

Rapport SGC 016

**MÄTNING AV ENERGIFÖRBRUKNING  
OCH EMISSIONER FÖRE OCH EFTER  
ÖVERGÅNG TILL NATURGAS I ETT  
FLERBOSTADSHUS**

**Kjell Wanselius  
K W Energiprodukter AB**

**Mars 1992**



## SGC:s FÖRORD

FUD-projekt inom Svenskt Gastekniskt Center AB avrapporteras normalt i rapporter som är fritt tillgängliga för envar intresserad.

SGC svarar för utgivningen av rapporterna medan uppdragstagarna för respektive projekt eller rapportförfattarna svarar för rapporternas innehåll. Den som utnyttjar eventuella beskrivningar, resultat och dyl i rapporterna gör detta helt på eget ansvar. Delar av rapport får återges med angivande av källan.

En förteckning över hittills utgivna SGC-rapporter finns i slutet på denna rapport.

Svenskt Gastekniskt Center AB (SGC) är ett samarbetsorgan för företag verksamma inom energigasområdet. Dess främsta uppgift är att samordna och effektivisera intressenternas insatser inom områdena forskning, utveckling och demonstration (FUD). SGC har följande delägare: Svenska Gasföreningen, Vattenfall Naturgas AB, Sydgas AB, Vattenfall AB, Sydkraft AB, Göteborg Energi AB och M.E.Malmö Energi AB.

SVENSKT GASTEKNISKT CENTER AB

Jörgen Thunell



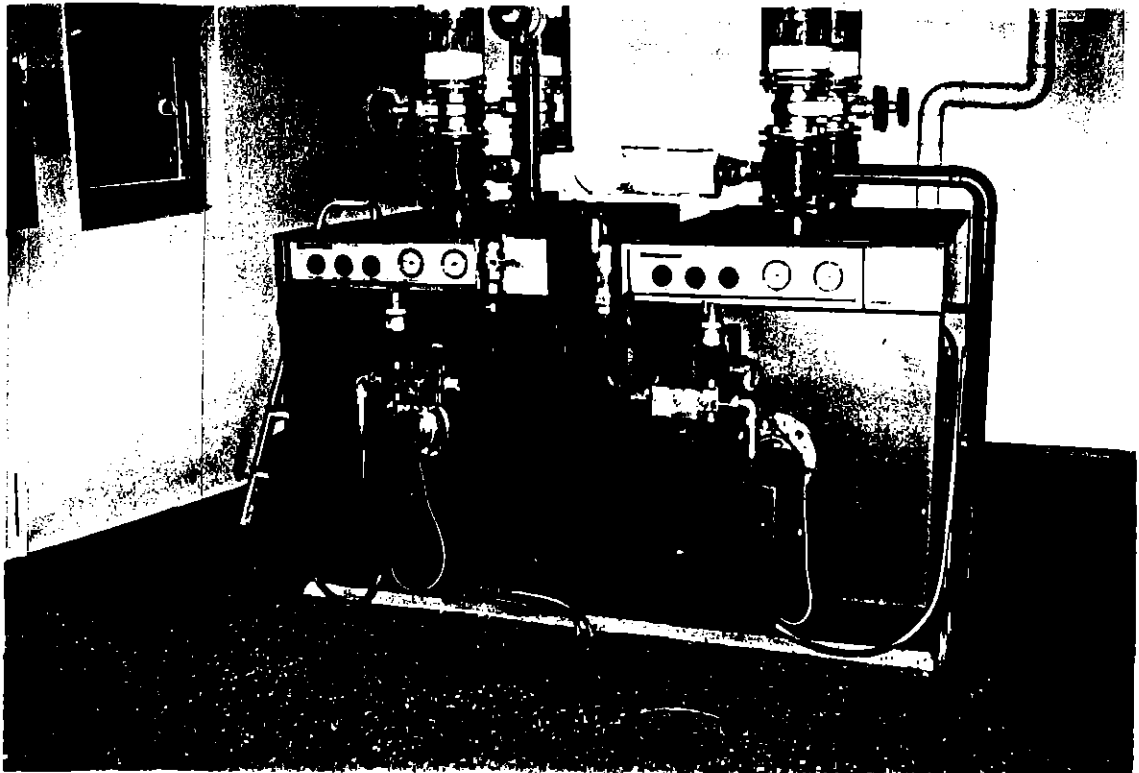
**K W ENERGIprodukter AB**

Peter Myndes backe 12, 5 tr  
148 46 STOCKHOLM  
Tfn 08-644 42 45  
Fax 08-642 26 41  
Bil 010-73 19 07 (Kjell Wanselius)  
Malmö kont 040-97 52 71

# MÄTNING AV ENERGI FÖRBRUKNING OCH EMISSIONER FÖRE OCH EFTER ÖVERGÅNG TILL NATURGAS I ETT FLERBOSTADSHUS.

1992-03-03

Kjell Wanselius



1992-03-03  
K W ENERGIPRODUKTER AB  
Kjell Wanselius

**MÄTNING AV ENERGI FÖRBRUKNING OCH EMISSIONER FÖRE  
OCH EFTER ÖVERGÅNG TILL NATURGAS I ETT FLERBOSTADSHUS.**

Förord.

Detta projekt har finansierats av Sydgas AB, Malmö Energi, Helsingborgs Energi, Lunds Energiverk, Sydkraft AB, Vattenfall AB och Swedegas AB. Projektet inleddes sommaren 1987 och mätningarna påbörjades januari 1988. Mätningarna avslutades april 1991.

## Innehållsförteckning:

0. Sammanfattning.
1. Bakgrund och syfte.
2. Definitioner.
3. Metod.
4. Beskrivning av anläggningen.
5. Mätresultat.
  - 5.1 Periodverkningsgrader och periodeffekter.
    - 5.1.1 Oljeeldningsperioden.
    - 5.1.2 Naturgasperioden.
    - 5.1.3 Jämförelse mellan olje- och naturgasperioden.
  - 5.2 Rökgasanalyser.
  - 5.3 Emissionsmätning.
    - 5.3.1 Oljeeldning.
    - 5.3.2 Gaseldning.
6. Felanalys.
  - 6.1 Felanalys vid periodverkningsgradsmätning.
  - 6.2 Felanalys vid intensivmätning.
7. Erfarenheter.
8. Slutsatser och diskussioner.

### Läsinformation.

Bilder och diagram numreras först efter det kapitel de tillhör och därefter med en bokstav i alfabetisk ordning. Ex diagram 5B är andra diagrammet i kapitel 5.

## 0. Sammanfattning

Syftet med detta projekt var att ta reda på hur verkningsgrader och emissioner förändras när en anläggning konverteras från oljeeldning till naturgaseldning.

Först gjordes mätningar vid oljedrift och sedan gjordes samma sak efter övergången till gasdrift.

Vid konverteringen till gaseldning byttes endast oljebrännarna till gasbrännare i befintliga pannor. Detta är att betrakta som en enkel men ej ekonomiskt optimal konvertering. Orsaken till att ej fler åtgärder genomfördes var att få fram skillnader som endast kan hänföras till val av bränsle och ej till val av utrustning.

Mätningarna har utförts i en 400 kW panncentral i kv Tröingeberg i Falkenberg.

### **ENERGIBESPARINGEN BLEV 6,4%.**

Årsverkningsgraden vid oljeeldning var 79,2% och blev vid gaseldning 84,6% dvs en förbättring med 5,4%-enheter. Räknat som energibesparing motsvarar detta 6,4%.

Resultat av emissionsmätningarna blev:  
(medelvärden visas där flera mätningar har utförts).

	Oljeeldning	Gaseldning
NOx	60 Mg/MJ	44 Mg/MJ
CO	20 ppm	10 ppm
Stoft	36 mg/MJ	-
Kolväten	<2 ppm	<2 ppm
Svavel	22 mg/MJ	-

Mätningarna visar minskningar för kväveoxider och koloxid efter övergång till gaseldning. Vid gaseldning utfördes ej mätningar på stoft och svavelutsläpp men där vet vi från mätningar på andra gasanläggningar att värdena är nära noll.

Kväveoxiderna, NOx, tillhör idag en uppmärksammas föroreningsgrupp. Här kan konstateras en 27%-ig minskning. Detta är dock en mindre förbättring än vad som uppmätts i andra konverteringsfall.

## 1. Bakgrund och syfte.

En av fördelarna med övergång till naturgas är förbättringar i verkningsgrad och emissionsnivåer. Flera emissionsmätningar finns utförda framförallt på större anläggningar (> 10MW). Däremot finns ej öppet dokumenterat jämförande årsverkningsgradsmätningar med hjälp av mätare. Syftet med detta projekt är att med noggranna mätningar jämföra olje och gaseldning vad avser årsverkningsgrader samt utsläpp av luftföroreningar. Mätningarna har genomförts i ett bostadshus i kv Tröingeberg i Falkenberg.

Konverteringen från oljeeldning till gaseldning har skett med enklaste möjliga åtgärder. Detta har inneburit att befintliga pannor endast har vattensotats och att de befintliga tvåläges oljebrännarna byttes ut till tvåläges gasbrännare. Gasbrännarnas maxeffekter trimmades in till samma värden som oljebrännarnas. Gasbrännarnas minlaster ställdes något lägre än oljebrännarnas minlaster dock ej så lågt som är optimalt för gasinstallationer. Syftet var att få fram de skillnader som endast kan hänföras till val av bränsle och ej till val av utrustning.

## 2. Definitioner.

### RÖKGASFÖRLUSTER.

Innebär den värmeenergi som går ut i skorstenkanalen. Rökgasförlusterna påverkas av avgas-temperaturen och luftöverskottet hos avgaserna.

### FÖRBRÄNNINGSVERKNINGSGRAD.

Innebär den värmeenergi som upptas av pannan i förhållande till tillförd bränsleenergi. Fås fram genom att från den tillförda bränsleenergin dra ifrån rökgasförlusterna. (Ej att förväxla med kemisk förbränningsverkningsgrad som används inom fastbränsleeldningstekniken.)

### STRÅLNINGS- OCH KONVEKTIONSFÖRLUSTER.

Innebär den värmeenergi som pannan lämnar ifrån sig till pannrumsluften i form av strålning och konvektion.

### PANNVERKNINGSGRAD.

Innebär den energi som momentant lämnar pannan i form av uppvärmt vatten i förhållande till tillförd bränsleenergi. Det finns två metoder att bestämma pannverkningsgraden, den direkta och den indirekta metoden. Den direkta metoden baseras på mätning av tillfört bränsle och utgående värmeenergi i form av uppvärmt vatten. Den indirekta metoden baseras på mätning av rökgasförlusterna samt uppskattning av strålnings- och konvektionsförlusterna.

Rökgas- och strålningsförlusterna dras från tillfört bränsle och pannverkningsgraden kan framräknas. Det finns tyska DIN-normer om vilka strålningsförluster en panna anses ha.

I pannfabrikanternas broschyrer är det normalt pannverkningsgraden som redovisas.

#### GENOMSTRÖMNINGSFÖRLUSTER.

Innebär den energi som förloras då brännaren står stilla och kall luft strömmar in i pannan, värms upp av pannans varma väggar och går ut uppvärmd i skorstenen.

#### VÄDRINGSFÖRLUSTER.

Innebär den energi som förloras vid varje brännarstart då brännarfläkten blåser in kall luft i pannan, luften värms upp av pannans varma väggar och går ut uppvärmd i skorstenen. För oljebrännare är vädringsperioden mycket kort medan vädringsperioden för gasbrännare är minst 30 sek.

#### PERIODVERKNINGSGRAD.

Innebär den energi som under en viss period lämnar pannan i form av uppvärmt vatten i förhållande till tillförd bränsleenergi. Perioden kan variera från dygn till månader. Det väsentliga är att alla förluster finns med som rökgasförluster, strålning- och konvektionsförluster, genomströmningsförluster samt vädringsförluster. Mätning av periodverkningsgrad sker med hjälp av värmemängdsmätare över pannan och en gas/olja-mätare som mäter tillfört bränsle.

#### ÅRSVERKNINGSGRAD.

Är periodverkningsgraden under ett år.

#### KVÄVEOXIDER - NO<sub>x</sub>.

Vid all förbränning bildas kväveoxider vilka gemensamt kallas för NO<sub>x</sub>. Bildningsprocessen är komplicerad och bildningen kan ske på flera olika sätt. Vid förbränning av naturgas dominerar den sk termiska NO<sub>x</sub>-bildningen som bestäms av temperaturnivå och uppehållstid för molekylerna i eldstaden. Bränslen som olja och kol bildar förutom termisk NO<sub>x</sub> även sk kemisk bränsle NO<sub>x</sub> från det kväve som är kemiskt bundet i bränslet.

Då avgaserna lämnar avgaskanalens mynning är ca 90-95% av kväveoxiderna i form av kvävemonoxid, NO, och ca 5-10% kvävedioxid, NO<sub>2</sub>. I atmosfären upptar NO syre från luften och bildar NO<sub>2</sub>. NO<sub>2</sub> + vatten bildar salpetersyra vilket ger surt regn.



### 3. Metod.

Mätningarna har genomförts dels som kortare intensivmätningar dels som långtidsmätningar.

Intensivmätningarna har utförts för att bestämma förbränningsverkningsgrad och emissionsnivåer vid olika lastfall. Mätningar har utförts dels vid oljedrift dels vid gasdrift.

Intensivmätningarna har utförts vid olika tillfällen av sex olika personer/företag. Två företag, SYDKRAFT AB och STATENS PROVNINGSANSTALT, har utfört de kvalificerade mätningarna som finns redovisade i bilaga 1 och 4. De övriga mätningarna har utförts med portabla instrument. En del av de övriga mätningarna har utförts vid de normala trimningar och kontroller som alltid sker vid en gaskonvertering.

Långtidsmätningarna har utförts under ca 1 år vid oljedrift (jan 1988 till dec 1989) och därefter lika lång tid vid gasdrift (dec 1989 till mar 1991). Tillfört bränsle och levererad värme har registrerats i olje/gasmätare respektive värmemängdsmätare. Varje arbetsdag har mätarna avlästs av maskinisterna i värmecentralen. Mellan varje avläsningstillfälle har periodverkningsgraden beräknats och ritats upp i diagramform. Även medeleffekten under perioden har beräknats och ritats i ett anslutande diagram.

Konverteringen från oljeeldning till gaseldning har skett med enklaste möjliga åtgärder. Detta har inneburit att befintliga pannor endast har vattensotats och att de tvåläges oljebrännarna bytts ut till tvåläges gasbrännare.

Gasbrännarnas maxlaster intrimmades till samma effekter som oljebrännarna hade. Minlasterna ställdes något lägre än motsvarande minlaster för oljebrännarna.

#### 4. Beskrivning av anläggningen.

Panncentralen försörjer ca 70 lägenheter. Bild 4A visar panncentralen med de två pannorna.

Oljemängdsmätare fanns installerade på varje brännare.

Oljeförbrukningen uppgick till ca 110 m<sup>3</sup>/år (=1 099 MWh/år).

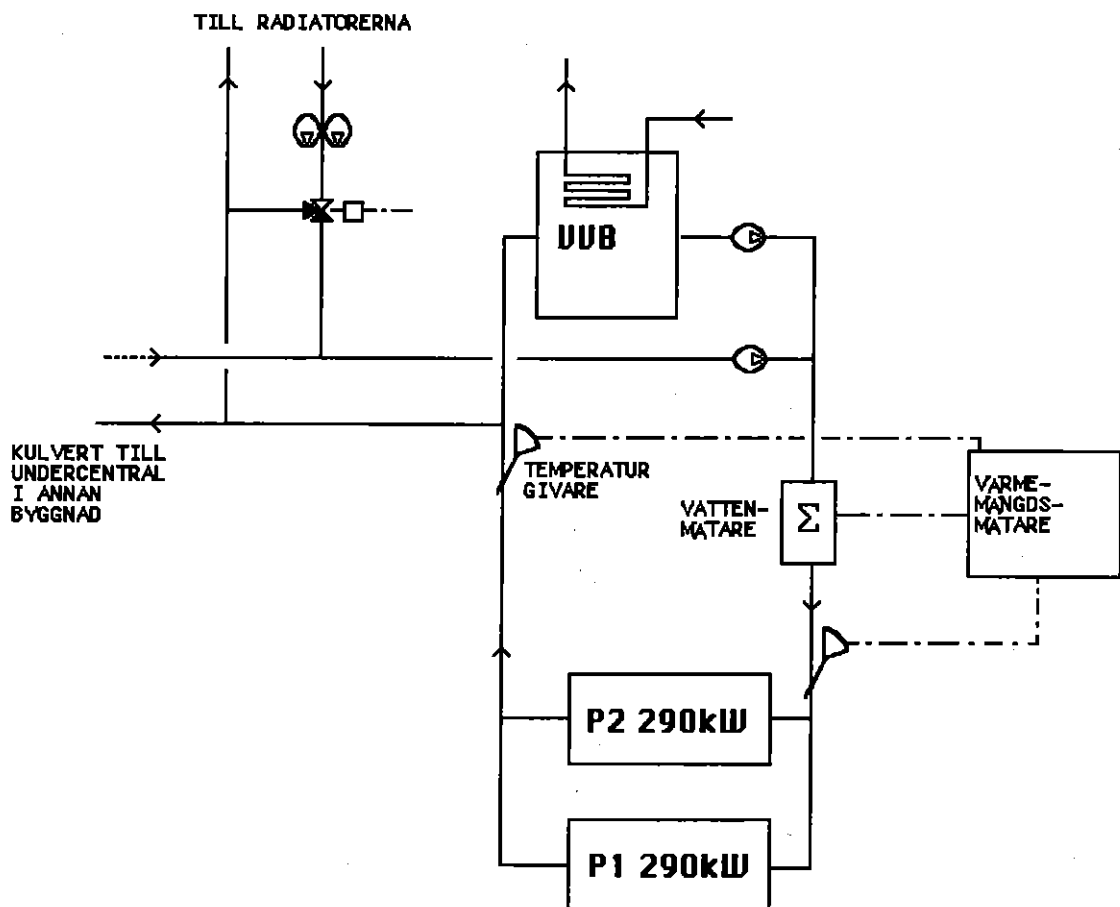


Bild 4A. Kopplingsschema för panncentralen i Tröingeberg.

**Panna 1**

Parca Wirbex S, år 1972  
Effekt 250 Mcal/h (=290 kW)

Oljebrännare: Bentone LDBH-0, år 1972  
Effekt 21-50 kg/h  
Intr. maxlast 17,7 l/h = 176 kW  
Intr. minlast ca 15 l/h = 150 kW (85% av max)

**Panna 2**

Parca Wirbex S, år 1972  
Effekt 250 Mcal/h (=290 kW)

Oljebrännare: Bentone LDBH-0, år 1972  
Effekt 21-50 kg/h  
Intr. maxlast 25,2 l/h = 252 kW  
Intr. minlast 18 l/h = 180 kW (71% av max)

Vid konvertering till naturgas installerades  
gasbrännare i befintliga pannor:

**Panna 1**

Gasbrännare: Elco EG03.380-2, år 1989  
Effekt 118-380 kW  
Intrimmad maxlast 172 kW  
Intrimmad minlast 115 kW (67 % av maxlast)

**Panna 2**

Gasbrännare: Elco EG03.380-2, år 1989  
Effekt 118-380 kW  
Intrimmad maxlast 280 kW  
Intrimmad minlast 145 kW (52 % av maxlast)

## 5. Mätresultat.

### 5.1 Periodverkningsgrader.

#### 5.1.1 Oljeeldningsperioden.

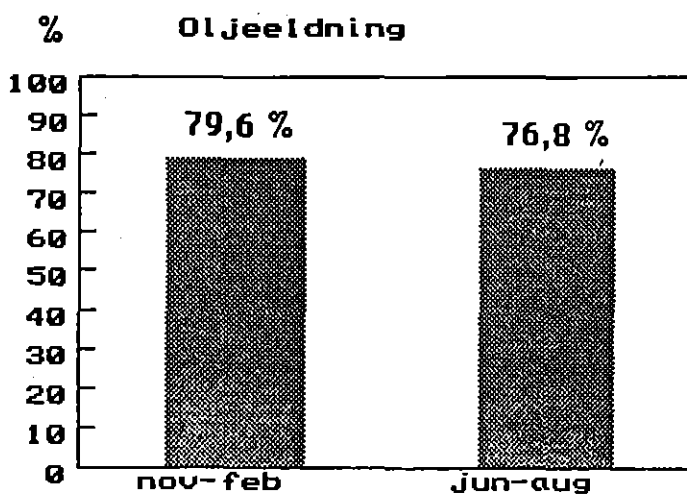
Årsverkningsgraden blev 79,2%

Diagram 5A visar periodverkningsgraderna vid ett års drift med oljeeldning. Diagram 5B visar periodeffekterna under samma tid. Effekten är baserad på tillfört bränsle. Periodernas längd är oftast ett dygn, ibland 3-4 dygn samt ca 1 månad under en del av sommararen.

Genom att periodverkningsgrad och periodeffekt är ritade för samma period är det lätt att ur diagrammet utläsa eventuellt samband mellan verkningsgrad och effekt.

I bilaga 7 visas motsvarande månadsverkningsgrader. På dessa kurvor är ojämnheter i diagram 5A och 5B borta och det är lättare att utläsa trender som att månadsverkningsgraden är relativt konstant oavsett aktuellt effektbehov.

Vilken verkningsgrad har en oljeanläggning under sommarmånaderna? Ett argument som har använts för att bli installerade elpannor är att verkningsgraden skulle vara mycket låg under denna period. I diagrammet nedan har gjorts en jämförelse mellan de typiska sommarmånaderna jun, jul och aug och de typiska vintermånaderna nov, dec, jan och feb. Där framgår att vinterverkningsgraden blev 79,6 % och sommarverkningsgraden 76,8 %. Således blev sommarverkningsgraden 2,8 % lägre än vinterverkningsgraden. Slutsatsen är att skillnaden mellan sommar- och vinterverkningsgrader är mycket liten. Observera dock att sommarverkningsgraden är lägre än vinterverkningsgraden.



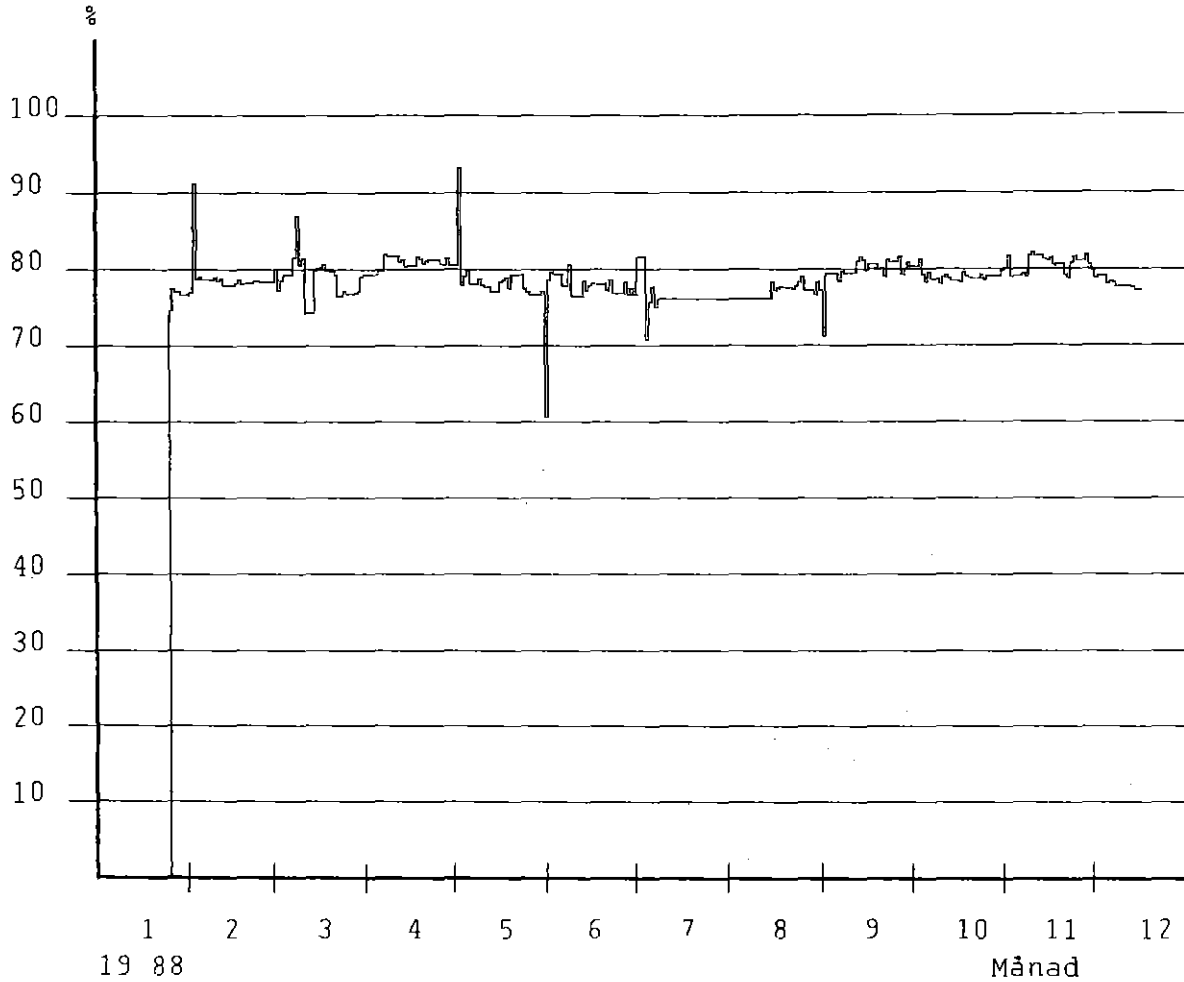
Jämförelse periodverkn. gr vinter/sommar

# PERIODVERKNINGSGRADER

Oljeeldning i kv Tröingeberg, Falkenberg

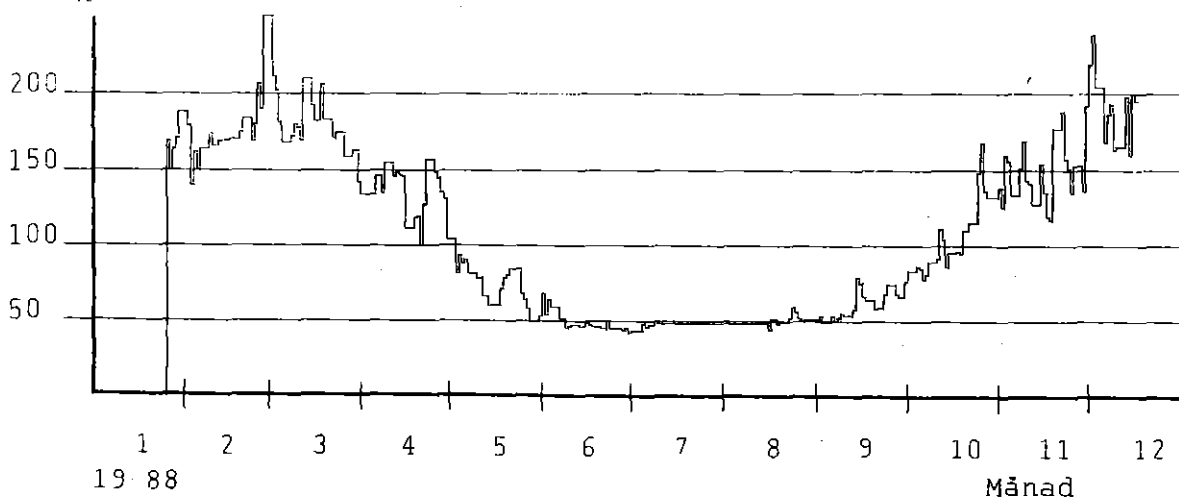
Verkningsgrad

**DIAGRAM 5A**



Effekt  
kW

**DIAGRAM 5B**



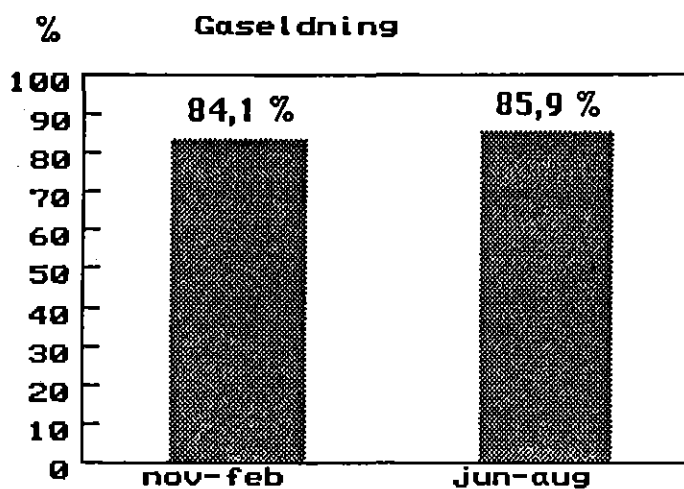
### 5.1.2 Naturgasperioden.

Årsverkningsgraden blev 84,6%.

Diagram 5C visar periodverkningsgraderna vid ett års drift med gaseldning. Diagram 5D visar period-effekterna under samma tid. Effekten är baserad på tillfört bränsle. Periodernas längd är oftast ett dygn, ibland 3-4 dygn.

I bilaga 8 visas motsvarande månadsverkningsgrader. På dessa kurvor är ojämnheter i diagram 5C och 5D borta och det är lättare att utläsa trender som att månadsverkningsgraden är relativt konstant oavsett aktuellt effektbehov.

Även för gasperioden har en jämförelse gjorts mellan de typiska sommarmånaderna jun, jul och aug, med de typiska vintermånaderna nov, dec, jan och feb. Av diagrammet nedan framgår att vinterverkningsgraden blev 84,1 % och sommarverkningsgraden 85,9 %. Således blev sommarverkningsgraden 1,8 % högre än vinterverkningsgraden. Samma slutsats som för oljeperioden kan således dras nämligen att skillnaden är mycket liten mellan sommar och vinterverkningsgraden. Observera dock att i gasfallet är sommarverkningsgraden högre än vinterverkningsgraden medan det i oljefallet var tvärtom. Orsaken är gasbrännarnas större reglerområde vilket leder till att minlasteffekten är lägre relativt oljebrännarnas minlaster. Detta leder till högre förbränningsverkningsgrader vid låga effektbehov som under sommarmånaderna.

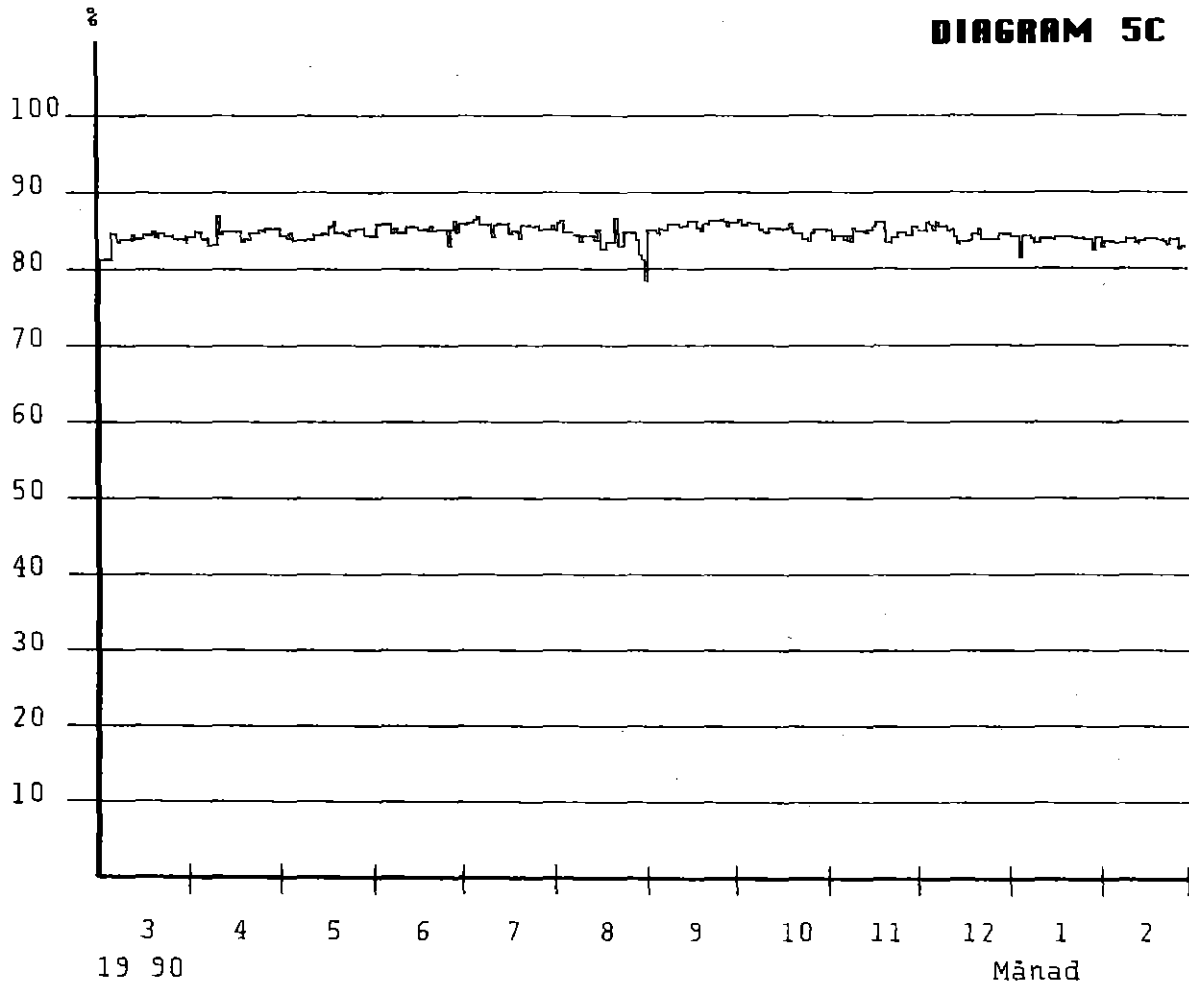


Jämförelse periodverkn. gr vinter/sommar

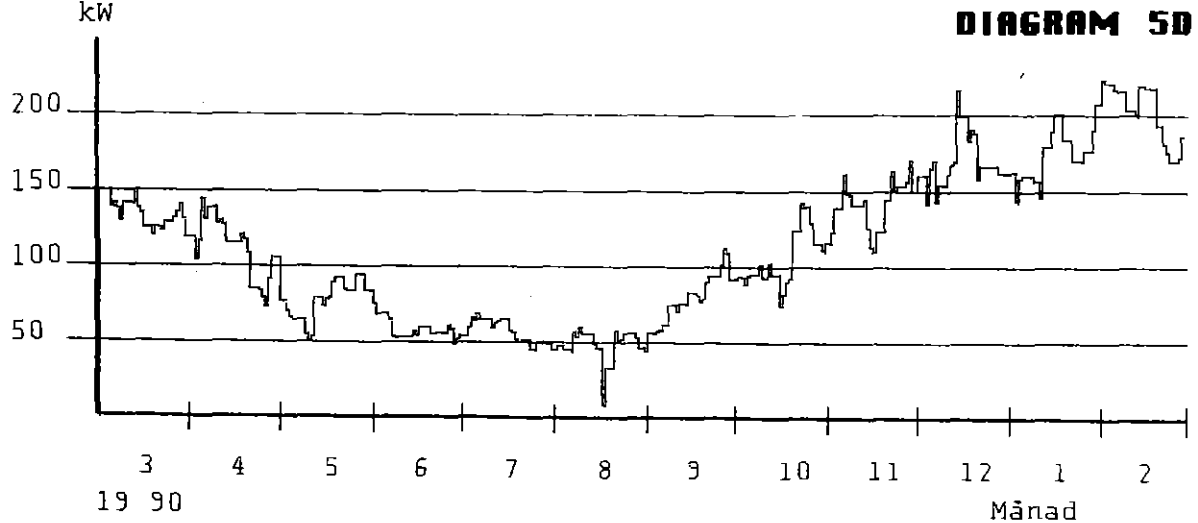
# PERIODVERKNINGSGRADER

Gaseldning i kv Tröbingsberg, Falkenberg

Verkningsgrad



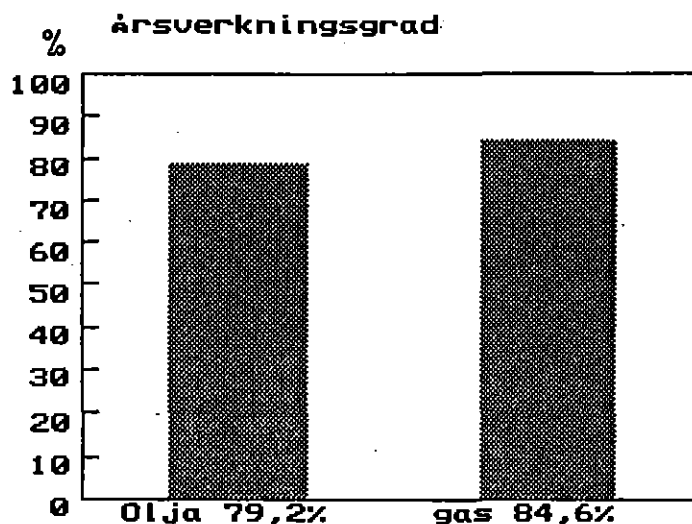
Effekt  
kW



### 5.1.3 Jämförelse mellan olje- och naturgasperioden.

Årsverkningsgraden har efter övergången till naturgas ökat från 79,2% till 84,6% dvs 5,4%-enheter.

**Räknat som energibesparing motsvarar detta 6,4%.**



Denna verkningsgradshöjning beror huvudsakligen på den lägre rökgastemperaturen vid gaseldning. Pannorna sotades inför konverteringen till naturgas. Sotbeläggning i en panna leder till sämre värmeövergång mellan förbränningsgaser och pannväggar.

En del av verkningsgradshöjningen beror också på det något större reglerområdet på gasbrännarna.



## 5.2 Rökgasanalyser.

Det som visas under detta avsnitt är enkla traditionella mätningar som normalt utförs vid intrimningar och vid service av gasbrännare. Syftet är att få fram förbränningsverkningsgraden.

Tabellen nedan visar att mycket olika mätresultat har erhållits. Den slutsats man kan dra av detta är att det är mycket osäkert att utifrån en uppmätt förbränningsverkningsgrad bedöma en anläggnings årsverkningsgrad. Trots detta förekommer ytterst sällan andra mätningar än de momentana med följd att felaktiga slutsatser ofta dras om värmeanläggningens årsverkningsgrad.

Are = Are Kjeang, Falkenbergs kommun

SK-TVS= SYDKRAFT KONSULT

SP = Statens Provningsanstalt

SK-89 = SYDKRAFT driftsättningsprotdec 1989

SK-91 = SYDKRAFT ettårskontroll våren 1991

IGF = IGF Energigas AB

KWE = K W Energiprodukter AB

### Panna 1, Olja

	Maxlast	Minlast
Utfört av	Are	
Bränsleeff kW	176	ca 150
CO2 %		
O2 %		
Rökgastemp grad C	367	285
Förbränningsverkningsgrad %	80,5	85,9
Reglerområde		
minlast/maxlast %	85	

### Panna 1, Gas

	Maxlast			Minlast		
Utfört av	IGF	SK-89	SK-91	IGF	SK-89	SK-91
Bränsleeff kW	172	169	155	115	117	108
CO2 %	9,8		8,3	9,3		8,5
O2 %		5,0			4,6	
Rökgastemp grad C	276	227	223	144	191	195
Förbränningsverkningsgrad %	86,7	91,3	90,5	90,8	93,0	92,1
Reglerområde						
minlast/maxlast %	67	69	70			

## Panna 2, Olja

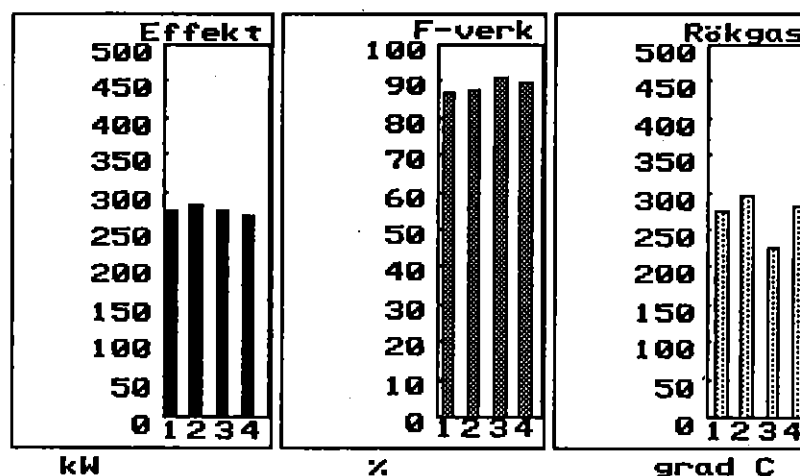
	Maxlast			Minlast		
	SP	SK-TVS	KWE	SP	SK-TVS	KWE
Utfört av						
Bränsleeff kW	242	252	253	172	180	174
CO2 %	11,2	11,6	9,8	11,6	11,5	
O2 %			6,0			5,9
Rökgastemp grad C	367	387	380	285	309	320
Förbrännings- verkningsgrad %	80,5	79,4	81,4	85,9	83,8	84,5
Reglerområde minlast/maxlast %	71	71	69			

## Panna 2, Gas

	Maxlast				Minlast			
	SP	IGF	SK-89	SK-91	SP	IGF	SK-89	SK-91
Utfört av								
Bränsleeff kW	276	280	273	267	144	145	138	155
CO2 %	9,8	9,3		9,6	9,3	9,2		10,1
O2 %			5,0				4,6	
Rökgast grad C	276	295	227	280	144	205	191	213
Förbrännings- verkningsgrad %	86,7	87,8	91,3	89,5	90,8	91,7	93,0	92,7
Reglerområde min./max %	52	52	51	58				

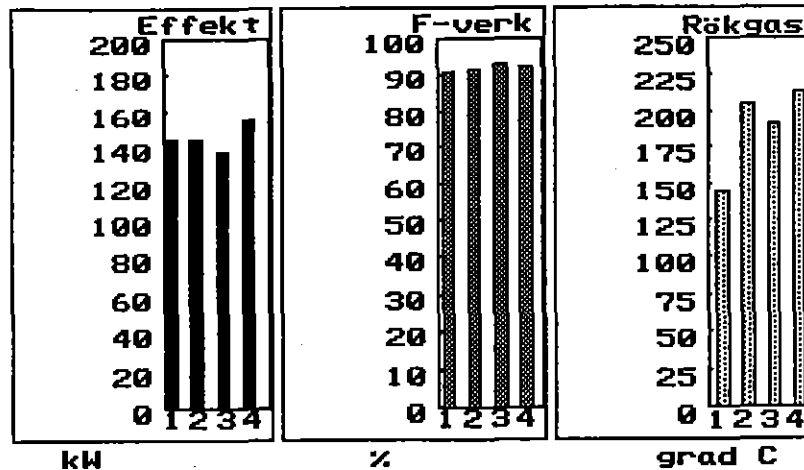
Diagrammen nedan visar olika mätningar på gas maxlastläget på brännaren. Bränsleeffekt, förbränningsverkningsgrad och rökgastemp visas. 1= SP, 2=IGF, 3=SK-89, 4= SK-91. Av diagrammen framgår att värdena varierar ganska mycket.

## Olika mätningar, gas-maxlast



Diagrammen nedan liknar förra diagrammet men här visas minlastläget på brännaren. Även här varierar värdena mycket.

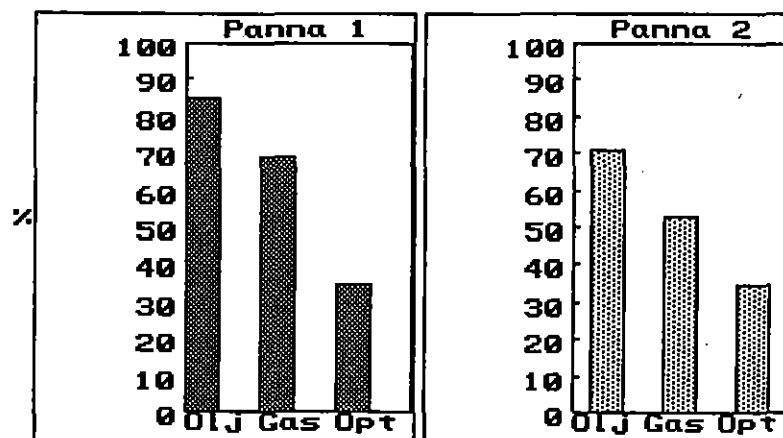
#### Olika mätningar, gas-minlast



Det finns metoder utformade för hur mätningar av rökgastemperaturer ska ske. Det är olika metoder för fältmätning och mätning i ett laboratorium. Detta kan vara en förklaring till de lägre temperaturer som SP redovisar där labmätningar används.

Diagrammet nedan visar minlasten i förhållande till intrimmad maxlast på båda oljebrännarna och båda gasbrännarna. Ju lägre minlast ju högre årsverkningsgrad. För två-lägesbrännare är den optimala minlast 35% och för modulerande brännare 10% (se kap 8). Av diagrammen framgår att gasbrännarna har bättre värden genom att minlasten har ett lägre värde relativt oljebrännarna. I diagrammet har även den optimala minlasten (=35%) för tvålägesbrännare lagts in i en stapel.

#### Minlast i % av maxlast



Oljebränn, gasbränn, optimal gasbränn

### 5.3 Emissionsmätningar.

#### 5.3.1 Oljeeldning, panna 2.

Mätningarna på panna 2 har genomförts av såväl Sydkraft AB som Statens Provningsanstalt.

Olja

Utförd av:	Sydkraft		SP	
Bränsleeff kW	252	180	242	172
CO <sub>2</sub> %	11,6	11,5	11,2	11,6
O <sub>2</sub> %	5,7	5,8		
CO ppm	29	25	<10	<10
NO <sub>x</sub> mg/MJ	61	59	63	55
SO <sub>2</sub> mg/MJ	47	49		
S mg/MJ			22	21
CxHx mg/MJ	<0,1	<0,1		
CxHx ppm			<2	<2
Stoft mg/MJ	36	-	-	-
Rökgastemp grad C	387	309	367	285
Förbrännings- verkningsgrad %	79,4	83,8	80,5	85,9

Vid oljeeldning konstaterade SP att vid brännarstopp erhöles toppar på 200-400 ppm för CO-halten samt 50-150 ppm i totalcolvätehalten (CxHx).

#### 5.3.2 Gaseldning, panna 2.

Mätningen har utförts av Statens Provningsanstalt.

Utförd av:	SP	
Bränsleeffekt kW.	276	144
CO <sub>2</sub> %	9,8	9,3
O <sub>2</sub>		
CO ppm	<10	<10
NO <sub>x</sub> mg/MJ	45	43
SO <sub>2</sub>	-	-
CxHx ppm	<2	<2
Stoft	-	-
Rökgastemp grad C	276	144
Förbrännings- verkningsgrad %	86,7	90,8

## 6 Felanalyser.

### 6.1 Felanalys för mätningarna av periodverkningsgrad.

Felvisningen i värmemängdsmätaren är lika för både oljefallet och gasfallet och påverkar därför inte slutsatserna. Mycket viktigt är däremot mätningen av tillförd energi i oljemätare och gasmätare.

#### Värmemängdsmätare.

Värmemängdsmätare SVMI 1-050-02-T består av följande delar: vattenmätardel, elektronikenhet, temperaturgivare samt integreringsverk.

Vattenmätardel DN 50, induktiv HG  
Q max = 60 m<sup>3</sup>/h  
Q n = 30 m<sup>3</sup>/h  
Q min = 0,3 m<sup>3</sup>/h

I Tröingeberg varierar vattenflödet mellan 20 och 25 m<sup>3</sup>/h vilket ger en maximal felvisning på +0,3% enligt test för båda de mätare som har används. Den vattenmätare, som användes under oljeperioden, byttes ca 3 månader efter övergången till naturgas pga gradvis ökande felvisning orsakad av magnetitavlagringar.

Samma elektronikenhet, integreringsverk (RV 82A) och temperaturgivare (PT 100 givare) har används under hela provet. Felvisningen från dessa komponenter har således varit lika för både oljefallet och naturgasfallet och påverkar ej slutresultatet.

### Gasmätare.

Gasmätare typ bälg har använts. Typbeteckning: G25.

Under perioden 1989-12-06 till 1990-06-01 användes mätare av fabrikat Rombach med tillverkningsnr 4170889.

Under perioden 1990-06-01 till 1991-02-28 användes mätare av fabrikat Elster med tillv nr 706998.

Diagram 6A visar en kurva med provningsresultaten för båda mätarna.

I diagram 6A visas även vilka olika gasflöden som kan förekomma vid olika brännare eller brännarkombinationer samt de medelgasflöden som uppmätts. Följande antagande har gjorts:

Under sommarhalvåret är effektbehovet som lägst vilket leder till att endast en av brännarna är i drift och då i minlastläget. Detta leder till ett mätfel på ca + 1,1% för båda mätarna.

Under vinterhalvåret bedöms den viktade felvisningen vara 0% för de effektkombinationer på brännarna som kan förekomma.

### Kompenseringsverk.

Som kompenseringsverk för omräkning till normal-kubikmeter har använts ICM GTP2 serienr 2484.

Tryckgivare: nr 29867

Temperaturgivare: serie nr (ej angivet)

Testprotokollet för kompenseringsverket visas i bilaga 6.

För Tröingebergsanläggningen gäller följande:

Gasttryck vid gasmätare ca 100 mbar.

Gastemp ca 18 grader C viktat över året.

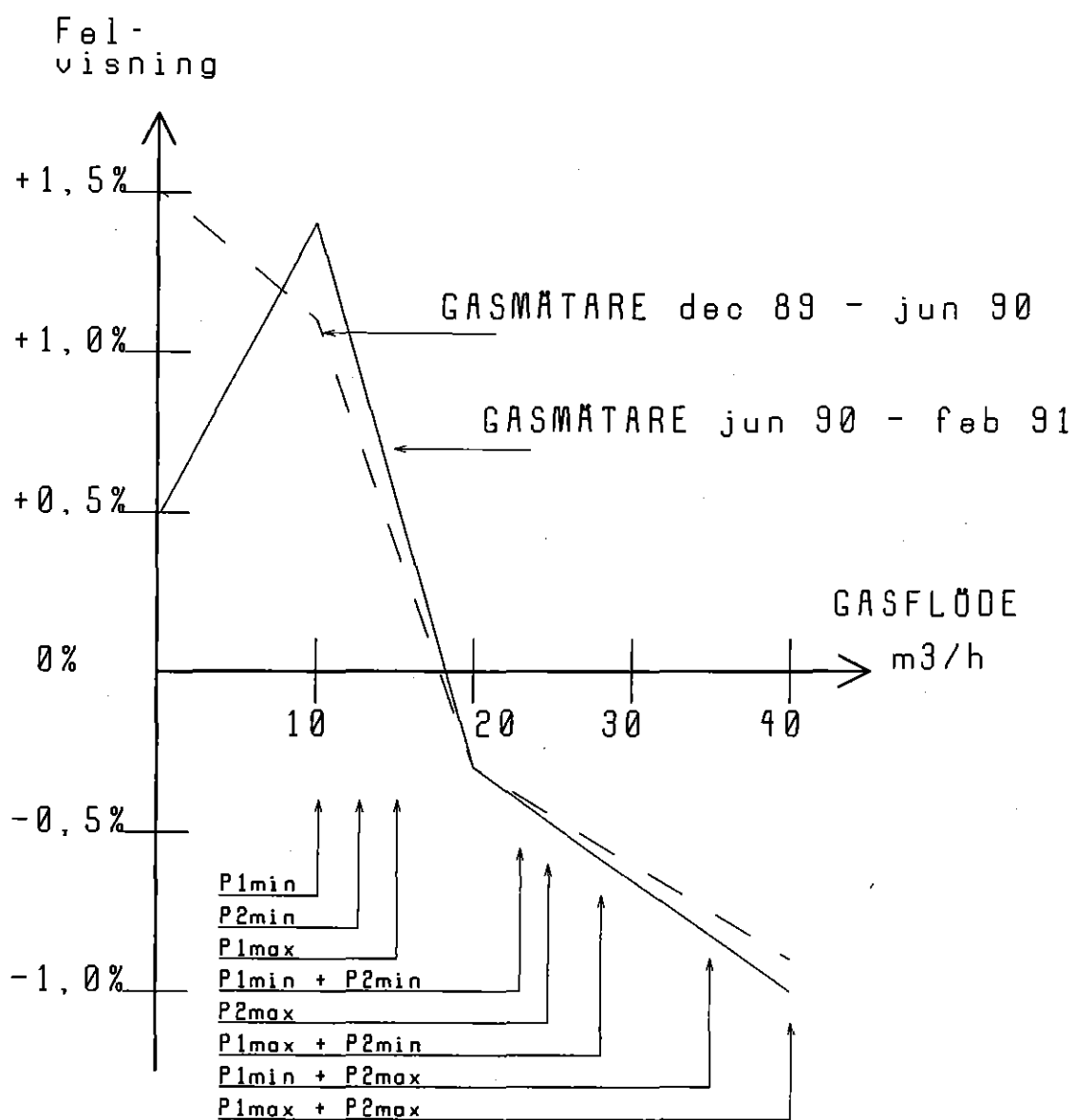
Detta ger felvisningen - 0,08%

Totala felvisningen vid mätning av naturgasflödet blir således:

Sommarhalvåret + 1,0 %

Vinterhalvåret - 0,1 %

# FELVISNING GASMÄTARE



P1 = BRÄNNARE PANNA 1

P2 = BRÄNNARE PANNA 2

Oljemätare.

Mätare A.

Märke Kent. Serienummer 86566164

Mätare B

Märke MINI MAJOR OIL METER. Serienr 555853

Kalibreringsbevisför oljemätarna visas i bilaga 3.

Kalibreringen har utförts vid två flöden som motsvarar brännarnas minlast resp maxlast. Medelfelet under hela året för båda oljemätarna tillsammans bedöms vara  $-0,35\%$   $\pm 0,2\%$ .

Data för använd olja (bilaga 2).

Oljetyp: tunnolja

Värmevärde:  $36,05 \pm 0,1$  MJ/liter ( $10,01 \pm 0,03$  kWh/l)Data för naturgasen (bilaga 5).Värmevärde:  $39,00 \pm 0,1$  MJ/m<sup>3</sup>n ( $10,83 \pm 0,03$  kWh/m<sup>3</sup>)**6.2 Felanalys för emissionsmätningarna.**

I bilaga 1 finns felanalyser som gäller för SYDKRAFTS emissionsmätningar. En sammanfattning visas nedan:

NOx-emission	<± 5,4%	av registrerat värde	
SO <sub>2</sub> -emission	<± 2,7%		"-"
Stoft-emission	<± 7 %		"-"

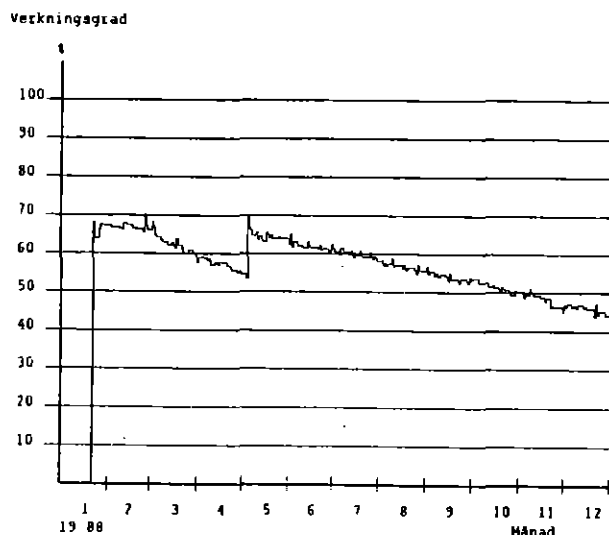
I bilaga 4 finns de felanalyser som gäller för Statens Provningsanstalts emissionsmätningar. En sammanfattning visas nedan:

NOx-emission	± 6%	av aktuellt värde	
Svavelemission	± 12%		"-"
Tillförd effekt	± 1,1%		"-"
Stoftemission	± 2 mg/MJ		



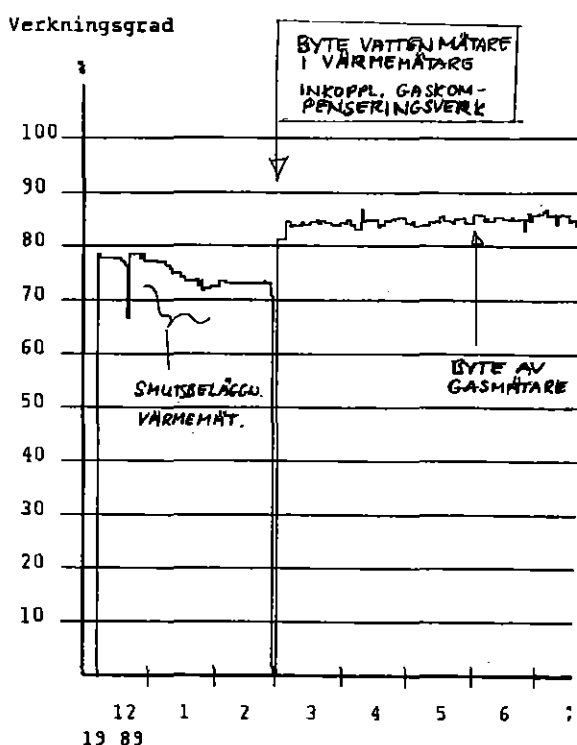
## 7 Erfarenheter.

Det största problemet under undersökningen har varit att vattenmätardelen i värmemängdsmätaren visat sig mycket känslig för smuts i form av magnetitutfällningar. En annan värmecentral, Lagmannen, var från början med i detta projekt men fick utgå efter ett års drift med oljeeldning pga att värmemängdsmätaren gradvis visade allt mer fel. Felet innebar att för låg värmemängd registrerades, vilket gav för låga verkningsgrader, se bild 7A.



**Bild 7A.**  
Periodverkningsgradens gradvisa försämring i kv Lagmannen.

Mätfelet ökar gradvis och kan endast upptäckas genom uppföljning av periodverkningsgraderna i ett diagram. Även Tröingebergs värmemängdsmätare fick magnetitbeläggningar i slutet av oljeeldningsperioden.



Efter ca 3 månaders drift med gas byttes vattenmätardelen i värmemängdsmätaren ut. Periodverkningsgraderna förändrades tydligt efter mätarbytet, se bild 7B. Perioden med felaktiga värden är ej med i rapportens analyser.

Efter bytet till ny vattenmätare har en avstämning utförts varje månad. Detta har gjorts genom att kontrollera medelvattenflödet vid varje avläsning. Ett konstant medelvattenflöde betyder riktiga mätvärden.

**Bild 7B.** Förändring efter mätarbyte i Tröingeberg.

## 8. Slutsatser och diskussioner.

Årsverkningsgraden har efter övergången till naturgas ökat från 79,2% till 84,6% dvs med 5,4%-enheter.

**Räknat som energibesparing motsvarar detta 6,4%.**

Denna verkningsgradshöjning beror huvudsakligen på den lägre rökgastemperaturen vid gaseldning. Pannorna sotades inför konverteringen till naturgas. Sot i en panna leder till högre rökgastemperatur. En annan bidragande orsak till verkningsgradshöjningen är att reglerområdet på gasbrännarna är något större än de oljebrännarna hade.

Årsverkningsgraden hade kunnat höjas ytterligare några %-enheter om gasbrännarna haft ett optimalt reglerområde. Förklaringen till reglerområdets betydelse för årsverkningsgraden ges i utredningen "Årsverkningsgrader för 2-stegs och modulerande gasbrännare" 1987, Sydkraft/Kjell Wanselius).

Emissionsmätningarna visar minskningar för kväveoxider och koloxid efter övergång till gaseldning. Vid gaseldning utfördes ej mätningar på stoft och svavelutsläppen där vet vi från mätningar på andra gasanläggningar att värdena är nära noll.

Kväveoxiderna, NO<sub>x</sub>, har minskat från 62 till 45 mg/MJ dvs med 27%. Detta är en mindre minskning än vad som brukar vara normalt vid gaskonverteringar. Orsaken är att NO<sub>x</sub> värdet vid oljeeldning var lägre än normalt medan NO<sub>x</sub> värdet vid gaseldning är normalt.

Det finns flera faktorer som påverkar NO<sub>x</sub> bildningen. Förutom bränslet påverkar brännarkonstruktion och pannkonstruktion. Någon undersökning har ej gjorts om orsaken till de låga NO<sub>x</sub> värdena under oljeeldningsperioden.

**BILAGOR.**

Bilaga 1.  
"Rapport över uppmätning av utsläpp från oljepanna i panncentral, Falkenberg. Författare Håkan Henriksson, avd Värmeteknik TVS, SYDKRAFT.

Bilaga 2.  
"Analys av eldningsolja 'Tröingeberg'", Statens Provningsanstalt.

Bilaga 3.  
"Kalibreringsbevis för oljemängdsmätare", Statens Provningsanstalt.

Bilaga 4.  
Utdrag ur rapporten "Konvertering till naturgas-  
Förändring i prestanda och emissioner".  
Författare Lennart Gustavsson, Statens  
Provningsanstalt.

Bilaga 5.  
Data för naturgas

Bilaga 6.  
Kalibreringsprotokoll för gasmätare med  
kompenseringsverk.

Bilaga 7.  
Mätresultat oljeeldningsperioden.

Bilaga 8.  
Mätresultat gaseldningsperioden.

Från		Dokumentnamn		BILAGA 1	
VÄRMETEKNIK TVS		RAPPORT			
Författare		Datum		Dnr	
Håkan Henriksson <i>hh</i>		900118		TV-9001-88	
Utskr		Tagit del		Tillstyrkt	
Bca				Godkänt	
Till				<i>ef</i>	
C3: TBE Rol		TV-Arkiv			
C4: TVS Hah R11 Kew					

Ärende	Ref
Rapport över uppmätning av utsläpp från oljepanna i panncentral, Falkenberg	0000.800

Sammanfattning Mätningar har utförts på oljepanna i Tröingeberg, Falkenberg, 891117.

Följande parametrar redovisas i rapporten:  
tillförd effekt, rökgastemperatur, CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, C<sub>x</sub>H<sub>x</sub> och stofthalt.

- Bilagor 1: Mätresultat låg effekt  
2: "-  
3: Mätresultat hög effekt  
4: "-

## Anläggning

Panncentralen består av två identiska pannor varav emissionsmätning utförts på en av dessa.

Panna: Parca Wirbex S  
Tillverkningsår: 1972  
Effekt: 250 Mcal/h  
Drifttemp max: 120 °C

Brännare: Bentone LDBH-0  
Tillverkningsår: 1972  
Min kapacitet: 21,0 kg/h  
Max kapacitet: 50,0 kg/h  
Bränsle: E01

## Mätmetoder

### O<sub>2</sub>-halt

Ett delgasflöde utsugs, torkas och filtreras varefter gasen analyseras i en Thermox WDG-P. Analysmetoden är baserad på zirkoniumcell. Mätaren är före prov kalibrerad med certifierad gas. Totala onoggrannheten är mindre än  $\pm 2,2\%$  av registrerat värde.

### CO<sub>2</sub>, CO-halt

Ett delgasflöde utsugs, torkas och filtreras varefter gasen analyseras i en Horiba PIR 2000. Analysmetoden är baserad på IR-strålning. Mätaren är före prov kalibrerad med certifierad gas. Totala onoggrannheten är mindre än  $\pm 2,6\%$  av registrerat värde.

### NO<sub>x</sub>-halt

Ett delgasflöde späds mycket noggrant direkt i utsugningssonden placerad i rökgaskanalen med ett EPM-utspädningssystem. Gasen analyseras därefter i ett Monitor Lab 8840 instrument med avseende på NO<sub>x</sub>-halten i fuktig gas. Analysmetoden baseras på chemiluminiscensstrålning. Totala onoggrannheten är  $< \pm 5,4\%$  av registrerat värde.

### Temperatur

Temperaturen uppmäts med termoelement typ K som är anslutet till datainsamlingssystemet. Totala onoggrannheten är  $< \pm 2,3$  °C upp till 450 °C, därefter  $< 0,78\%$ .

### SO<sub>2</sub>-halt

Ett delgasflöde späds mycket noggrant direkt i utsugningssonden placerad i rökgaskanalen med ett EPM-utspädningssystem. Gasen analyseras därefter i ett Monitor Lab 8800 instrument med avseende på SO<sub>2</sub>-halten i fuktig gas. Analysmetoden baseras på UV-strålning. Totala onoggrannheten är  $< \pm 2,7\%$  av registrerat värde.

### Stofthaltsbestämning

Ett delgasflöde utsugs isokinetiskt ur rökgaskanalen. Vattenången avskiljs i en kylare, restfukten absorberas i silikagel och provgasvolymen uppmäts därefter med kalibrerat gasur. Stoftpartiklarna uppsamlas på ett borosilikatglasfilter (Munktell MG 160 142 mm). Filtrets avskiljningsgrad är 99,998% av partiklar större än 0,3  $\mu\text{m}$ . Filtret torkas vid 105 °C och vägs före och efter stoftmätningen. Stoftmängden bestäms lika med viktökningen. Totala onoggrannheten är mindre än  $\pm 7\%$  av beräknat värde. Mätmetoden följer helt SNV:s meddelande 1821.

### Ekvivalent SO<sub>2</sub>-koncentration

Ekvivalenta SO<sub>2</sub>-koncentrationen beräknas med utgångspunkt från uppmätta O<sub>2</sub>- och SO<sub>2</sub>-halter samt bränslets elementar- och värmevärdesbestämning. Ekvivalenta SO<sub>2</sub>-koncentrationen beräknas med avseende på bränslets effektiva värmevärde. Alla gasdata beräknas som icke ideal gas.

### Ekvivalent NO<sub>x</sub>-koncentration

Ekvivalenta NO<sub>x</sub>-koncentrationen beräknas med utgångspunkt från uppmätta O<sub>2</sub>- och NO<sub>x</sub>-halter samt bränslets elementar- och värmevärdesbestämning. Ekvivalenta NO<sub>x</sub>-koncentrationen beräknas med avseende på bränslets effektiva värmevärde och densiteten för NO<sub>x</sub> räknas som densiteten för NO<sub>2</sub>. Alla gasdata beräknas som icke ideal gas.

### C<sub>x</sub>H<sub>x</sub>-halt

Ett delgasflöde utsugs med en uppvärmd mätgasledning, varefter gasen analyseras i en Bernath Atomic modell 3005. Analysmetoden är baserad på flamjonisation. Mätaren är före prov kalibrerad med certifierad gas. Totala onoggrannheten är mindre än  $\pm 2.7\%$  av registrerat värde.

### Datainsamling

Datainsamling sker med ett distribuerat datalogssystem till en portabel PC, där mätvärdena lagras på hård-disk. Mätvärdena överförs efter avslutad mätning via bandkassett till en IBM-AT för utvärdering, beräkning och plottning.

Följande mätvärden insamlades var 10:e sek under provet:

- 1 NO<sub>x</sub>-halt
- 2 SO<sub>2</sub>-halt
- 3 O<sub>2</sub>-halt

- 4 CO<sub>2</sub>-halt
- 5 CO-halt
- 6 C<sub>x</sub>H<sub>x</sub>-halt
- 7 Rök-gastemperatur
- 8 Lufttemperatur

Oljemängdsmätare avlästes:

Oljeflöde hög effekt: 25,2 l/h

Oljeflöde låg effekt: 18,0 l/h

Emissionsmätning hög effekt

Mättag	dat	891117
Provstart	kl	16.00
Effektiv provtid	h	0,5
<u>Medelvärden</u>		
Tillförd effekt	kW	252
Oljeflöde	l/h	25,2
Beräknad verkningsgrad	%	79,4
Lufttemperatur	°C	6,2
Luftryck	hPa	1028
Luftfuktighet	%	87
Rökgastemperatur	°C	387
O <sub>2</sub> -halt	% tg	5,7
CO <sub>2</sub> -halt	% tg	11,6
CO-halt	ppm tg	28,9
NOx-halt	ppm fg	76,6
Ekvivalent NOx-koncentration	mg/MJ	60,8
SO <sub>2</sub> -halt	ppm fg	42,0
Ekvivalent SO <sub>2</sub> -koncentration	mg/MJ	46,9
C <sub>x</sub> H <sub>x</sub> -halt (ekv propan)	ppm fg	<0,1
Ekv C <sub>x</sub> H <sub>x</sub> -konc (ekv propan)	mg/MJ	<0,1

tg = torr gas

fg = fuktig gas



Emissionsmätning låg effekt

Mättag	dat	891117
Provstart	kl	15.00
Effektiv provtid	h	0,5
<u>Medelvärden</u>		
Tillförd effekt	kW	180
Oljeflöde	l/h	18,0
Beräknad verkningsgrad	%	83,8
Lufttemperatur	°C	6,6
Lufttryck	hPa	1028
Luftfuktighet	%	87
Rökgastemperatur	°C	309
O <sub>2</sub> -halt	% tg	5,8
CO <sub>2</sub> -halt	% tg	11,5
CO-halt	ppm tg	24,8
NO <sub>x</sub> -halt	ppm fg	73,4
Ekvivalent NO <sub>x</sub> - koncentration	mg/MJ	58,6
SO <sub>2</sub> -halt	ppm fg	43,3
Ekvivalent SO <sub>2</sub> - koncentration	mg/MJ	48,6
C <sub>x</sub> H <sub>x</sub> -halt (ekv propan)	ppm fg	<0,1
Ekv C <sub>x</sub> H <sub>x</sub> -konc (ekv propan)	mg/MJ	<0,1

tg = torr gas

fg = fuktig gas

Stoftmätning

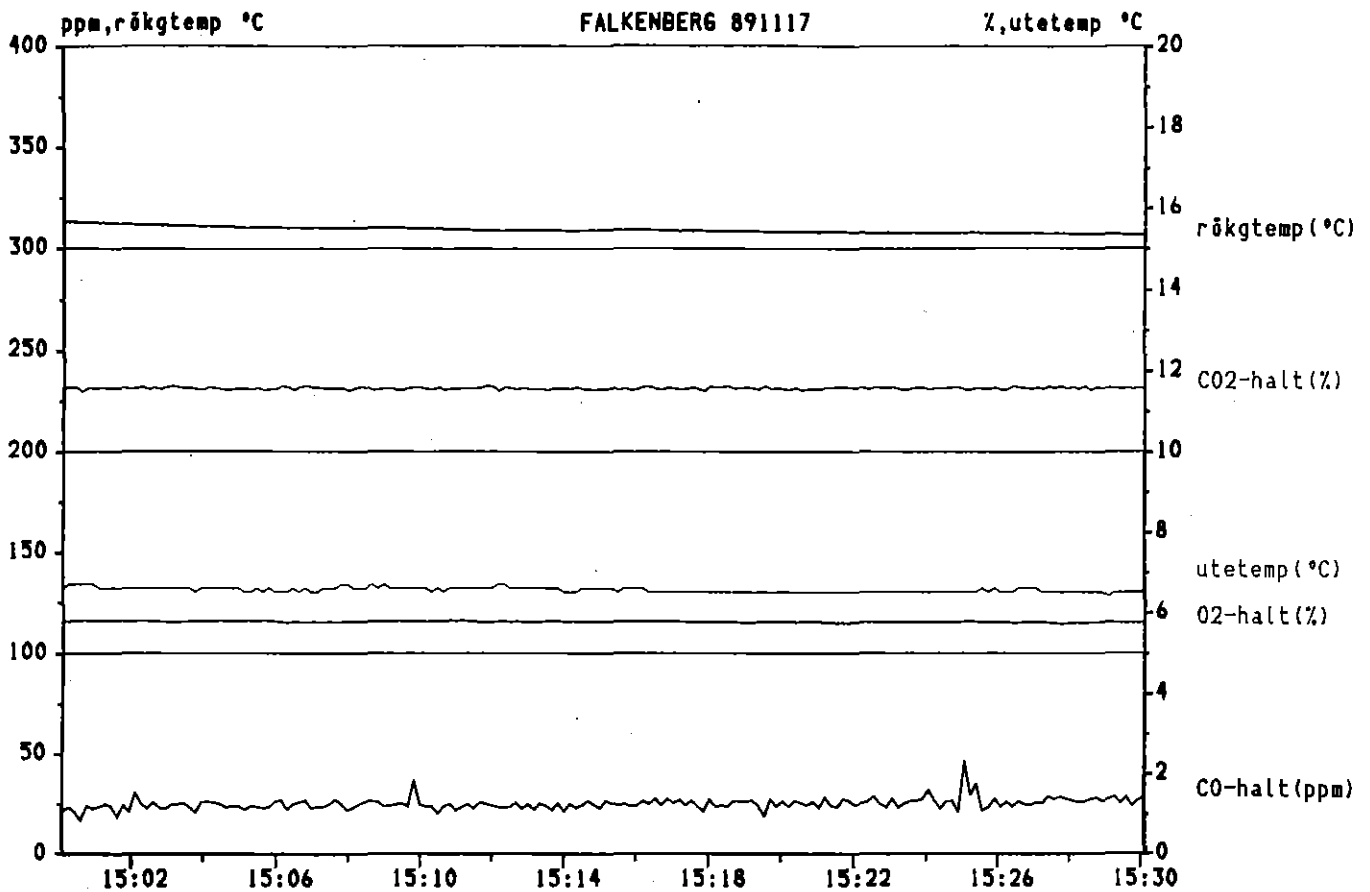
Mättag	dat	891117
Provstart	kl	15.31
Effektiv provtid	min	64
Mätplanets area	m <sup>2</sup>	0,017

Medelvärden

Utsugen volym gasur	nm <sup>3</sup> tg	1,439
Invägd stoftmängd	mg	50,3
O <sub>2</sub> -halt	% tg	5,7
Fukthalt	g/kg tg	43
Rökgastemp	°C	387
Stofthalt	mg/nm <sup>3</sup> tg	35,7
Stofthalt korr 10 vol% tg CO <sub>2</sub>	mg/nm <sup>3</sup> tg	30,7
Stofthalt korr 13 vol% tg CO <sub>2</sub>	mg/nm <sup>3</sup> tg	39,9
Stofthalt	mg/MJ	12,3

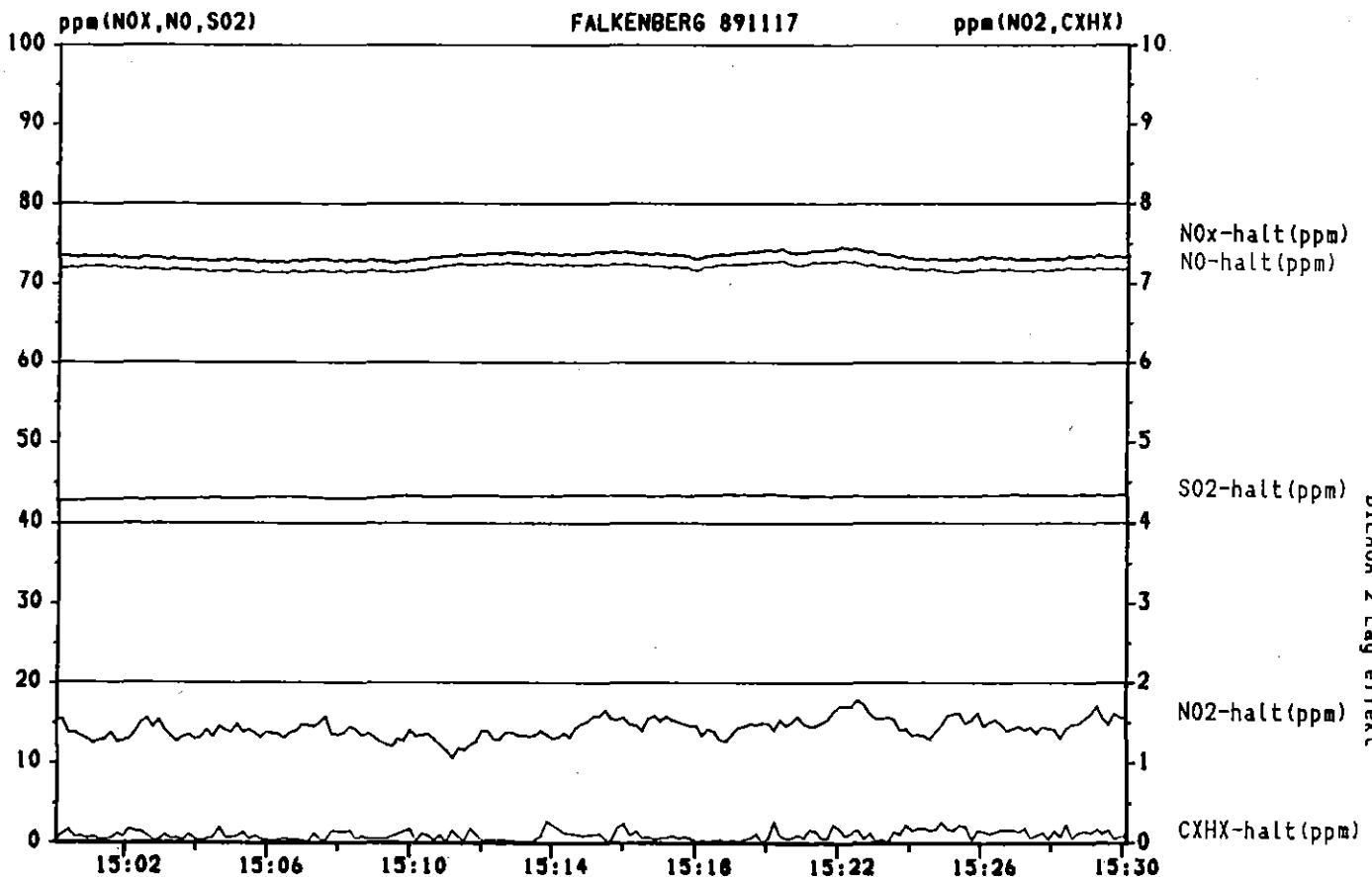
nm<sup>3</sup> = normalkubikmeter

tg = torr gas



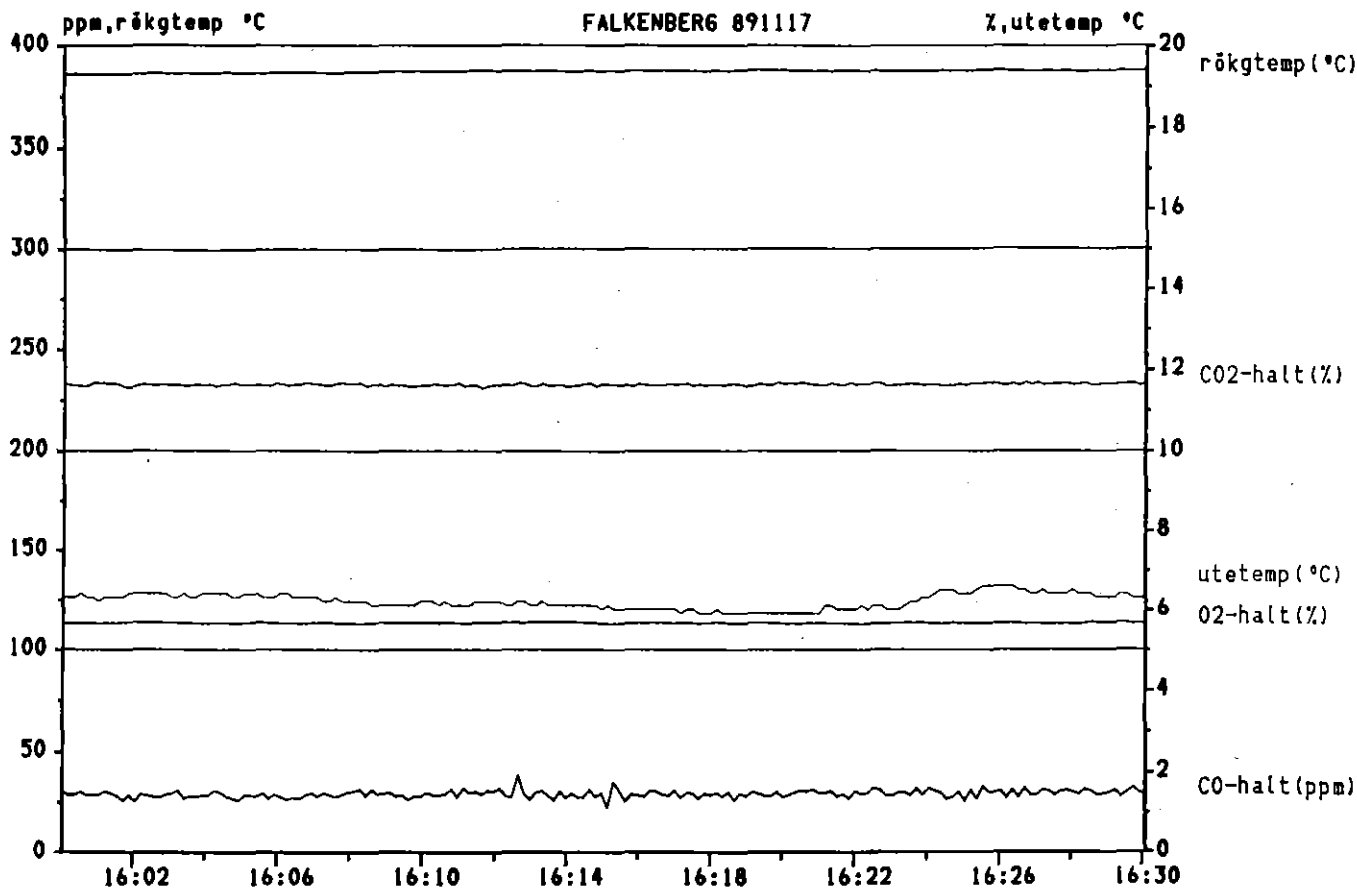
SYDKRAFT TVS 891130

BILAGA 1-Låg effekt



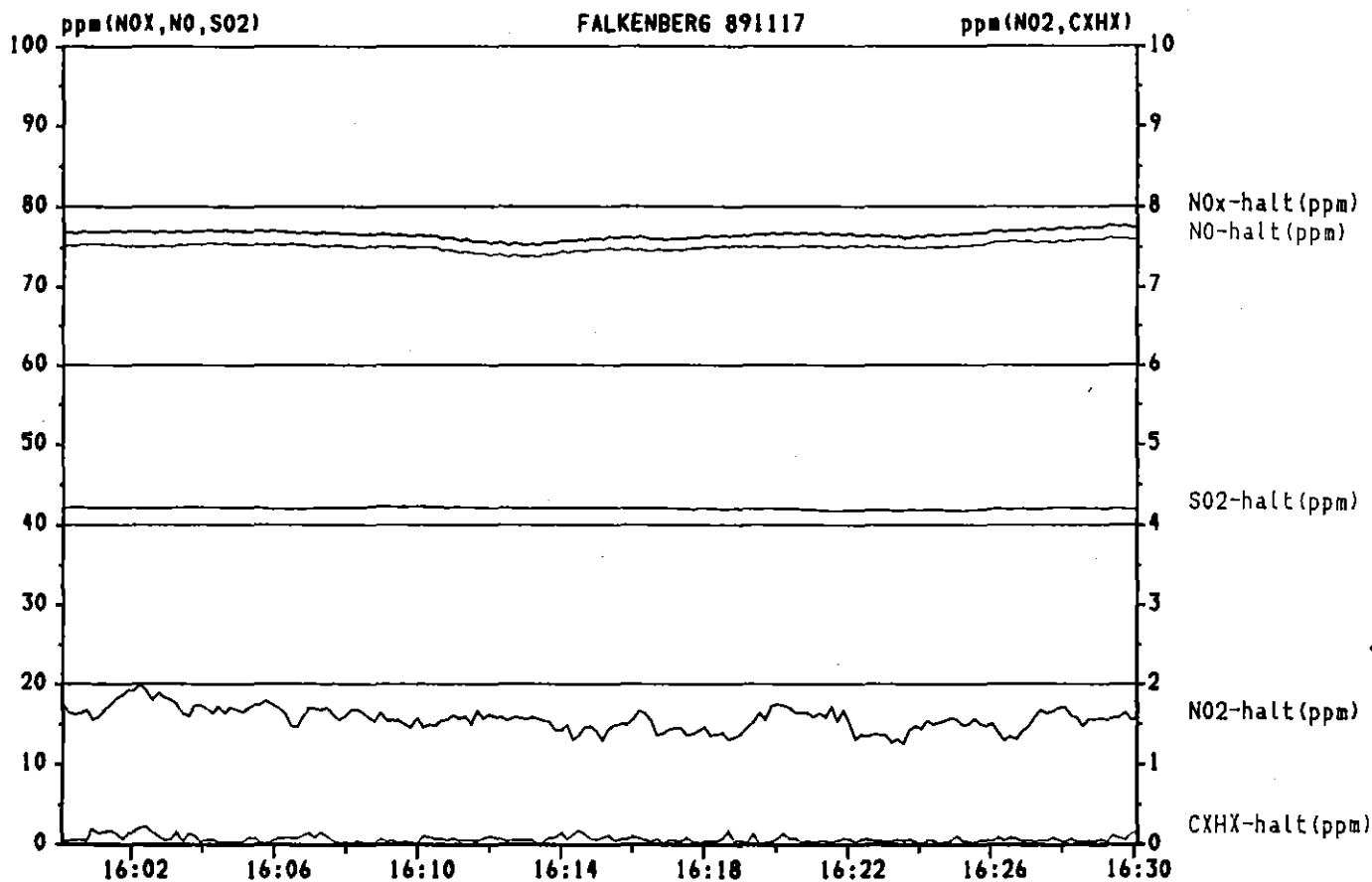
SYDKRAFT TVS 891130

BILAGA 2-Låg effekt



BILAGA 3-Hög effekt

SYDKRAFT TVS 891130



BILAGA 4-Hög effekt

SYDKRAFT TVS 891130



STATENS  
PROVNINGSANSTALT  
Swedish National Testing Institute

Kemisk analys  
Jan Winblad, nl/1170F

PROTOKOLL

Datum/Date  
1990-01-12  
Ert datum/Your date

BILAGA 2

Beteckning/Reference  
87E16007:4  
Er referens/Your reference

ETF (Lennart Gustavsson)

Analys av eldningsolja "Tröingeberg"

Föremål 1 prov eldningsolja.  
Uppdrag Densitet, kol, väte, kväve, svavel och värmevärde.  
Beteckning "Oljeanalys. "Tröingeberg 87E1 6007:3

Resultat

På prov i inlämningstillstånd


		Method
Densitet vid 20 °C	0,8446 g/cm <sup>3</sup>	SS-ISO 3838
Svavel, S.	0,11 %	ASTM D 4239 C
Kol, C	86,3 %	Elementaranalysator
Väte, H	13,8 %	"
Kväve, N	<0,1 %	"
Kalorimetriskt värme- värde vid konstant volym	45,61 MJ/kg	ASTM D 240
Effektivt värmevärde vid konstant tryck	42,68 MJ/kg	"

STATENS PROVNINGSANSTALT  
Kemisk analys

*Karin Berglund*  
Karin Berglund


*Jan Winblad*  
Jan Winblad

## BILAGA 3

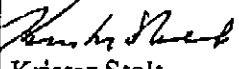



Mått och Vikt  
Box 857  
501 15 BORÅS

Tel 033 - 16 50 00  
Telex 36252 testing s  
Telefax 033 - 10 69 73



**KALIBRERINGSBEVIS**  
utfärdat av riksmätplats  
CALIBRATION CERTIFICATE issued by a National Laboratory

Nummer (Number) 01-D91040	Sida (Sidantal) Page (of) 1 (1)
Ort (Location) Borås	Kalibreringsdatum (Date of calibration) 1991-02-28
Ansvarig för mätplatsen (Laboratory head)  Krister Stolt	
Ansvarig för mätningen (Calibration performed by)  Bengt Görjesson	

Riksmätplats utses av regeringen enligt lag om riksmätplatser m m (SFS 1974:897) och kungörelse om riksmätplatser m m (SFS 1974:899, ändrad och omtryckt som 1983:639). Se även bevisets baksida.

National laboratories are appointed by the Swedish Government under the terms of the Act relating to National Laboratories inter alia (SFS 1974:897) and the Order relating to National Laboratories inter alia (SFS 1974:899, revised and re-issued as Order No. 1983:639). See also other side.

Uppdragsgivare KW Energiprodukter, Stockholm.

SPs uppdragsnr V20097

Mätobjekt Kent oljemätare, serienr: 86 566164.

Uppdrag Kalibrering.

Mätmiljö Omgivningstemperatur: +18 °C.  
Provvätska: Exxsol D-80.

Mätmetod Mätaren har kalibrerats med stående start och stopp mot SPs volymnormal SP140/86, 5 liter (kalibreringsbevisnr 01-D86294). Korrigering från normalens referenstemperatur har gjorts.

Resultat	Flöde l/min	Tryck MPa	Temperatur °C	Felvisning %	Variationsvidd %
	0,43	0,2	20,2	-0,12	0,02
	0,30	0,2	20,3	-0,15	0,00

Varje värde anger medelvärdet av tre upprepade mätningar med variationsvidden som spridningsmått.

Mätosäkerhet Kalibreringens mätosäkerhet är mindre än 0,1 %.

Spårbarhet Volymnormalens spårbarhet har erhållits genom utvägning med vatten. Vattnets densitet är känd genom hydrostatisk vägning av en, genom längdmätning, till volymen känd kropp. Längdmätningen och massabestämningen är direkt spårbar till riksmätplatsen för längd resp massa.





Mått och Vikt  
Box 857  
501 15 BORÅS

Tel 033 - 16 50 00  
Telex 36252 testing s  
Telefax 033 - 10 69 73



# KALIBRERINGSBEVIS

utfärdat av riksmätplats

CALIBRATION CERTIFICATE issued by a National Laboratory

Nummer (Number)

01-D91039

Side (Sidantall) Page (of)

1 (1)

Ort (Location)

Borås

Kalibreringsdatum (Date of calibration)

1991-02-28

Ansvarig för mätplatsen (Laboratory head)

Krister Stolt

Ansvarig för mätningen (Calibration performed by)

Bengt Börjesson

Riksmätplats utses av regeringen enligt lag om riksmätplatser m.m (SFS.1974:897) och kungörelse om riksmätplatser m.m (SFS.1974:899, ändrad och omtryckt som 1983:639). Se även bevisets baksida.

National laboratories are appointed by the Swedish Government under the terms of the Act relating to National Laboratories inter alia (SFS 1974:897) and the Order relating to National Laboratories inter alia (SES.1974:899, revised and re-issued as Order No. 1983:639). See also other side.

Uppdragsgivare KW Energiprodukter, Stockholm.

SPs uppdragsnr V20097

Mätobjekt Kent oljemätare, serienr: 555853.

Uppdrag Kalibrering.

Mätmiljö Omgivningstemperatur: +18 °C.  
Provvätska: Exxsol D-80.

Mätmetod Mätaren har kalibrerats med stående start och stopp mot SPs volymnormal SP140/86, 5 liter (kalibreringsbevisnr 01-D86294). Korrigering från normalens referenstemperatur har gjorts.

Resultat	Flöde l/min	Tryck MPa	Temperatur °C	Felvisning %	Variationsvidd %
	0,43	0,2	20,2	-0,57	0,2
	0,30	0,2	20,3	-0,40	0,1

Varje värde anger medelvärdet av tre upprepade mätningar med variationsvidden som spridningsmått.

Mätosäkerhet Kalibreringens mätosäkerhet är mindre än 0,2 %.

Spårbarhet Volymnormalens spårbarhet har erhållits genom utvägning med vatten. Vattnets densitet är känd genom hydrostatisk vägning av en, genom längdmätning, till volymen känd kropp. Längdmätningen och massabestämningen är direkt spårbar till riksmätplatsen för längd resp massa.

**Konvertering till naturgas -  
Förändring i prestanda och emissioner**

Lennart Gustavsson  
Statens provningsanstalt



## 3 MÄTUTRUSTNING

Samtliga intensivmätningar har genomförts med i stort sett identisk mätutrustning. Följande givare och analysinstrument har använts:

Temperatur: Pt 100-motstånd, onoggrannhet  $\pm 0,1$  °C

Alternativt har för avgastemperatur använts termoelement typ K, onoggrannhet  $\pm 2$  °C

Ångtryck: Anläggningarnas egna givare, som kalibrerats.

CO<sub>2</sub>-halt: IR-instrument, typ BINOS  $\bar{V}$  alt BINOS 100  
Onoggrannhet:  $\pm 0,1$  % CO<sub>2</sub>

CO-halt: IR-instrument, typ BINOS  $\bar{V}$  alt BINOS 100  
Onoggrannhet:  $\pm 10$  ppm

NO<sub>x</sub>-halt: Kemiluminiscensinstrument, typ Beckman 951  
Onoggrannhet:  $\pm 1$  ppm (0-100 ppm)  
 $\pm 2$  ppm (0-250 ppm)

SO<sub>2</sub>-halt: UV-instrument typ Binos  
Onoggrannhet:  $\pm 5$  ppm

Totalkolvätehalt: Flamjonisationsinstrument typ JUM  
Onoggrannhet:  $\pm 1$  ppm (0-10 ppm)

Stofthalt: Provtagningsutrustning typ Metlab Midi STL.

Data från analysinstrument och termoelement har insamlats med datalogger typ INTAB. Data från Pt 100-givare har insamlats med datalogger typ Acurex. Beräkning av medelvärden etc har gjorts med INTAB's utvärderingsprogram.

Beräkning av avgasförluster och emissionsvärden har gjorts med PC-programmet BURN, utvecklat och marknadsfört av Onsala Energikontroll HB, Onsala.

Använd utrustning för långtidsmätningarna framgår av respektive anläggningsbeskrivning.

#### Feluppskattningar

Ovan har redovisats måtonoggrannheten hos använda givare och analysinstrument. Noggrannheten i beräknade värden på emissioner och pannverkningsgrader beror dock av flera ytterligare faktorer. De viktigaste är:

- 1) kalibrergasernas noggrannhet
- 2) uttagna gasprovs representativitet (stråkbildning etc)
- 3) noggrannhet i värmevärdesbestämning

Onoggrannheten i bränslemängdsbestämningen påverkar ej beräknade värden för emissioner och pannverkningsgrad, eftersom beräkningarna görs per bränsleenhet. Däremot påverkas bestämningen av tillförd och avgiven effekt direkt.

Ur jämförelsesynpunkt gas/olja har faktor 2) eliminerats så långt möjligt genom att mätning skett på exakt samma punkter vid mätning på både gas- och oljedrift. I anläggning 1 genomfördes dessutom traversering för att eliminera inverkan av strålbildningen. I den fortsatta betraktelsen bortses därför från denna faktor.

De använda kalibrergasernas relativa noggrannhet har av leverantören angivits till:

$\text{CO}_2$ :  $\pm 1,7$  %,  $\text{CO}$ :  $\pm 2$  %,  $\text{CH}_x$ :  $\pm 2$  %,  $\text{NO}_x$ :  $\pm 5$  %,  $\text{SO}_2$ :  $\pm 10$  %.

Onoggrannheten i värmevärdesbestämningen kan sättas till  $\pm 0,1$  MJ/kg resp  $\pm 0,1$  MJ/m<sup>3</sup>n för olja resp gas. Onoggrannheten hos olje- och gasmätare har satts till  $\pm 1$  % i samtliga fall, även om den är bättre i vissa anläggningar, där kalibrering skett.

Värden på strålnings- och konvektionsförluster har måst antagas i samtliga fall utom ett. Eftersom samma antagande gjorts för både gas och olja bortses också från denna felkälla.

Då samtliga felfaktorer vägts samman erhålls följande beräknade onoggrannheter.

Pannverkningsgrad:	$\pm 0,3$	procentenheter
$\text{NO}_x$ -emission:	$\pm 6$ %	av aktuellt värde
Svavelemission:	$\pm 12$ %	"-
Tillförd effekt:	$\pm 1,1$ %	"-
Avgiven effekt:	$\pm 1,2$ %	"-

Onoggrannheten i stoftemissionen kan sättas till  $\pm 2$  mg/MJ.

## 4.5 Brf Tröingeberg, Falkenberg

Panncentralen i Tröingeberg består av två st identiska varmvattenpannor à 290 kW, som förser bostadsområdet med värme och varmvatten. Mätningar genomfördes på panna 2, som är den panna på vilken Sydkraft AB genomför långtidsmätningar.

Panna: Parca Wirbex S  
Effekt 250 Mcal/h  
Tillv nr 5001-00379  
Tillv år 1972

Brännare: Bentone LDBH-0  
Kapacitet 21-50 kg/h  
Tvåstegsreglering  
Tillv nr 412535  
Tillv nr 1972

Rökgas-  
system: Gemensam 13 m hög skorsten för båda pannorna  
Kanaldiameter 150 mm

Åtgärden vid konvertering

Vid konverteringen installerades gasbrännare i båda pannorna. I övrigt vidtogs inga åtgärder.

Gasbrännare: Elco EG03.380R-2  
Effekt 118-380 kW  
Injusterad till max 290 kW  
Tvåstegsreglering

Installerad mätutrustning

Oljemätare: Kent 86566164, 1-100 l/h

Gasmätare: Bälgmätare Rombach G25 0,25-40 m<sup>3</sup>/h

### Långtidsuppföljning

Energisystemet vid Scan-Väst har som nämnts ovan varit föremål för en grundlig utvärdering av Rolf Christensen. Detta redovisas i separat rapport från Svenskt Gastekniskt Centrum. Inom detta projekt har bl a årsmedelverkningsgraden för den aktuella pannan kartlagts för åren 1987, 1988 och 1989. 1987 eldades pannan enbart med olja, 1988 med delvis olja och delvis gas och 1989 eldades den med enbart gas.

Följande värden har erhållits:

$$\eta_{1987} = 77,9 \% \quad (\text{olja})$$

$$\eta_{\text{korr}, 1989} = 79,6 \% \quad (\text{gas})$$

Korrigeringen för 1989 innebär att årsmedelverkningsgraden korrigerats till samma lastförhållanden som för 1987. En förbättring på knappt två procentenheter vid övergång till gaseldning från oljeeldning har alltså konstaterats. För närmare detaljer hänvisas till ovan nämnda rapport.

#### 5.5 Brf Tröingeberg, Falkenberg

### Invensivmätningar

Mätningar på oljedrift före konvertering genomfördes 1989-11-24. Mätningar genomfördes under konstanta förhållanden på de båda effektstegen samt under termostatdrift för att registrera eventuella variationer i emissionsnivåer.

Mätningar på gasdrift efter konvertering genomfördes 1990-02-01. Mätningen genomfördes under samma driftmässiga förhållanden som vid oljedrift.

**TRÖINGEBERG, FALKENBERG**  
**Resultat av intensivmätningar**

Provperiod	Olja, maxlast	Olja, dellast	Gas,maxlast	Gas,dellast
Provtid, min	53	32	15	56
Oljemängd, kg	18,2	7,6	0	0
Eff. värmevärde, MJ/kg	42,7	42,7	0	0
Gasmängd, m <sup>3</sup> n	0	0	6,35	12,2
Eff. värmevärde, MJ/m <sup>3</sup> n	0	0	39,1	39,1
Tillförd effekt, MW	0,242	0,172	0,276	0,144
CO <sub>2</sub> -halt, %	11,2	11,6	9,8	9,3
CO-halt, ppm	<10	<10	<10	<10
Rökgasttemperatur, gr C	367	285	276	144
SO <sub>2</sub> -halt, ppm	45	45	<5	<5
Svavelemission, mg S/MJ	22	21	<5	<5
NO <sub>x</sub> -halt, ppm	91	83	73	66
NO <sub>x</sub> -emission, mg NO <sub>2</sub> /MJ	63	55	45	43
Totalkolvätehalt, ppm	<2	<2	<2	<2
Stofthalt, mg/MJ	—	—	—	—
Rökgastförlust %	19,5	14,1	13,3	9,2
Pannverkningsgrad, %	79,3	84,2	85,7	89
Avgiven effekt, MW	0,192	0,145	0,237	0,128

Pannverkningsgrad och avgiven effekt är beräknade med en antagen strålnings- och konvektionsförlust på 1,0 % av nominell effekt

### Termostatdrift

Vid termostatdrift på olja konstaterades spikar i CO-halten vid brännarstopp på 200-400 ppm. Likaledes konstaterades spikar i totalcolvätehalten på 50-150 ppm. Inga förändringar i emissionsnivåer i övrigt (t ex NO<sub>x</sub>-halter) konstaterades jämfört med drift vid konstant last. Vid termostatdrift på gas konstaterades inga väsentliga spikar i CO- eller totalcolvätehalt.

### Diskussion

Denna anläggning uppvisar mycket höga rökgastemperaturer, särskilt vid oljeeldning. Detta kan hänföras till att sotning vid oljedrift skett med mycket långa intervaller. I samband med konverteringen rengjordes pannan vilket förklarar den kraftiga sänkningen i rökgastemperatur. Även efter konvertering måste dock rökgastemperaturerna betraktas som relativt höga.

NO<sub>x</sub>-emissionen minskade vid övergång från olja till gas från ca 60 mg/MJ till 45 mg/MJ. Förändringen är mindre än i övriga anläggningar.

## BILAGA 5

## DATA FÖR NATURGAS

## Sammansättning:

Metan	91,1 vol%	81,04 vikt%
Etan	4,7 vol%	7,9 vikt%
Propan	1,7 vol%	4,73 vikt%
N-butan	1,4 vol%	4,68 vikt%
Kväve	0,6 vol%	0,93 vikt%
Koldioxid	0,5 vol%	1,22 vikt%

Övre värmevärde (kalorimetriskt)	43,20 MJ/mn <sup>3</sup> =12,00 kWh/mn <sup>3</sup>
Undre värmevärde (effektivt)	39,00 MJ/mn <sup>3</sup> =10,83 kWh/mn <sup>3</sup>

Denistet	0,807 kg/mn <sup>3</sup>
Relativ densitet	0,624



Avdelning/Ort TEM, Sege	Utfärdare Rjh	Datum 90-04-24	Exp av
Best: Rof Rolf Johnsson/Roland Brodin		Best datum	Exp den
Leveransadress Falkenbergs Energi Naturgasbutiken Stortorget 311 00 FALKENBERG		Beställarens adress Rof/TBE	
Önskad leveransdag	Leveranssätt ASG	Godsmärke	

Antal	Benämning och nr	Typ
1	Bälgmätare Elster G25 Nr: 706998 Provad 900417 hos Malmö Energi AB Protokoll skickat till Roland Brodin	

OBS! Kontrollera genast efter godsets ankomst att antal och apparatnummer är rätt. Skulle någon avvikelse förekomma, skall detta omgående meddelas.





Ny mätare

705173

Karlskrona 89-10-17

PROTOKOLL FÖR GASKOMPENSATOR

Instrument: ICM GTP2 1-2bar  
SERIENUMMER: 2484 TRYCKGIVARNUMMER: 29867

RÄKNEVERKSSTÄLLNING EFTER PROV:  
KOMPENSERAD VOLYM: 79 AKTUELL STÄLLNING: 79  
VOLYM: 54 AKTUELL STÄLLNING: 54

DEN KOMPENSERADE VOLYMEN BERÄKNAS MED FORMELN:

$$V_n = V * \frac{P * T_n}{P_n * T} * C$$

$$C = Z_n / Z$$

TABELLEN VISAR KOMPENSATORNS FEL  
I % AV BÖRVADET

		TEMPERATUR / GRADER CELCIUS :							
		-20.0	-10.0	0.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0
Pabs									
/ mbar :	1100.25	-0.00	-0.01	-0.05	-0.11	-0.06	-0.11	-0.06	-0.03
	1200.46	0.01	-0.09	-0.07	-0.03	-0.04	-0.14	-0.07	-0.07
	1400.57	0.02	-0.02	-0.04	-0.06	-0.02	-0.06	-0.03	-0.00
	1600.38	0.04	0.00	0.02	0.05	0.01	0.00	0.08	0.07
	1800.39	-0.08	-0.06	-0.04	0.03	-0.02	0.04	0.06	0.09
	1990.50	-0.13	-0.12	-0.05	-0.04	-0.03	0.00	0.01	0.04

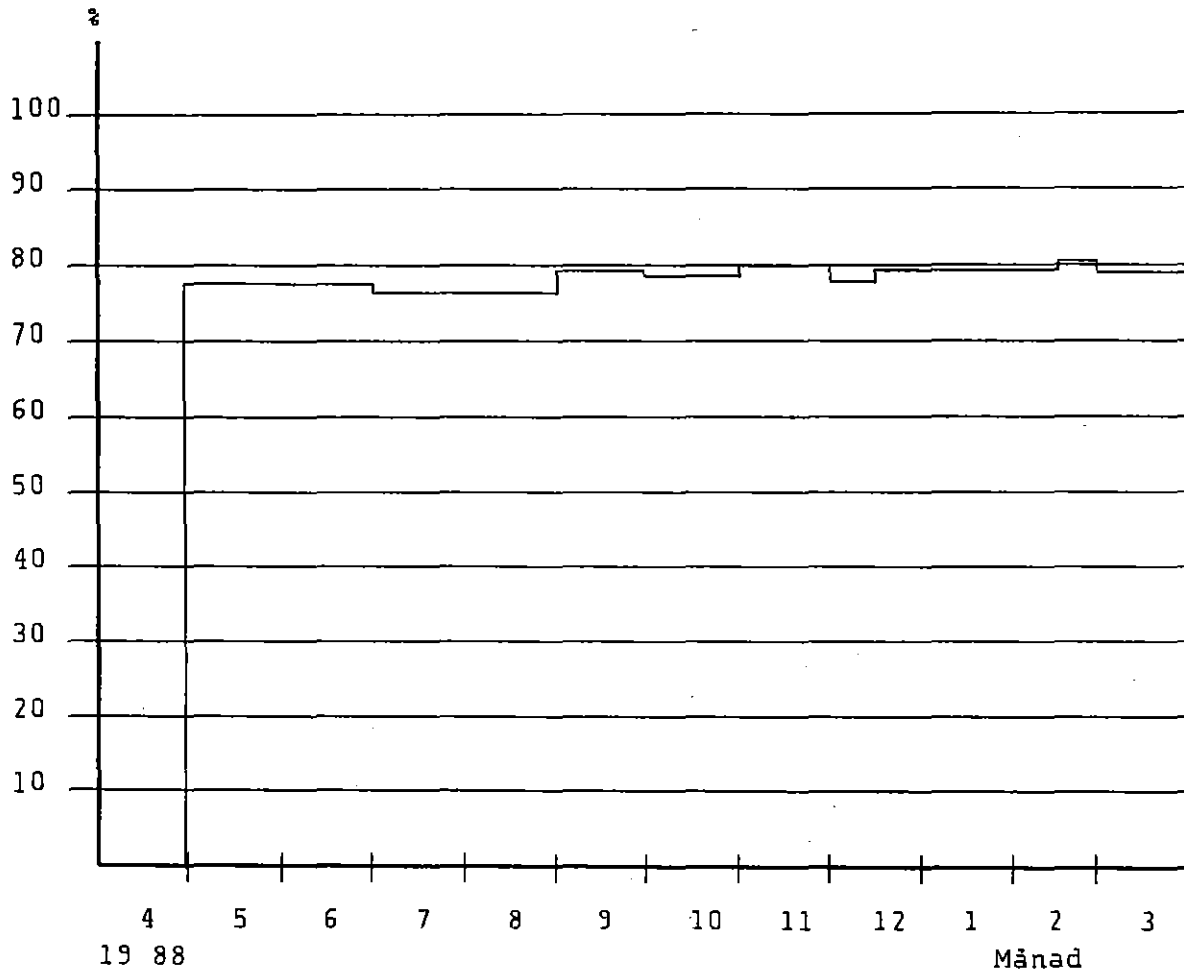
JUSTERARE: J-E.MANNEKLINT

Augusti 1988  
Kjell Wenselius

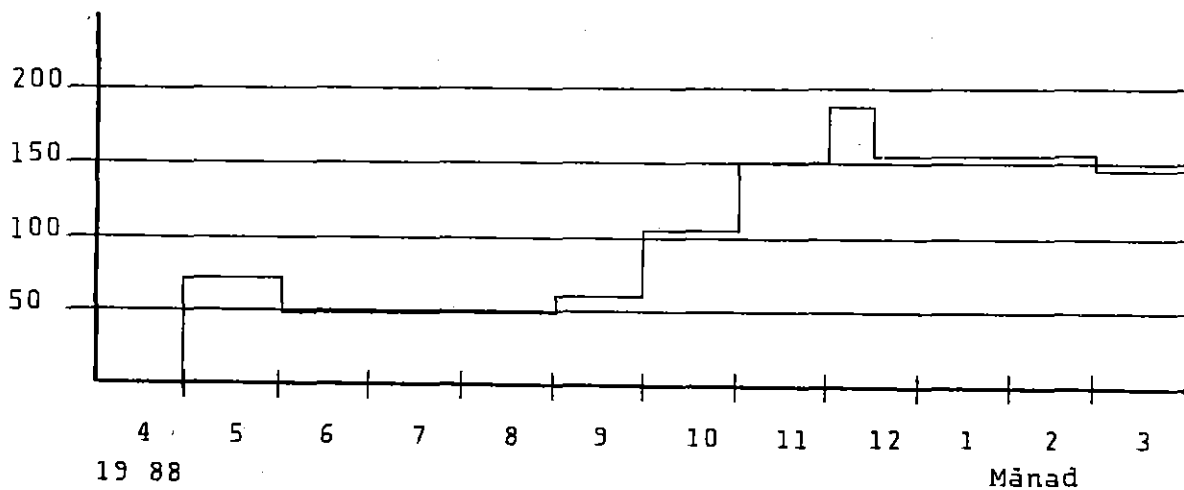
# PERIODVERKNINGSGRADER

Oljeeldning i kv Tröingeberg, Falkenberg

Verkningsgrad



Effekt  
kW



OLJEELDNING ETT ÅR, PERIODVERKN GRAD, MEDELEFFEKT

Oljefallet

Datum	Oljeförbrukn MWh	Antal timmar	Värmeleverans MWh	Medeleff kW	Period verkn.gr. %
88-03-31	-	-	-		
88-04-29	96.61	696.00	77.83	139	80.56
88-06-01	60.13	792.00	46.97	76	78.11
88-07-01	35.66	720.00	27.68	50	77.62
88-09-01	74.97	1488.00	57.33	50	76.47
88-09-30	43.72	696.00	34.86	63	79.74
88-11-01	82.82	768.00	65.23	108	78.76
88-12-01	109.71	720.00	88.10	152	80.30
88-12-16	68.13	360.00	53.03	189	77.84
89-02-16	230.43	1491.00	183.78	155	79.75
89-03-01	48.33	309.00	39.11	156	80.93
89-03-31	104.01	720.00	82.29	144	79.12

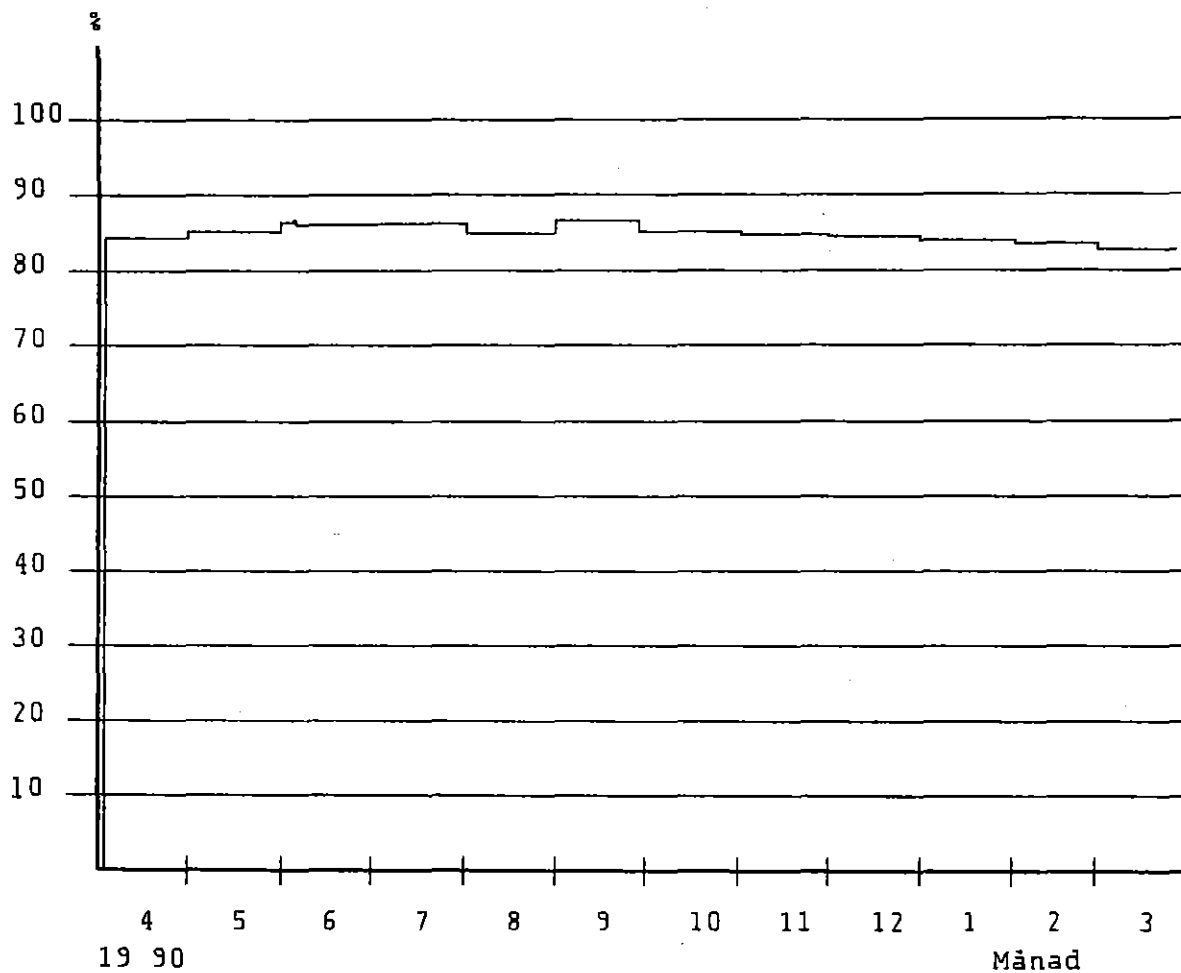
Period	Oljeförbr MWh	Antal timmar	Värmelev MWh	Medeleff kW	Period verkn.gr. %
nov-feb	408.27	2571.00	324.91	158.80	79.58
jun-aug	110.63	2208.00	85.01	50.10	76.84
Hela året	954.51	8760.00	756.21	108.96	79.23

1990  
Kjell Waneelius

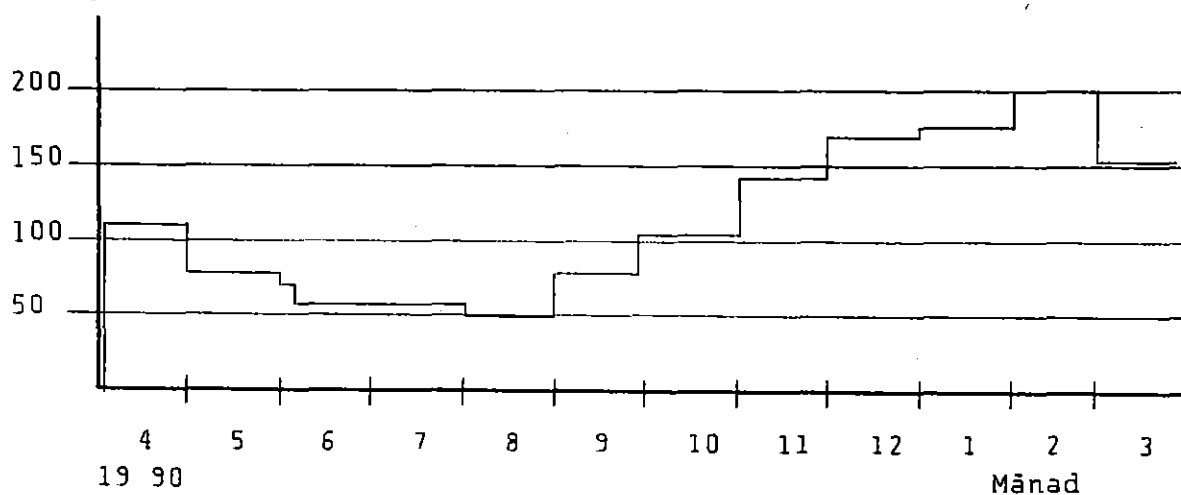
# PERIODVERKNINGSGRADER

Gaseldning i kv Tröingeberg, Falkenberg

Verkningsgrad



Effekt  
kW



GASELDNING ETT ÅR, PERIODVERKN GRAD, MEDELEFFEKT TABELL

Gasfallet

Datum	Gas- brukn MWh	Antal timmar	Värmeleve- rans MWh	Medeleff kW	Period verkn.gr. %
90-04-02	-	-	-		
90-04-30	75.66	672.67	64.05	112	84.66
90-05-31	58.52	744.83	50.09	79	85.60
90-06-05	8.31	118.67	7.20	70	86.65
90-07-02	37.05	648.08	31.94	57	86.20
90-08-01	41.46	719.75	35.88	58	86.54
90-08-31	35.43	719.92	30.11	49	85.00
90-09-28	53.90	672.08	46.80	80	86.83
90-11-01	86.74	815.92	73.90	106	85.20
90-11-30	100.67	697.00	85.26	144	84.69
90-12-31	127.62	745.58	107.79	171	84.46
91-02-01	136.77	766.17	114.66	179	83.84
91-03-01	136.13	672.00	113.78	203	83.58
91-03-27	96.27	626.17	79.61	154	82.70

Period	Gasförbr MWh	Antal timmar	Värmelev MWh	Medeleff kW	Period verkn.gr. %
nov-feb	501.18	2880.75	421.49	174	84.10
jun-aug	180.77	2951.25	155.22	61	85.87
Hela året	994.51	8618.84	841.07	115	84.57



## RAPPORTFÖRTECKNING

SGC Nr	Rapportnamn	Rapport datum	Författare	Pris kr
001	Systemoptimering vad avser ledningstryck	Apr 91	Stefan Grudén TUMAB	100
002	Mikrokraftvärmeverk för växthus. Utvärdering	Apr 91	Roy Ericsson Kjessler & Mannerstråle AB	100
003	Katalog över gastekniska FUD-projekt i Sverige	Apr 91	Svenskt Gastekniskt Center AB	100
004	Krav på material vid kringfyllnad av PE-gasledningar	Apr 91	Jan Molin VBB VIAK	50
005	Teknikstatus och marknadsläge för gasbaserad minikraftvärme	Apr 91	Per-Arne Persson SGC	150
006	Keramisk fiberbrännare - Utvärdering av en demo-anläggning	006	R Brodin, P Carlsson Sydkraft Konsult AB920212	100
007	Gas-IR teknik inom industrin. Användnings- områden, översiktlig marknadsanalys	Aug 91	Thomas Ehrstedt Sydkraft Konsult AB	100
008	Catalogue of gas technology RD&D projects in Sweden	Jul 91	Swedish Gas Technology Center	100
009	Läcksökning av gasledningar. Metoder och instrument	Dec 91	Charlotte Rehn Sydkraft Konsult AB	100
010	Konvertering av aluminiumsmältugnar. Förstudie	Sep 91	Ola Hall, Charlotte Rehn Sydkraft Konsult AB	100
011	Integrerad naturgasanvändning i tvätterier. Konvertering av torktumlare	Sep 91	Ola Hall Sydkraft Konsult AB	100
012	Odöranter och gasolkondensats påverkan på gasrörssystem av polyeten	Okt 91	Stefan Grudén, F. Varmedal TUMAB	100
013	Spektralfördelning och verkningsgrad för gaseldade IR-strålare	Okt 91	Michael Johansson Drifttekniska Instüt. vid LTH	150
014	Modern gasteknik i galvaniseringsindustri	Nov 91	John Danelius Vattenfall Energisystem AB	100
015	Naturgasdrivna truckar	Dec 91	Asa Marbe Sydkraft Konsult AB	100
016	Mätning av energiförbrukning och emissioner före o efter övergång till naturgas		Kjell Wanselius KW Energiprodukter AB	50
017	Analys och förslag till handlingsprogram för området industriell vätskevärmning	Dec 91	Rolf Christensen AF-Energikonsult Syd AB	100