföljningen visar, att om man utnyttjar naturgasens möjligheter till förbättrat energiutnyttjande, t ex genom att använda effektiva pannor avsedda för gas, brännare med god reglerbarhet samt kylning av avgaserna till en låg temperatur, kan man varaktigt nå mycket höga årsverkningsgrader. Utnyttjar man dessutom, som i detta fallet, tappvarmvatten och värmeackumulering för att kyla avgaserna, kan man driva kondensationen långt och därmed uppnå årsverkningsgrader runt 100 %.

Investeringen 1989 i den nya panncentralen var 810 KSEK. Utgående från denna investering och med vissa antaganden kan man då göra en uppskattning av lönsamheten på följande sätt:

Om man bortser från de mellanliggande förändringar, som genomfördes i panncentralen åren 1985--1986 vid övergång till gasol respektive naturgas, kan man jämföra prestanda på olja 1983 och på naturgas med den nya centralen efter 1989. Det är relevant att göra så eftersom en sådan jämförelse speglar de resultat man kan uppnå om en äldre oljeeldad panncentral bytes ut mot en modern central med naturgaseldade kondenserande pannor.

Räknat på normalårsförbrukningen får man följande energibesparing:

Energianvändning, oljeeldad central	4 064 MWh/år
Energianvändning, naturgaseldad central	3 120 MWh/år
Energibesparing	944 MWh/år
Antaget gaspris	250 kr/MWh
Årlig besparing	$250 \cdot 944 = 236$ KSEK/år
Rak pay-off tid	$810/236 = 3,4$ år

7 Referenser

- 1 Värmemätning kv Malörten, Trelleborg
Claes Hammar, Sydkraft Konsult EM-9104-15
- 2 Provprotokoll för gasmätare
Malmö Energi AB, Mättekniska avd 91-04-19

Specifikation av använd mätutrustning 90-01-31--91-02-01

Gasmätning

Flödesmätare: Vridkolvmätare Dresser G 100.

Kompenserings-
utrustning: ICM tryck och temperaturkompensering.

Värmemängdsmätare:

Mätare 1: Ultraljudsmätare av fabrikat Bestobell, typ A 500.
Integreringsverk av fabrikat Bestobell, typ MCC.
Temperaturgivare av fabrikat Pentronic, typ Pt 100 med
4-trådsanslutning. Mätarens onoggrannhet vid uppsättning
-1,2 % (medelvärde vid aktuella flöden och Δt).

Mätare 2: Induktivmätare av fabrikat Valmet, typ MP 1150-P8V.
Integreringsverk av fabrikat Fagerberg typ VMD 110.
Temperaturgivare av fabrikat Pentronic, typ Pt 100.

Veckovisa mätvärden gasförbrukning och vämemängder. Beräknade periodverkningsgrader

I bilagan redovisas de veckovisa, manuella avläsningarna av gasmätare och väremängdsmätare under provperioden 90 01 31 - 91 02 01.

För kondensavgaskylarna är värmeleveranserna under maj, juni och juli beräknade från avläst volym på flödesmätaren, eftersom integreringsverket ej registrerade (se bilaga 3 sid 2).

Avlästa värden har korrigerats med hänsyn till de mätfel som konstaterades vid mätarprovningarna enligt avsnitt 5.2.2. Därefter har periodverkningsgrader för pannor respektive kondensavgaskylare beräknats. Panncentralens bränsleeffekt har också beräknats.

Dat	Tid	Gasmät Vn m ³	Drifftid panna A	Drifftid panna A Steg I h	Drifftid panna B Steg II h	Temp vatten- mag C	Panna A		Panna B	
							Avgastemp före eco	efter eco	Avgastemp före eco	efter eco
31/1	15.55	525450	2503,35	401,99	226,04	25	172	52		
9/2	08.35	533720	2708,34	403,02	226,91	29	172	51		
12/2	07.15	536570	2778,69	403,02	226,91	39	175	55		
19/2	07.25	544120	2946,59	403,02	226,91	36	165	55		
27/2	07.35	551180	3127,72	403,12	229,97	33	190	54		
1/3	08.35	553220	3176,76	403,12	226,97	30	182	53		
5/3	09.50	557510	3273,37	409,95	227,19	26	170	50		
12/3	07.15	564040	3434,97	409,95	227,19	30	165	50		
19/3	07.25	570250	3589,21	410,52	227,66	30	155	50		
26/3	07.10	576010	3727,05	426,97	239,97	35	160	55		
2/4	15.15	582460	3885,64	428,72	241,14	26	128	44		
9/4	07.25	588560	4035,60	429,02	241,36	45	190	55		
16/4	07.15	595030	4180,98	458,94	260,27	30	160	50		
30/4	08.10	603820	4318,72	593,21	332,03	33	135	50		
2/5	09.00	604760	4320,51	634,77	343,01	25			153	45
7/5	07.25	606500	4321,02	730,82	361,05	25			115	35
11/5	14.00	607440	4321,97	793,69	366,28	17			109	35
14/5	07.05	608740	4322,29	851,71	385,52	32			165	50
21/5	08.35	612580	4322,87	1041,69	446,07	30			200	60
28/5	07.35	616160	4324,10	1174,57	492,21	30			150	50
1/6	15.45	618340	4324,57	1272,13	528,65	18			95	30
1/7	11.05	624440	4325,17	1699,70	557,87	19			105	36
23/7	15.15	628600	4325,55	2006,17	571,45	18				
25/7	14.05	628890	4325,55	2028,99	572,04	18			103	37
30/7	07.20	629500	4325,55	2079,02	572,46	20			100	40
1/8	13.50	629830	4325,55	2106,10	572,62	18			113	39
31/8	13.00	635500	4325,93	2515,35	591,63	18			103	35

Dat	Tid	Gasmät Vn m ³	Drifftid panna A	Drifftid panna A	Drifftid panna B	Temp vatten-	Panna A Avgastemp	Panna B Avgastemp
10/9	07.30	638720	4326,01	2707,23	618,27	25		160 50
17/9	10.35	642130	4328,70	2871,26	651,91	20		175 60
1/10	07.30	649090	4378,55	3085,44	740,19	24		161 47
9/10	07.07	652950	4378,55	3246,02	803,41	27		195 60
15/10	07.15	657040	4378,67	3411,15	871,03	25		170 60
2/11	10.50	670910	4383,41	3844,28	1167,44	24		200 59
5/11	07.25	673550	4386,04	3912,87	1228,58	37		200 60
19/11	07.25	685920	4648,17	3963,30	1278,06	36	170 50	
26/11	07.20	693160	4813,17	3963,30	1278,06	30	160 55	
3/12	15.45	700670	4972,36	3963,41	1278,27	25	140 50	
10/12	07.25	707760	?	3963,41	1278,27	30	175 55	
17/12	07.25	715780	5298,05	3963,41	1278,27	35	190 60	
27/12	08.15	726700	5536,99	3963,41	1278,27	30	170 55	
2/1	15.30	733150	5687,64	3963,41	1278,27	26	178 54	
7/1	13.40	738270	5805,65	3963,41	1278,27	25	175 55	
14/1	07.15	745420	5966,92	3963,41	1278,27	40	215 55	
21/1	07.11	754110	6134,79	3963,41	1278,27	35	170 55	
1/2	16.35	767820	6408	3963,41	1278,27	32	220 58	
13/2	14.45	784000	6694	3963,41	1278,27	31	205 57	

Värmemängdsmätare nr 2

Värmemängdsmätare nr 1

Dat	Framl. °C	Returl. °C	Flöde l/sek	Effekt MW	Energi MWh	Drifttid h	Kondens. mät. m3	Energi KWh	Effekt KW	Hög °C	Låg °C	Massa ton	Flöde Kg/sek	Flödesm. m3
31/1	85,3	60,9	4,3	0,42	000076	00196,6		6537	43	37,12	25,47	557	0,79	1416,1
9/2	83,1	59,6	4,6	0,47	154	405,4		13227	51	35,64	19,98	1142	0,8	2004,6
12/2	82,2	64,6	5,6	0,41	181	476,3		15464	23	41,2	32,3	1349	0,81	2212,6
19/2	85,2	59,0	4,4	0,42	253	644,4		21160	30	39,85	26,29	1837	0,77	2704,0
27/2	83,1	61,0	5,3	0,46	318	836,6		27017	28	39,57	25,31	2372	0,81	3242,0
1/3	84,5	56,1	4,4	0,51	337	885,6		28609	38	39,16	27,35	2516	0,81	3386,2
5/3	83,0	58,3	0,4	0,47	377	982,9		31884	36	31,06	19,39	2802	0,79	3674,1
12/3	85,1	59,2	0,4	0,45	437	1148,4		37171	32	34,5	22,12	3261	0,79	4135,2
19/3	87,2	68,3	4,3	0,30	496	1314,6		42263	37	40,39	29,90	3705	0,76	4581,5
26/3	81,7	62	5,2	0,47	549	1481,5		46996	32	44,73	38,42	4148	0,80	5026,7
2/4	77,5	65,3	3,2	0,15	609	1657,6		52200	32	29,27	20,63	4620	0,80	5502,1
9/4	82,6	67,2	4,7	0,35	665	1817,8		56961	24	40,17	34,29	5061	0,81	5945,6
16/4	86,4	70,1	4,1	0,26	725	2009,7		62299	35	37,63	29,98	5558	0,80	6445,3
30/4	88,3	68,9	3,1	0,23	806	2322,8		69823	30	38,94	35,23	6261	0,80	7152,2
2/5	77,2	56,6	2,8	0,19	814	2371,7		70720	27	30,31	20,02	6354	0,58	7245,1
7/5	80,6	61,5	2,2	0,10	830	2490,1		72508	19	29,47	22,24	65,58	0	7449,5
11/5	80,7	68,1	1,8	0,10	839	2592,8		73674	17	22,66	16,72	66,92	0,58	7584,2
14/5	78,1	62,1	3,0	0,26	851	2657,9		74849	9	32,61	26,70	68,15	0,58	7707,3
21/5	81,8	56,5	2,8	0,24	886	2827,5		78258	23	27,95	17,00	71,51	0,56	8044,9
28/5	73,0	56,0	3,2	0,24	918	2994,6		80080	0	32,20	30,22	73,41	0	8369,6
1/6	79,4	71,5	1,8	0,12	938	3098,7	5,4191	—	—	—	—	—	—	8566,2
1/7	74,2	64,2	2,4	0,14	998	3814,4	11,8016	—	—	—	—	—	—	9431,4
23/7	75,6	67,0	2,3	0,13	1038	4346,7	16,2481	—	—	—	—	—	—	10052,4
25/7	83,3	72,1	1,8	0,15	1041	4393,6	16,58501	1	15	26,13	19,97	0	0,56	10098,2 bytat mätare

Värmemängdsmätare nr 2

Värmemängdsmätare nr 1

Dat	Framl. °C	Returl. °C	Flöde l/sek	Effekt MW	Energi MWh	Drifttid h	Kondens. mät. m3	Energi KWh	Effekt KW	Hög °C	Låg °C	Massa ton	Flöde Kg/sek	Flödesm. m3
30/7	86,9	79,9	2,1	0,04	1048	4506,9		835	0	29,07	21,85	01,01	0,01	10199,5
1/8	85,0	79,9	2,2	0,04	1051	4561,4	17,7672	1298	19	26,90	19,23	1,56	0,56	10254,3
31/8	75,1	68,9	2,2	0,10	1107	5280,8	23,7917	8324	17	24,95	18,18	9,65	0,56	—
10/9	80,9	69,2	2,8	0,12	1137	5515,5		11896	26	31,11	21,03	13,52	0,56	11468,4
17/9	77,6	56,2	2,6	0,22	1171	5710,6		15278	28	32,65	21,49	16,91	0,56	11808,5
1/10	75,6	64,2	3,0	0,14	1233	6020,8	31,4113	21360	23	33,46	24,53	22,68	0,56	12406,8
9/10	74,7	51,6	4,5	0,49	1268	6188,5		24908	19	31,70	21,79	25,91	0,56	12730,3
15/10	80,1	50,7	2,8	0,35	1304	6356,7		28605	22	33,67	25,22	29,22	0,56	13062,9
2/11	75,2	53,0	3,2	0,31	1428	6792,4		39571	24	36,21	22,86	3803	0,55	13947,0
5/11	56,5	48,7	10,3	0,34	1452	6861,0		41519	26	43,06	27,74	3948	0,55	14093,2
19/11	73,0	53,0	5,3	0,42	1567	7197,2		50958	28	39,53	30,67	4829	0,77	14979,1
26/11	75,1	52,7	4,6	0,32	1632	7365,2		56248	33	40,32	30,04	5303	0,80	15455,2
3/12	74,7	54,2	4,4	0,32	1705	7541,7	44,3154	61726	33	37,41	24,80	5759	0,81	15914,2
10/12	73,7	51,2	5,3	0,49	1773	7701,4		66814	34	46,09	34,05	6196	0,78	16353,5
17/12	72,1	55,9	6,9	0,51	1848	7869,4		72459	31	43,05	35,42	6658	0,78	16826,6
27/12	88,20	73,7	5,7	0,53	1951	8110,4		80289	37	42,59	30,57	7329	0,78	17501,8
2/1	72,8	52,4	5,5	0,43	2012	8261,8	51,4306	85009	43	37,47	24,59	7751	0,79	17929,2
7/1	72,5	54,4	5,9	0,49	2061	8380,0		88736	33	37,57	29,4	8072	0,79	18266,5
14/1	71,8	58,0	8,7	0,50	2128	8541,6		94184	36	51,24	35,69	8535	0,79	18727,5
21/1	72,9	53,1	5,6	0,41	2207	8709,6		100584	29	43,69	34,08	9003	0,75	19148,3
1/2	72,5	58,4	8,8	0,51	2333	8983,1	56,8971	110730	51	48,24	31,66	9730	0,75	19941,3
13/2	74,9	57,4	7,5	0,57	2480	9269,4	56,9420	122811	40	42,29	26,75	10504	0,75	20720,1

Malörten

Avläs. datum	Antal timmar	Gasförbrukning		Medel- effekt kW	Värmeleverans panna MWh korr.		Värmeleverans avgaskylare MWh korr.		Periodverkningsgrad pannor % kylare %		total %
		MWh	korr. MWh		MWh	korr.	MWh	korr.	%	%	
900131	0		-1,3%		+3%	+3%nov.					
900209	208	89,316	88,155	424	78	80,34	6,69	6,69	91,1	7,6	98,7
900212	71	30,78	30,38	428	27	27,81	2,24	2,24	91,2	7,4	98,6
900219	168	81,54	80,48	479	72	74,16	5,70	5,70	92,1	7,1	99,2
900227	192	76,26	75,27	392	65	66,95	5,86	5,86	88,9	7,8	96,7
900301	49	22,03	21,74	443	19	19,57	1,59	1,59	90,0	7,3	97,3
900305	95	46,33	45,73	481	40	41,2	3,28	3,28	90,1	7,2	97,3
900312	166	70,52	69,61	419	60	61,80	5,29	5,29	88,8	7,6	96,3
900319	168	67,07	66,20	394	59	60,77	5,09	5,09	91,8	7,7	99,5
900326	168	62,21	61,40	365	53	54,59	4,73	4,73	88,9	7,7	96,6
900402	176	69,66	68,75	391	60	61,80	5,20	5,20	89,9	7,6	97,5
900409	160	65,88	65,02	406	56	57,68	4,76	4,76	88,7	7,3	96,0
900416	168	70,96	70,03	417	60	61,80	5,31	5,31	88,2	7,6	95,8
900430	337	94,93	93,70	278	81	83,43	7,52	7,52	89,0	8,0	97,0
900502	47	10,15	10,02	213	8	8,24	8,97	8,97	82,2	9,0	91,2
900507	118	18,79	18,55	157	16	16,48			88,8		97,8
900511	103	10,15	10,02	97	9	9,27			92,5		101,5
900514	67	14,040	13,857	207	12	12,36			89,2		98,2
900521	169	41,47	40,932	242	35	36,05			88,1		97,1
900528	167	38,664	38,161	228	32	32,96			86,4		95,4
900601	104	23,544	23,237	223	20	20,60			88,7	maj ber. till 9,0	97,7
900701	716	65,880	65,023	91	60	61,8			95,0	juni juli 11,6%	106,6

Malörten

Avläs. datum	Antal timmar	Gasförbrukning		Medel- effekt kW	Värmeleverans		Värmeleverans		Periodverkningsgrad		total %
		MWh	korr. MWh		panna MWh	korr.	avgaskylare MWh	korr.	pannor %	kylare %	
900723	532	44,928	44,343	83	40	41,2			92,9		104,5
900725	47	3,132	3,091	65	3	3,09			(100,0)		(111,6)
900730	113	6,588	6,502	57	7	7,21	0,83	0,83	(110,9)	(12,8)	(123,7)
900801	54	3,564	3,517	65	3	3,09	0,46	0,46	87,9	13,2	101,1
900831	720	61,236	60,439	84	56	57,68	7,02	7,02	95,4	11,6	107
900910	236	34,776	34,323	145	30	30,9	3,57	3,57	90,0	10,4	100,4
900917	171	36,828	36,349	212	34	35,02	3,38	3,38	96,3	9,3	105,6
901001	333	75,168	74,190	222	62	63,86	6,08	6,08	86,1	8,2	94,3
901009	192	41,688	41,146	214	35	36,05	3,55	3,55	87,6	8,6	96,2
901015	114	44,172	43,597	302	36	37,08	3,70	3,70	85,1	8,5	93,6
901102	435	149,796	147,848	339	124	127,72	10,97	10,97	86,4	7,4	93,8
901105	69	28,512	28,141	407	24	24,72	1,95	2,01	87,8	7,1	94,9
901119	288	133,596	131,859	458	115	118,45	9,44	9,72	89,8	7,4	97,2
901126	168	78,192	77,175	459	65	66,95	5,29	5,49	86,8	7,1	93,9
901203	176	81,108	80,053	456	73	75,19	5,48	5,64	93,9	7,0	100,9
901210	160	76,572	75,576	472	68	7,04	5,09	5,09	92,7	6,0	98,7
901217	168	86,616	85,489	508	75	77,25	5,64	5,64	90,4	6,6	97,0
901227	241	117,936	116,402	483	103	106,09	7,83	7,83	91,1	6,7	97,8
910102	175	69,660	68,754	392	61	62,83	4,72	4,72	91,4	6,8	98,2
910107	118	55,296	54,577	462	49	50,47	3,73	3,73	92,5	6,8	99,3
910114	162	77,220	76,216	470	67	69,01	5,45	5,45	90,5	7,1	97,6
910121	168	93,852	92,631	551	79	81,37	6,40	6,40	87,8	6,9	94,7
910201	273	148,068	146,143	535	126	129,78	10,15	10,15	88,8	6,9	95,7
910213	286	174,744	172,472	603	147	151,41	12,08	12,08	87,8	7,0	94,8

Stickprovsvärden pannverkningsgrader, brännarinställningar m m

Vid två tillfällen, utöver de ordinarie avläsningarna under provperioden, har Sydgas/Sydkraft avlagt protokollförda besök vid panncentralen.

Båda gångerna har man kontrollerat brännarinställning samt momentan förbränningsverkningsgrad.

Besök vid panncentralen Malörten den 9 februari 1990

Avsikten med besöket var att kontrollera de termometrar, av typen kapillärrör, som finns fast installerade före och efter avgaskondensornas samt att bestämma verkningsgrader.

För att undvika att brännaren i pannan reglerade den inmatade effekten under kontrollen låstes lasten till 484 kW.

De uppmätta temperaturerna var:

Avgastemperatur före avgaskondensor	174 °C med befintlig termometer 175 °C med kontroll termometer
Avgastemperatur efter avgaskondensor	48 - 53 °C med befintlig term 45 - 54 °C med kontroll term

Termometrarna hade tillfredsställande noggrannhet, men var tröga. Vid en temperaturförändring på 5 °C tog det ca 5 min innan jämviktsläge uppnått.

Momentant gjordes en avgasanalys efter panna och före kondensor:

O ₂	3,3 %
CO	30 ppm
Temp i pannrum	24 °C
Förbränningsverkningsgrad	93 %

För veckan före besöket hade, med panna A i drift, följande värden registrerats:

Verkningsgrad för pannan	87,3 %
Verkningsgrad för avgaskondensor	7,5 %
Total verkningsgrad	94,8 %
Drifttid för brännare, % av tiden	99,5 %
Medeleffekt	469 kW

Kontroll av förbränningsverkningsgrader den 20 februari 1991

Panna A		Min last		Max last
Tillförd effekt	kW	339	619	994
Temperaturomgivning:	°C	22	28	25
Avgastemperatur efter panna	°C	170	223	251
Avgastemperatur efter kylare	°C	50,6	57,1	58,6
O ₂ -halt	%	2,2	2,8	3,2
CO-halt	ppm	1083	542	1752
CO ₂ -halt	%	10,6	10,3	10,0
Förbränningsverkningsgrad, panna	%	94,2	92,1	90,6
Panntemperatur	°C	76	73	70

Panna B		Min last		Max last
Tillförd effekt	kW	168		443
Temperaturomgivning	°C	28		28
Avgastemperatur efter panna	°C	128		198
Avgastemperatur efter kylare	°C	52,2		57,2
O ₂ -halt	%	3,9		3,1
CO-halt	ppm	0		0
CO ₂ -halt	%	9,6		10,1
Förbränningsverkningsgrad, panna	%	95,7		93,0
Panntemperatur	°C	70		82

Kommentarer:

Panna B hade normala förbränningsvärden, däremot stod det inte rätt till med panna A. Orsaken till detta visade sig vara ett stopp i kondensatledningen. I ledningen finns ett vattenlås installerat vilket var igensatt. Detta vattenlås skall regelbundet rensas vilket aldrig var utfört. Kondensatet i kylaren ökade motståndet för rökgaserna vilket i sin tur ledde till ofullständig förbränning. Övertrycksvakt finns installerad men den är injusterad vid maxlast. Effektbehovet var vid detta tillfälle inte så högt att övertrycksvakten kunde bryta driften.

KONDENSATMÄTNING

Kjell Wanselius, KW Energiprodukter AB har utvecklat en metod där kondensatmängden kan bestämma den genomsnittliga förbränningsverkningsgraden under perioden. Metoden förutsätter att anläggningen är kondenserande. Tabellen visar en jämförelse under 4 månader. Augusti, september samt oktober och november som en period.

Period	Gasförbrukn MWh	Kondensat- mängd m ³	Total verk- ningsgrad värmemätn %	Förbrännings verkningsgrad enligt KWS- metod %
1990 1/8-31/8	60 440	6,0245	107,1	105,8
31/8-1/10	144 864	7,6196	98,6	102,3
1/10-3/12	549 822	12,9041	95,9	100,0

Kommentarer till metoden att mäta kondensatmängden:

- Kondensatet från skorsten skall ej ingå. Malörtens skorstenskondensat ingår i den uppmätta kondensatmängden.
- Övriga förluster såsom strålnings- och stillståndsförluster är fortfarande okända och skall dras av.
- Metoden är enkel och billig.



Svenskt Gastekniskt Center AB

Box 50525, 202 50 MALMÖ

Telefon: 040-700 40

Telefax: 040-30 50 82