

ITM rapport 73



**Automatiska rökgasmätningar**  
Provningsjämförelse 1998

Bestämning av halter i referensgasblandningar

Gunnar Nyquist

Institutet för tillämpad miljöforskning

Institute of Applied Environmental Research

# *ITM rapport 73*

## Automatiska rökgasmätningar Provningsjämförelse 1998

Bestämning av halter i referensgasblandningar

**Gunnar Nyquist**

## Förord

Luftlaboratoriet vid ITM (Institutet för Tillämpad Miljöforskning, Stockholms Universitet) har sedan 1993 (från 1994 för SWEDAC:s räkning) organiserat provningsjämförelse mellan luftlaboratorier som utför automatiska rökgasmätningar. I årets provningsjämförelse deltog 24 laboratorier (varav en filial). 16 av laboratorierna var ackrediterade för att utföra sådana kontrollmätningar som krävs enligt föreskrifterna om NO<sub>x</sub>-avgifter och miljökontroll av NO<sub>x</sub> och SO<sub>x</sub> (SNFS 1996:9 respektive SNFS 1996:10). I årets provningsjämförelse deltog också ackrediterade laboratorier från Danmark (1 st) och Finland (2 st).

I rapporten redovisas vilka laboratorier som deltog, vilken mätutrustning som användes samt de resultat som erhöles.

Stockholm i september 1998.

## Innehåll

	Sid.
1. Bakgrund	4
2. Förutsättningar	4
3. Deltagande laboratorier	5
4. Mätutrustningar	5
5. Utvärderingsmetodik	5
6. Resultat	9
7. Referenser	11
Bilaga 1: Förteckning över deltagande laboratorier	12
Bilaga 2: Instrumentering	15
Bilaga 3: Tabeller	17
Bilaga 4: Figurer	20

## 1. BAKGRUND

1991 trädde Naturvårdsverkets föreskrifter SNFS 1991:5 och 1991:4 (NO<sub>x</sub>-avgifter; miljökontroll av NO<sub>x</sub> och SO<sub>x</sub>) i kraft och därmed infördes krav på obligatorisk årlig kontroll av alla berörda förbränningsanläggningars mätsystem av "sakkunnig och oberoende besiktningsman". I de efterföljande utgåvorna (senaste SNFS 1996:9 och SNFS 1996:10) har termen "sakkunnig och oberoende besiktningsman" bytts ut mot "ackrediterat laboratorium". Krav på ackreditering började gälla 1 januari 1993.

SWEDAC (Styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll) ackrediterade de första luftlaboratorierna under hösten 1992. I dagsläget (september 1998) har 17 laboratorier ackrediterats för att utföra mätningar som fordrar ackreditering enligt Naturvårdsverkets föreskrifter SNFS 1996:9 och SNFS 1996:10.

I en ackreditering ingår att regelbundet delta i erforderliga provningsjämförelser. En första provningsjämförelse för luftlaboratorier genomfördes hösten 1992 - våren 1993 av Luftlaboratoriet, ITM, Stockholms universitet på uppdrag av Naturvårdsverket. Resultatet finns rapporterat i "ITM Rapport 12" (referens 1). Sedan våren 1994 har årliga provningsjämförelser genomförts på uppdrag av SWEDAC (se ITM Rapport 21, 37, 47 och 62; referens 2 - 5).

Den provningsjämförelse som presenteras i denna rapport genomfördes under maj - augusti 1998. Luftlaboratoriet (ITM, Stockholms universitet) skötte organisation och utvärdering på uppdrag av SWEDAC. Provningsjämförelsen riktades i första hand till ackrediterade luftlaboratorier, men också icke ackrediterade laboratorier var välkomna att delta. För första gången deltog i årets provningsjämförelse ackrediterade laboratorier från Danmark och Finland.

## 2. FÖRUTSÄTTNINGAR

Två gastuber innehållande O<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> och CO i olika proportioner skickades runt till de deltagande laboratorierna. Halterna i provgasen motsvarade realistiska förhållanden i rökgaser. Varje laboratorium fick ca en vecka på sig att analysera gasblandningarna och skicka tuberna vidare till nästa laboratorium. Idealet vore att *samtliga* laboratorier analyserade samma två gastuber, men det medför att provningsjämförelsen tar orimligt lång tid att genomföra.

Uppläggningsen är i stället följande: Från var och en av de två gasleverantörerna AGA och Air Liquide beställdes två referensgasblandningar. Dessa tillverkades i form av en

stor "moderflaska". Efter det att blandningarna stabiliserat sig delades varje gasblandning av leverantörerna upp på fem stycken gastuber, vilka alla innehåller samma koncentrationer. Vart och ett av de deltagande laboratorierna fick en uppsättning gastuber. På så sätt delade fem laboratorier på varje gastubspår. Ett laboratorium fick i uppdrag att analysera samtliga gastuber före och efter provningsjämförelsen, detta för att få en indikation på om något hänt med gastuberna under försökets gång. Samtidigt var det också en kontroll av gasleverantören, dvs att alla paren provflaskor innehöll samma halter av provgaskomponenterna.

### **3. DELTAGANDE LABORATORIER**

En förteckning över de deltagande laboratorierna finns i Bilaga 1. Totalt deltog 24 laboratorier.

### **4. MÄTUTRUSTNINGAR**

De mätutrustningar som användes av de deltagande laboratorierna finns listade i Bilaga 2. I några fall har laboratorier uppgivit att de använt två instrument från olika tillverkare för en viss analys, och då har båda instrumenten tagits med i Bilaga 2.

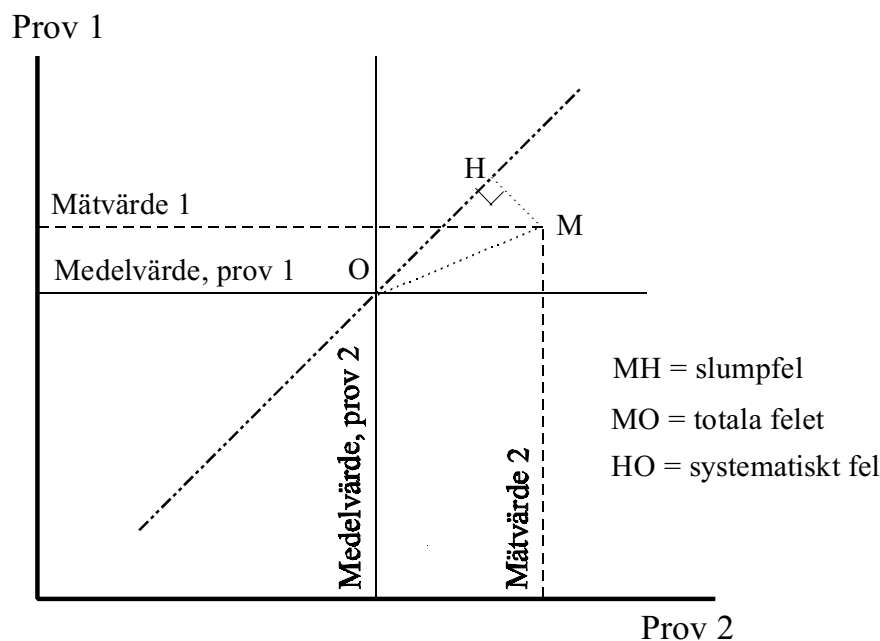
### **5. UTVÄRDERINGSMETODIK**

För utvärderingen av mätdata har "Youden-diagram" använts. Principen för dessa diagram har utarbetats av W. J. Youden (se referens 6) för analys av resultaten från provningsjämförelser där flera olika laboratorier har mätt på samma prover.

Försöksupplägningen är följande: varje deltagande laboratorium bestämmer koncentrationen av ett visst ämne i två stycken prov som har ungefär samma halt och sammansättning. Ur det diagram som upprättas på basis av inkomna data kan mätfelens olika komponenter (slumpfel, systematiskt fel och totalfel) uppskattas utan att man behöver köra dubbelprover av varje delprov. Andra viktiga fördelar är att

- metoden möjliggör deltagande av ett stort antal laboratorier utan att själva utvärderingen kräver speciellt mycket mer arbete,
- önskat antal parametrar kan ingå i försöket,
- det är relativt lätt att jämföra och åskådliggöra resultaten,
- man slipper att använda komplicerade statistiska metoder.

I figuren nedan visas principen för utvärdering med "Youden-diagram".



Resultatet från varje parameter i prov 1 och 2 avsätts som en punkt i ett rätvinkligt koordinatsystem (M i figuren). Linjer för de "sanna" värdena ritas in. Skärningen mellan dessa linjer anger det "sanna" värdet, dvs där alla analysresultaten borde ligga. Det sanna värdet är i regel inte känt, men i en provningsjämförelse med referensgasblandningar är det lämpligt att använda medelvärdena som det "sanna" värdet. Då kan man lätt avgöra vilka laboratorier som har fått ett avvikande resultat från de övriga.

Om det inte vore någon spridning mellan mätresultaten skulle alla mätpunkter ligga samlade i en punkt (O i figuren). Om alla avvikelser i stället vore slumpfel (tillfälliga fel), skulle mätpunkterna fördelas jämt över diagrammet. Nu dominerar emellertid vanligtvis de systematiska felen. Dessa fel påverkar båda mätningarna lika mycket, med resultatet att mätpunkten (M i figuren) kommer att ligga antingen för högt eller för lågt. Mätpunkterna kommer att ligga runt en 45°-linje. Avståndet från mätpunkten till 45°-linjen (MH i figuren) är ett mått på slumpfelets storlek, avståndet till det "sanna" värdet (MO i figuren) är ett mått på det totala felets storlek. Avståndet HO i figuren är ett mått på det systematiska felets storlek.

### Beräkningar:

Resultaten från en provningsjämförelse med två likartade prov, X och Y, kan sammanställas enligt

Laboratorium nr	1	2	3 ...	n	Totalt
Prov X	$x_1$	$x_2$	$x_3 \dots$	$x_n$	$\Sigma x_i$
Prov Y	$y_1$	$y_2$	$y_3 \dots$	$y_n$	$\Sigma y_i$
Skillnad ( $x_i - y_i$ )	$D_1$	$D_2$	$D_3 \dots$	$D_n$	$\Sigma D_i$
Summa ( $x_i + y_i$ )	$T_1$	$T_2$	$T_3 \dots$	$T_n$	$\Sigma T_i$

Varje  $x$ -värde innehåller ett systematiskt fel från respektive laboratorium. Detsamma gäller för  $y$ -värdena. För prover som innehåller samma komponenter med likartade koncentrationer antas det systematiska felet i  $x_1$  vara detsamma som i  $y_1$ . Skillnaden  $x_i - y_i$ , dvs  $D_i$ , för ett visst laboratorium, innehåller då inget bidrag från något systematiskt fel utan bara från de tillfälliga felen. Spridningen för de tillfälliga felen beräknas enligt

$$s_r = \sqrt{\frac{\Sigma (D_i - \bar{D})^2}{2(n-1)}}$$

där  $s_r$  är en uppskattning av det tillfälliga felet i mätningen (MH i figuren). Antalet frihetsgrader är  $(n - 1)$ . Faktorn 2 i nämnaren beror på att  $D_i$  är skillnaden mellan två mätvärden.

Standardavvikelsen för det totala felet,  $s_d$ , kan beräknas antingen från X-provserien eller Y-provserien, men allra bäst är att kombinera informationen från de två serierna genom att använda summan, dvs  $\Sigma T_i$ . Men summan innehåller det totala felet två gånger vilket innebär att man måste dividera med 2. Standardavvikelsen,  $s_d$ , (dvs den totala mätosäkerheten; representerad av MO i figuren) blir då

$$s_d = \sqrt{\frac{\Sigma (T_i - \bar{T})^2}{2(n-1)}}$$

Om inget systematiskt fel förelåg, eller om alla laboratorier hade **samma** systematiska fel, skulle  $s_d$  inte innehålla bidrag från något systematiskt fel. I så fall skulle det totala felet endast bero på oberoende tillfälliga fel. I detta fall skulle standardavvikelsen för summan av de två mätningarna,  $T$ , bli lika med standardavvikelsen för skillnaden mellan mätningarna,  $D$ . I frånvaro av ett systematiskt fel blir  $s_d^2$  och  $s_r^2$  båda skattningar av standardavvikelsen för det tillfälliga felet. Med ett statistiskt F-test kan man undersöka om det är en signifikant skillnad mellan varianser, dvs i detta fall om det totala felet är signifikant större än det tillfälliga felet genom att beräkna



$$F = s_d^2 / s_r^2$$

Antalet frihetsgrader är i detta fall  $n - 2$ . En signifikant skillnad föreligger om  $F_{95\%}$  är  $\geq 2,50$  (95 % konfidensintervall, antal frihetsgrader 22), alternativt  $F_{99\%} \geq 2,79$ .

Konfidensintervall för det tillfälliga felet, D1, och det systematiska felet, D2, beräknas enligt

$$D1 = t \cdot s_r$$

$$D2 = t \cdot \sqrt{s_d^2 - s_r^2}$$

Värdet på t (Student's t) är för 23 frihetsgrader och ett 95 % konfidensintervall 2,07. Konfidensintervallet för det tillfälliga felet utgörs av två räta linjer med lutningen 1 (45°) på avståndet  $\pm D1$  ifrån det "sanna" värdet. Konfidensintervallet för det systematiska felet utgörs av två räta linjer med lutningen -1 (45°) på avståndet  $\pm D2$  ifrån det "sanna" värdet. Resultatet av utvärderingen blir en rektangel med sidorna  $2 \cdot D1$  respektive  $2 \cdot D2$  inom vilken 95 % av alla mätvärden ligger (jfr Figur 1 - 4 i Bilaga 4). Det betyder att mätpunkter som hamnar utanför dessa linjer har för stora fel. Genom att se var i diagrammet mätpunkterna hamnar kan man avgöra om det är fråga om slumpmässiga eller systematiska fel.

### Förkastning av mätvärden

Om orsaken till att ett mätvärde avviker mycket från övriga värden kan förklaras utifrån mättekniska skäl (fel på utrustning, defekt filter, felaktiga flöden m m) skall värdet förkastas. Om däremot avvikelserna **inte** kan förklaras av något synbart fel med utrustningen skall värdet tas med i den statistiska bearbetningen.

För att ett avvikande värde skall strykas på statistiska grunder måste höga krav ställas på det osannolika att värdet är riktigt, dvs att värdet med minst 99,5 % sannolikhet (ca 3 ggr standardavvikelsen) faller utanför ramen. Det finns också olika statistiska test (t ex Grubbs test) för att se om ett mätvärde kan betraktas som avvikande, men man skall komma ihåg att för ett måttligt antal mätvärden (< 50 - 100) kan under inga förhållanden mer än **ett** värde strykas på en **statistisk** osannolikhet. Om flera värden ligger långt från huvudparten av värdena, måste man fundera på om utrustningen verkligen är tillförlitlig eller om det kan finnas någon annan förklaring till avvikelserna.

Vid den statistiska utvärderingen av mätresultaten från denna provningsjämförelse har ett värde inte medtagits om det ligger mer än 3 standardavvikelser från medelvärdet eller om Grubbs test visar att värdet är "avvikande". Motivet till detta förfarande är att ett sådant värde avsevärt kan påverka medelvärdet och spridningen. Om mer än ett

värde ligger "snett" får det bedömas från fall till fall vad som skall göras. Under alla förhållanden skall **samtliga** mätpunkter visas i diagrammen.

## 6. RESULTAT

Resultaten redovisas i bilagorna 3 och 4, dels i form av tabeller (Bilaga 3) och dels som figurer (Bilaga 4). Observera att laboratoriernas nummerordning är helt slumpmässig. Det står mycket tydligt i de internationella reglerna för provningsjämförelser mellan ackrediterade laboratorier (ref. 7) att **alla resultat skall behandlas strängt konfidentiellt**. Det viktiga vid denna typ av jämförelser är att få fram ett mått på spridningen mellan laboratorierna och inte att peka ut laboratorier som av olika skäl får avvikande resultat. För ackrediterade laboratorierna gäller att de är skyldiga att för den ackrediterande myndigheten redovisa resultatet av provningsjämförelsen och ange vilka eventuella korrigerande åtgärder som provningsjämförelsen föranledde.

Av de 24 deltagande laboratorierna använde 15 laboratorier AGA som leverantör av samtliga referensgaser, 4 laboratorier använde enbart Air Liquide som referensgasleverantör och 1 laboratorium Messner Griesheim. Två laboratorier använde referensgaser från olika leverantörer, AGA + Air Liquide resp. AGA + Messner Griesheim.

De inrapporterade mätvärdena (se Tabell 1- 4) har använts för att beräkna ett konfidensintervall (95 %) för koncentrationerna i testgastuberna enligt

$$\mu = \bar{x} \pm 2 s / \sqrt{n}$$

där  $\mu$  = det "sanna" medelvärdet,  $\bar{x}$  = medelvärdet av mätvärdena,  $s$  = standardavvikelsen (spridningen) och  $n$  = antalet mätvärden. Resultaten av dessa beräkningar samt certifikatvärdena från Prov A (Air Liquide) och Prov B (AGA) finns nedan.

### Prov A

	<i>Provningsjämförelsen</i>	<i>Air Liquide</i>
O <sub>2</sub> (ppm):	5,00 ± 0,09	5,01 ± 0,05
SO <sub>2</sub> (ppm):	89,5 ± 4,2	90,9 ± 0,9
CO <sub>2</sub> (vol-%):	14,90 ± 0,28	14,956 ± 0,150
CO (ppm):	151,8 ± 4,1	150,04 ± 1,50

## Prov B

	<i>Provningsjämförelsen</i>	<i>AGA</i>
O <sub>2</sub> (ppm):	9,50 ± 0,08	9,50 ± 0,19
SO <sub>2</sub> (ppm):	38,2 ± 3,7	40,0 ± 0,8
CO <sub>2</sub> (vol-%):	10,98 ± 0,21	11,0 ± 0,22
CO (ppm):	300,4 ± 7,4	301 ± 6,0

Konfidensintervallen för medelvärdena från provningsjämförelsen och gasleverantörernas certifikatvärden överlappar i samtliga fall varandra. Någon systematisk skillnad föreligger alltså inte.

Några laboratorier uppgav att de använt två utrustningar för en viss analys och rapporterade båda mätresultaten. I alla fall utom ett låg mätresultaten inom felmarginalerna och då valdes slumpmässigt ett av mätvärdena som laboratoriets rapporterade resultat.

Innan den statistiska behandlingen av mätresultaten från provningsjämförelsen kontrollerades om något värde (i praktiken det högsta eller lägsta för varje komponent) låg mer än 3 standardavvikelse från medelvärdet eller om Grubbs test indikerar att värdet är "avvikande" eftersom ett sådant värde avsevärt kan påverka medelvärdet och spridningen. Båda värdena från en mätpunkt uppfyllde dessa kriterierna samtidigt. Dessa värden är satta inom parentes i Tabell 1 och 2 och är inte medtagna vid de statistiska beräkningarna.

Vid beräkningen av konfidensintervallet för det tillfälliga felet för SO<sub>2</sub> har de två mätpunkterna med stora tillfälliga fel inte tagits med vid beräkning av D1 (se figur 2).

F-test (jfr sid. 7 - 8) visade följande:

- O<sub>2</sub>: det totala felet signifikant (signifikansnivå 99,5 %) större än det tillfälliga felet.
- SO<sub>2</sub>: ingen signifikant (signifikansnivå 95 %) skillnad mellan det totala och det tillfälliga felet om alla mätpunkter beaktas.
- CO<sub>2</sub>: det totala felet signifikant (signifikansnivå 99,5 %) större än det tillfälliga felet.
- CO: det totala felet signifikant (signifikansnivå 95 % men inte vid 99,5 %) större än det tillfälliga felet.

I Bilaga 4 är resultaten ritade i form av Youden-diagram för alla parametrar. Som de "sanna" värdena har medelvärdena från provningsjämförelsen använts. Konfidensintervall har beräknats enligt kapitel 5 och lagts in i figurerna.

**Kontroll av gasflaskorna före och efter provningsjämförelsen:** Ett laboratorium ombads att mäta koncentrationen av samtliga komponenter i alla gasflaskor före och efter provningsjämförelsen. På så sätt får man en indikation på att halterna inte har förändrats under försökets gång. Resultatet från kontrollen före och efter provningsjämförelsen gav inte någon påvisbar skillnad mellan delproven av de två flaskuppsättningarna. De uppmätta differenserna låg inom felmarginalen.

## 7. REFERENSER

1. *Nyquist, G., 1993.* Provningsjämförelse mellan mätlaboratorier som utför automatiska rökgasmätningar. - ITM rapport 12.
2. *Nyquist, G., 1994.* Automatiska rökgasmätningar. Provningsjämförelse 1994. Bestämning av halter i referensgasblandningar. - ITM rapport 21.
3. *Nyquist, G., 1995.* Automatiska rökgasmätningar. Provningsjämförelse 1995. Bestämning av halter i referensgasblandningar. - ITM rapport 37.
4. *Nyquist, G., 1996.* Automatiska rökgasmätningar. Provningsjämförelse 1996. Bestämning av halter i referensgasblandningar. - ITM rapport 47.
5. *Nyquist, G., 1997.* Automatiska rökgasmätningar. Provningsjämförelse 1997. Bestämning av halter i referensgasblandningar. - ITM rapport 62.
6. *Youden, W.J. and Steiner; E.H., 1975.* Statistical Manual of the Association of Official Analytical Chemists. Association of Official Analytical Chemists, Washington.
7. *ELA-G6, 1993.* WELAC criteria for proficiency testing in accreditation. European Laboratory Accreditation Publication.

**Bilaga 1****Deltagande laboratorier**

ABB Stal AB  
Att. Anders Löfgren  
TRM2  
612 82 FINNSPÅNG

Tel. 0122 - 815 56  
Fax. 0122 - 171 19

dk-TEKNIK  
Att. Peter Blinksbjerg  
Gladsaxe Møllevvej 15  
DK-2860 SØBORG

Tel. +45 - 39 69 65 11  
Fax. +45 - 39 69 60 02

Energi Miljö Konsult AB (EMK)  
Att. C-G Kronström  
Skrittgatan 8 A  
213 77 MALMÖ

Tel. 040 - 94 04 00  
Fax. 040 - 21 50 60

ILEMA Miljöanalys AB  
Att. Ulf Wiklund  
Ekdala  
585 96 LINKÖPING

Tel. 013 - 410 20  
Fax. 013 - 410 65

IMKAB  
Att. Jan-Erik Törnqvist  
Ekebygatan 2  
745 37 ENKÖPING

Tel. 0171 - 296 00  
Fax. 0171 - 307 44

IVL  
Att. David Cooper  
Box 47086  
402 58 GÖTEBORG

Tel. 031 - 46 00 80  
Fax. 031 - 48 21 80

Metlab Miljö AB  
Att. Lars Månsson  
Box 2  
745 21 ENKÖPING

Tel. 0171 - 382 20  
Fax. 0171 - 393 77

Metlab Miljö AB (filialkontor)  
Att. Lennart Hällgren  
Box 24  
932 21 SKELLEFTEHAMN

Tel. 0910 - 314 70  
Fax. 0910 - 310 05

Miljöassistans i Perstorp AB  
Att. Hans Sjölin  
Box 120  
282 22 TYRINGE

Tel. 0451 - 570 10  
Fax. 0451 - 570 09

Miljökonsulterna  
Att. Hans Johansen  
Box 1046  
611 29 NYKÖPING

Tel. 0155 - 29 30 81  
Fax. 0155 - 29 30 60

Miljölaboratoriet i Trelleborg AB  
Att. Mats Collin  
Tullstorp Almslätt  
231 98 KLAGSTORP

Tel. 0410 - 661 54  
Fax. 0410 - 661 94

Miljömatarna i Linköping AB  
Att. Bo Alexandersson  
Björklundsgatan 7  
582 49 LINKÖPING

Tel. 013 - 21 23 20  
Fax. 013 - 21 23 24

NICON  
Att. Per Garmager  
Landstingshuset  
972 41 LULEÅ

Tel. 0920 - 24 44 35  
Fax. 0920 - 24 44 50

Opsis AB  
Att. Pehr-Christian Pehrson  
Box 244  
244 02 FURULUND

Tel. 046 - 73 85 10  
Fax. 046 - 73 83 70

Outokumpu Research OY  
Att. Juha Parkkinen  
P.O. Box 60  
FIN-28101 PORI

Tel. +358 - 2 626 5058  
Fax. +358 - 2 626 5310

Petrokraft AB  
Att. Börje Sjölander  
Box 52090  
400 25 GÖTEBORG

Tel. 031 - 83 06 80  
Fax. 031 - 40 16 59

SP, Energiteknik  
Att. Henrik Persson  
Box 857  
501 15 BORÅS

Tel. 033 - 16 50 00  
Fax. 033 - 13 19 79

Stora Corporate Research  
Att. Ingvar Eriksson  
791 80 FALUN

Tel. 023 - 78 80 39  
Fax. 023 - 178 03

Sydkraft Konsult AB  
Att. Håkan Henriksson  
205 09 MALMÖ

Tel. 040 - 25 59 98  
Fax. 040 - 30 21 94

Vattenfall Utveckling AB  
Att. Mattias Mattsson  
Älvkarlebylaboratoriet  
814 26 ÄLVKARLEBY

Tel. 026 - 835 00  
Fax. 026 - 836 70

VBB VIAK  
Att. Hans-Erik Hultberg  
Box 2203  
403 14 GÖTEBORG

Tel. 031 - 62 76 77  
Fax. 031 - 62 77 22

ÅF-Energikonsult Syd AB  
Att. Patrik Tingström  
Box 3124  
350 43 Växjö

Tel. 0470 - 74 81 00  
Fax. 0470 - 142 97

VTT Chemical Technology  
Att. Tuula Vahlman  
P.O. Box 1403  
FIN-02151 ESPOO

Tel. +358 - 9 4561  
Fax. +358 - 9 456 7022

ÅF-IPK AB  
Att. Bertil Carlsson  
Box 1551  
401 51 GÖTEBORG

Tel. 031 - 743 11 82  
Fax. 031 - 743 11 91

## Bilaga 2

### Instrumentering

Ämne	Tillverkare	Typ	Mätprincip	Gasberedning	Antal	
O <sub>2</sub>	Ametek	Thermox	Zirkoniumoxid	In situ	2	
	Bühler	Servomex 570,580	Paramagnetisk	Extr., kondensskyl.	5	
		Servomex 756A	Zirkoniumoxid	In situ	1	
	Dansensor	TIA-1	Zirkoniumoxid	In situ	1	
	Hartman&Braun	Magnos 6 G	Paramagnetisk	Extr., kondensskyl.	1	
	Instrumatic.	Oxytron	Paramagnetisk	Extr., kondensskyl.	2	
	M & C	PMA	Paramagnetisk	Extr., kondensskyl.	8	
	Maihak	Multor 610	Paramagnetisk	Extr., kondensskyl.	1	
	rbr-Computertech.	Econ JN	Elektrok. cell	Extr., kondensskyl.	3	
SO <sub>2</sub>	Hartman&Braun	Bomem	FTIR	Varmextraktiv	1	
		Radas	UV	Extr., kondensskyl.	1	
		Uras 3G	IR	Extr., kondensskyl.	2	
	Leybold/Rosem.	Binos 1004	UV	Extr., kondensskyl.	1	
		Binos 4b	UV	Extr., kondensskyl.	1	
		ETL 9100	UV	Extr., kondensskyl.	1	
		Maihak	Unor 6N	IR	Extr., kondensskyl.	3
	Unor 600		IR	Extr., kondensskyl.	2	
	Unor 610		IR	Extr., kondensskyl.	1	
	Monitor Labs	8850, 8310	Puls. UV-fluor.	Extr., utspädning	2	
	NGA	2000	UV	Extr., kondensskyl.	1	
	Opsis	AR 600	UV	In situ	1	
	PerkinElmer	Mekos 100 CD	IR	Extr., kondensskyl.	1	
	rbr-Computertech.	Econ JN + SG	Elektrok. cell	Extr., kondensskyl.	3	
	Temet instr.	Gasmet	FTIR	Varmextraktiv	2	
	Thermo Elektron	Model 40, 43H	Puls. UV-fluor.	Extr., kondensskyl.	2	
	CO <sub>2</sub>	ADC	PM2	IR	Extr., kondensskyl.	1
		Hartman&Braun	Bomem	FTIR	Varmextraktiv	1
			Uras 10E + P	IR	Extr., kondensskyl.	2
Junkalor		Infralyt 1211	IR	Extr., kondensskyl.	1	
Leybold/Rosem.		Binos 100	IR	Extr., kondensskyl.	3	
		Binos 1.1	IR	Extr., kondensskyl.	1	
Maihak		Finor	IR	Extr., kondensskyl.	2	
		Multor 610	IR	Extr., kondensskyl.	1	
		Unor 6N	IR	Extr., kondensskyl.	3	
		Unor 600	IR	Extr., kondensskyl.	1	
Opsis		AR 650	IR	In situ	1	
PerkinElmer		Mekos 100 CD	IR	Extr., kondensskyl.	1	
Siemens		Ultramat P1 + SE1	IR	Extr., kondensskyl.	3	
Temet instr.		Gasmet	FTIR	Varmextraktiv	2	



Ämne	Instrument	Typ	Mätprincip	Gasberedning	Antal
CO	Hartman&Braun	Bomem	FTIR	Varmextraktiv	1
		Uras 10E + P	IR	Extr., kondensskyl.	3
	Leybold/Rosem.	Binos 100	IR	Extr., kondensskyl.	2
		Binos 1.1 + 1.2	IR	Extr., kondensskyl.	3
	Maihak	Multor 610	IR	Extr., kondensskyl.	1
		Unor 6N	IR	Extr., kondensskyl.	6
		Unor 600	IR	Extr., kondensskyl.	1
	Monitor Labs	Model 8830	IR	Extr., utspädning	1
	Opsis	AR 650	IR	In situ	1
	PerkinElmer	Mekos 100 CD	IR	Extr., kondensskyl.	1
	rbr-Computertech.	Econ JN + SG	Elektrok. cell	Extr., kondensskyl.	2
	Siemens	Ultramat 22 D	IR	Extr., kondensskyl.	3
	Temet instr.	Gasmet	FTIR	Varmextraktiv	2
	Thermo Elektron	Model 48 GFC	IR	Extr., kondensskyl.	1

**Bilaga 3.**

**Tabell 1.** Resultat från provningsjämförelsen 1998. Prov A.  
Mätvärdet inom parentes ej medtagna vid den statistiska beräkningen.

Prov A	O <sub>2</sub> %	SO <sub>2</sub> ppm	CO <sub>2</sub> %	CO ppm
Air Liquide	5,0	90,9	15,0	150,0
1	5,1	85,5		156
2			14,7	152,0
3	5,0	90,0	14,8	161,0
4	5,1		15,3	143,6
5	4,9	81,0	14,9	160,0
6	4,9	90,0	14,9	150,0
7	4,9	80,0	14,9	152,0
8	5,1	90,0	15,1	151,0
9	4,8	93,0	15,2	154,0
10	5,0	89,5	15,0	149,8
11	5,0	91,2	15,0	146,0
12	4,9	92,0	14,5	147,0
13	5,0	90,0	14,8	151,0
14	5,0	91,0	14,8	148,0
15	5,1	92,4	14,9	149,7
16	5,1	90,5	13,9	(134,0)
17	5,0	85,7	15,3	157,0
18	5,1	90,4	15,0	150,0
19	4,9		14,8	151,0
20	5,0	87,0	15,0	153,0
21	5,0	100,0	15,0	153,0
22	5,1	90,2	15,0	151,0
23	4,9	93,0	15,0	151,0
24	5,1	88,0	14,8	154,0

**Tabell 2.** Resultat från provningsjämförelsen 1998, Prov B,  
Mätvärdet inom parentes ej medtaget vid den statistiska beräkningen.

Prov B	O <sub>2</sub> %	SO <sub>2</sub> ppm	CO <sub>2</sub> %	CO ppm
AGA	9,5	40,0	11,00	301,0
1	9,6	38,6		295
2			11,00	301,0
3	9,5	40,0	11,00	316,0
4	9,6		11,24	293,0
5	9,3	50,0	11,10	290,0
6	9,5	39,0	10,90	305,0
7	9,5	25,0	10,80	300,0
8	9,5	37,0	10,90	299,0
9	9,3	40,0	11,30	303,0
10	9,6	39,9	11,13	302,6
11	9,5	39,8	10,77	285,0
12	9,5	39,0	10,60	295,0
13	9,5	40,0	10,90	300,0
14	9,5	38,5	10,93	302,0
15	9,5	39,7	11,20	298,4
16	9,6	38,4	10,50	(337,0)
17	9,6	34,0	11,30	319,0
18	9,6	38,8	11,10	301,0
19	9,5		10,70	300,0
20	9,4	42,0	11,14	304,0
21	9,5	30,0	10,90	303,0
22	9,5	39,0	10,93	306,0
23	9,5	35,0	10,90	292,0
24	9,6	39,0	11,20	300,0

**Tabell 3.** Resultat från provningsjämförelsen 1998. Prov A.  
Medelvärden, spridning, max- och minvärden, antal mätvärden. Mätvärdet inom parentes i Tabell 1 ej medtaget.

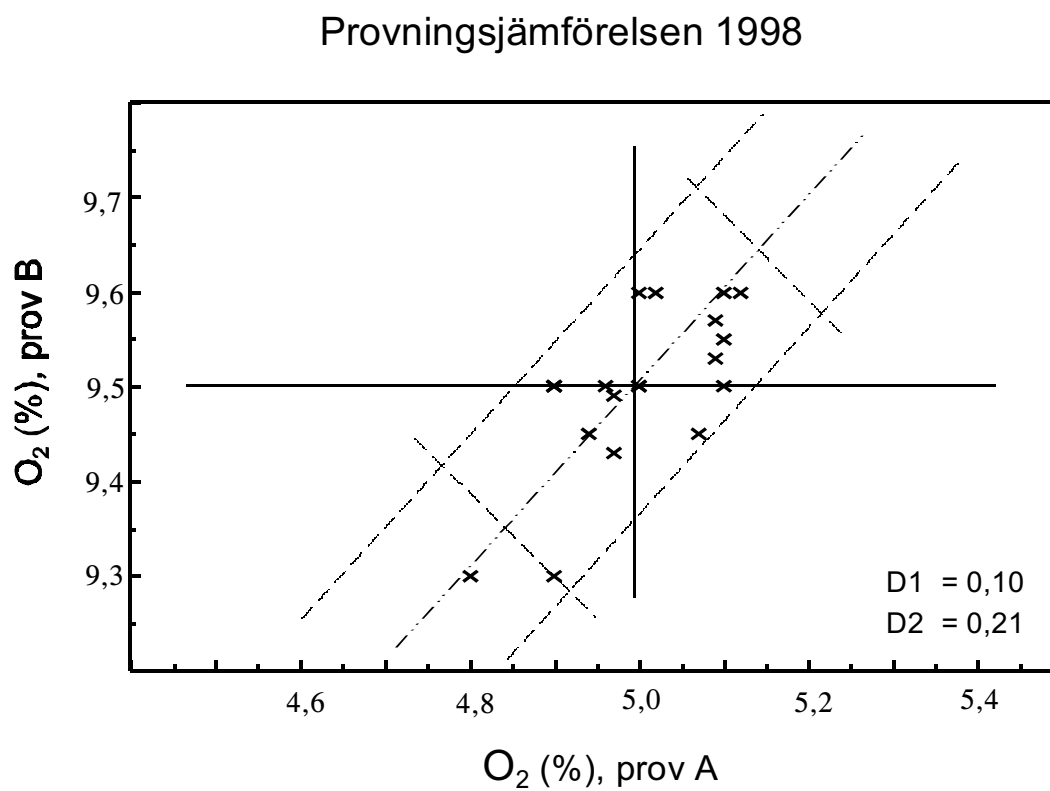
Prov A	O <sub>2</sub> %	SO <sub>2</sub> ppm	CO <sub>2</sub> %	CO ppm
Medelvärde	5,0	89,5	14,90	151,8
Spridning (s)	0,09	4,24	0,28	4,08
Spridning i % <sup>1)</sup>	0,4	1,7	1,4	0,4
Maxvärde	5,1	100,0	15,30	161,0
Minvärde	4,8	80,0	13,90	143,6
Antal mätvärden	23	21	23	23

<sup>1)</sup> Spridningen i % av fullt skalutslag. Valda mätområden:  
O<sub>2</sub> = 0 - 25 %; SO<sub>2</sub> = 0 - 250 ppm; CO<sub>2</sub> = 0 - 20 %;  
CO = 0 - 1000 ppm.

**Tabell 4.** Resultat från provningsjämförelsen 1998. Prov B.  
Medelvärden, spridning, max- och minvärden, antal mätvärden. Mätvärdet inom parentes i Tabell 2 ej medtaget.

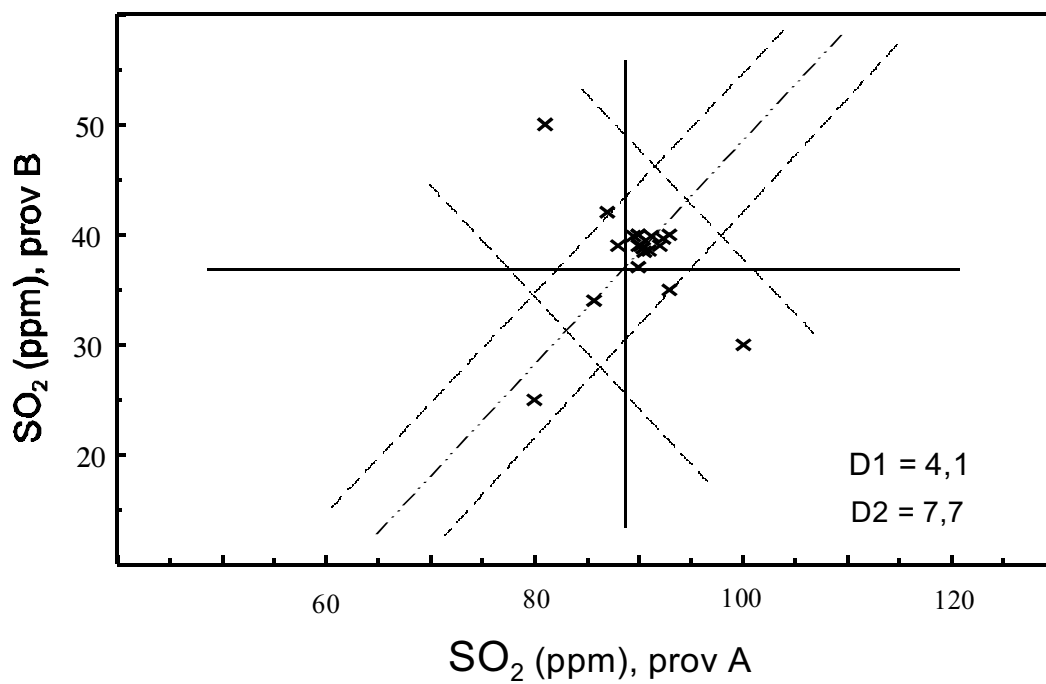
Prov B	O <sub>2</sub> %	SO <sub>2</sub> ppm	CO <sub>2</sub> %	CO ppm
Medelvärde	9,5	38,2	10,98	300,4
Spridning (s)	0,08	4,72	0,21	7,42
Spridning i % <sup>1)</sup>	0,3	1,9	1,1	0,7
Maxvärde	9,6	50,0	11,30	319,0
Minvärde	9,3	25,0	10,50	285,0
Antal mätvärden	23	21	23	23

<sup>1)</sup> Spridningen i % av fullt skalutslag. Valda mätområden:  
O<sub>2</sub> = 0 - 25 %; SO<sub>2</sub> = 0 - 250 ppm; CO<sub>2</sub> = 0 - 20 %;  
CO = 0 - 1000 ppm.



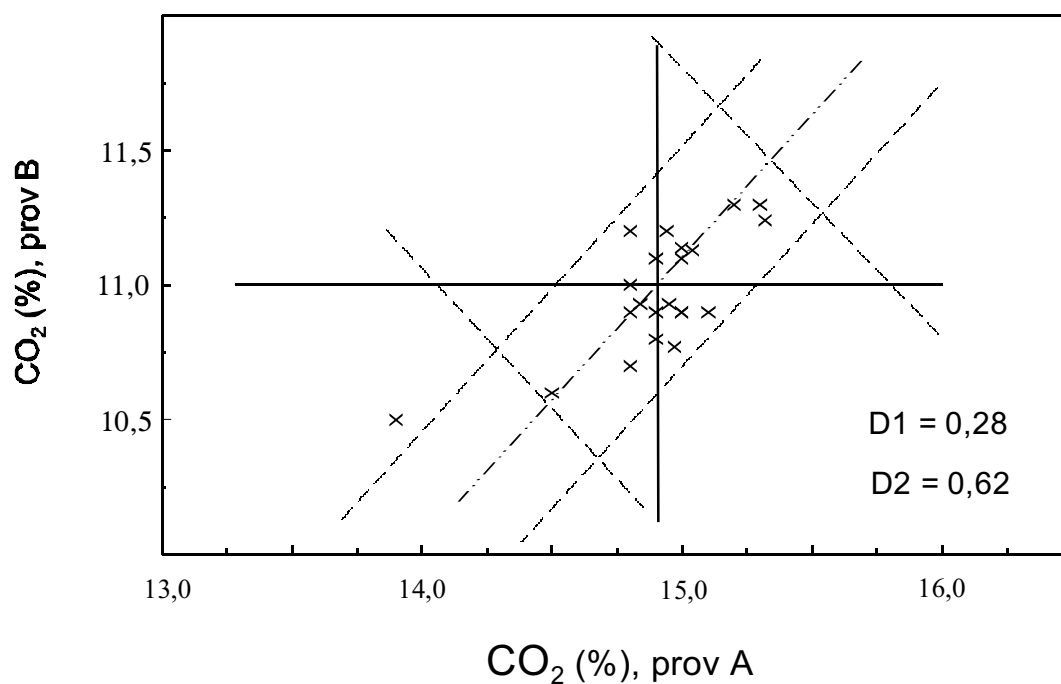
**Figur 1.** Resultat av provningsjämförelsen 1998 för oxygen (O<sub>2</sub>).  
*Youden-diagram enligt kapitel 5.*

Provningsjämförelsen 1998



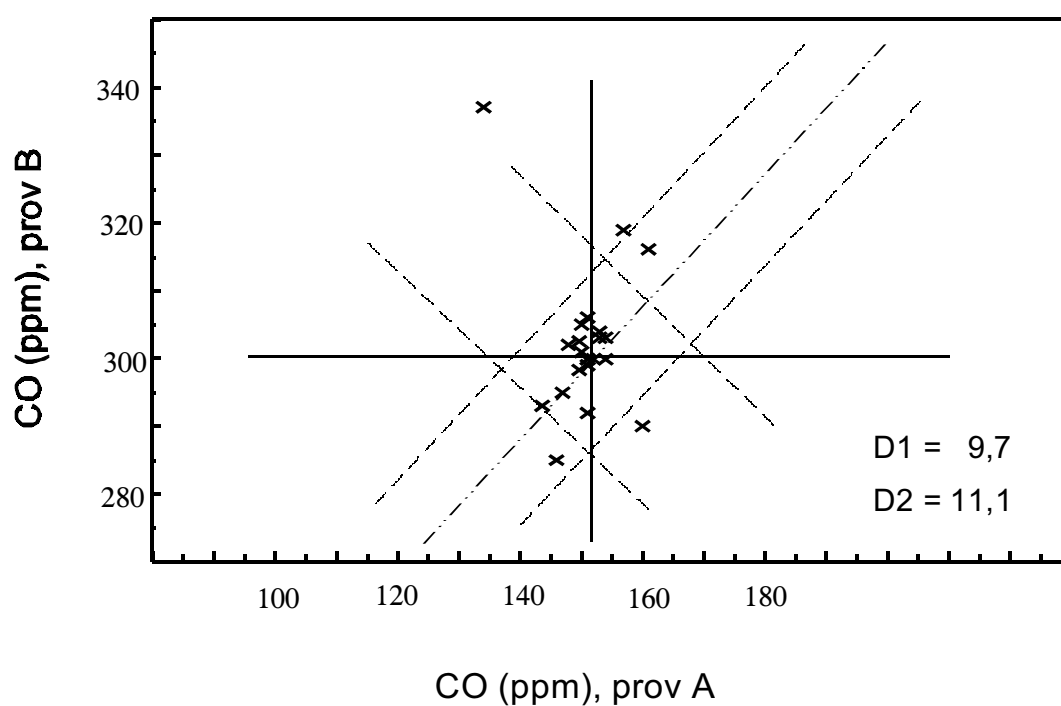
**Figur 2.** Resultat av provningsjämförelsen 1998 för svaveldioxid (SO<sub>2</sub>).  
*Youden-diagram enligt kapitel 5.*

Provningsjämförelsen 1998



**Figur 3.** Resultat av provningsjämförelsen 1998 för koldioxid (CO<sub>2</sub>).  
*Youden-diagram enligt kapitel 5.*

Provningsjämförelsen 1998



**Figur 4.** Resultat av provningsjämförelsen 1998 för koloxid (CO).  
*Youden-diagram enligt kapitel 5.*





# INSTITUTET FÖR TILLÄMPAD MILJÖFORSKNING VID STOCKHOLMS UNIVERSITET

106 91 STOCKHOLM

Telefon 08 - 674 70 00 vx      -      Fax 08 - 674 76 36



LUFTLABORATORIET

LABORATORIET FÖR AKVATISK MILJÖKEMI

LABORATORIET FÖR ANALYTISK MILJÖKEMI

LABORATORIET FÖR AKVATISK EKOTOXIKOLOGI