

ITM rapport 47



Automatiska rökgasmätningar
Provningsjämförelse 1996

Bestämning av halter i referensgasblandningar

Gunnar Nyquist

Institutet för tillämpad miljöforskning

Institute of Applied Environmental Research

ITM rapport 47

Automatiska rökgasmätningar Provningsjämförelse 1996

Bestämning av halter i referensgasblandningar

Gunnar Nyquist

Förord

Luftlaboratoriet vid ITM (Institutet för Tillämpad Miljöforskning, Stockholms Universitet) har för SWEDAC:s räkning organiserat en provningsjämförelse mellan 22 luftlaboratorier som utför automatiska rökgasmätningar. Av de deltagande laboratorierna var 17 ackrediterade för att utföra sådana årliga kontrollmätningar som krävs enligt föreskrifterna om NO_x-avgifter och miljökontroll av NO_x och SO_x (SNFS 1992:5 respektive SNFS 1992:6).

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

Stockholm i september 1996

Innehåll

	Sid.
1. Bakgrund	4
2. Förutsättningar	5
3. Deltagande laboratorier	5
4. Mätutrustningar	5
5. Utvärderingsmetodik	6
6. Resultat	9
7. Referenser	12
Bilaga 1: Förteckning över deltagande laboratorier	13
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_x-avgifter; miljökontroll av NO_x och SO_x) i kraft och därmed infördes krav på obligatorisk årlig kontroll av alla berörda anläggningars 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 1996) har 17 laboratorier ackrediterats för att utföra kontroller enligt Naturvårdsverkets föreskrifter.

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). Våren 1994 genomfördes en andra provningsjämförelse, nu på uppdrag av SWEDAC (se ITM Rapport 21, referens 2). Våren 1995 genomfördes en tredje provningsjämförelse, ånyo på uppdrag av SWEDAC (se ITM Rapport 37, referens 3).

Den provningsjämförelse som presenteras i denna rapport genomfördes under maj - augusti 1996. 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.

2. FÖRUTSÄTTNINGAR

Två gastuber innehållande NO, SO₂, CO₂ och CO i olika proportioner skickades runt till de deltagande laboratorierna. Halterna i provgasen motsvarade relativt rena rökgaser (NO_x ≤ schablonvärdet 0,25 g/MJ). 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 en av de två svenska gasleverantörerna (AGA; från den andra, Air Liquide, erhöles ingen offert inom tidsramen) beställdes två referensgasblandningar. Dessa tillverkades i form av en stor "moderflaska". Efter det att blandningarna stabiliserat sig delades varje gasblandning av leverantören upp på fem stycken tuber, vilka alla innehåller samma koncentrationer. Vart och ett av de deltagande laboratorierna fick en uppsättning gastuber. På så sätt delade fyra (i två fall fem) laboratorier på varje gastubspär. Ett laboratorium analyserade 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 22 laboratorier.

4. MÄTUTRUSTNINGAR

De mätutrustningar som användes av de deltagande laboratorierna finns listade i Bilaga 2.

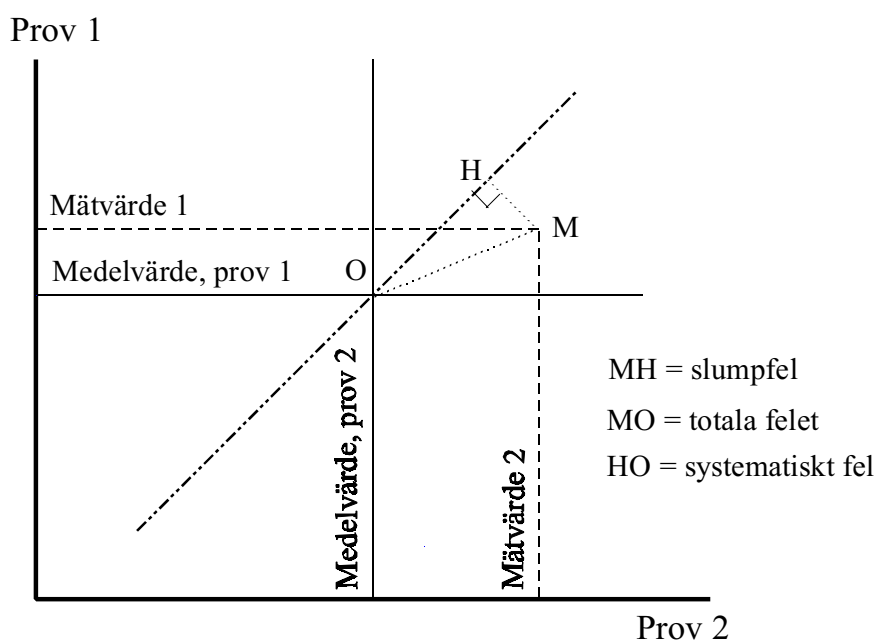
5. UTVÄRDERINGSMETODIK

För utvärderingen av mätdata har "Youden-diagram" använts. Principen för dessa diagram har utarbetats av W. J. Youden (se referens 4) 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 uppritas 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.

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	$\sum x$
Prov Y	y_1	y_2	$y_3 \dots$	y_n	$\sum y$
Skillnad ($x_i - y_i$)	D_1	D_2	$D_3 \dots$	D_n	$\sum D$
Summa ($x_i + y_i$)	T_1	T_2	$T_3 \dots$	T_n	$\sum T$

Varje X-värde innehåller ett systematiskt fel från respektive laboratorium. Detsamma gäller för Y-värdena. Det viktiga är att det systematiska felet i x_1 är detsamma som i y_1 , vilket antas vara fallet då proverna innehåller samma komponenter med likartade koncentrationer. När man tar skillnaden D för ett visst laboratorium, innehåller värdet på D inget bidrag från något systematiskt fel utan bara från de tillfälliga felen. Spridningen för de tillfälliga felen blir då

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

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 varje värde på D 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 $\sum T$. Men summan innehåller det totala felet två gånger vilket innebär att man måste dividera med 2. Standardavvikelsen, s_d , (dvs den totala mätosäkerheten; representerat av MO i figuren) blir då

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

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 undersö-

ka 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 $\geq 2,12$ (95 % konfidensintervall, antal frihetsgrader 20), alternativt $F_{99\%} \geq 2,94$.

Från s_r kan ett konfidensintervall för det tillfälliga felet, D1, beräknas och från s_d ett konfidensintervall för det totala felet, D2, enligt

$$D1 = t \cdot s_r$$

$$D2 = t \cdot s_d$$

Värdet på t (Student's t) är för 21 frihetsgrader och ett 95 % konfidensintervall 2,08. 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 totala 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 - 6 i bilaga 4). Det betyder att mätpunkter som hamnar utanför dessa linjer har för stora fel. Om det är fråga om slumpmässiga eller systematiska fel beror på var i diagrammet de hamnar.

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 viktiga vid denna undersökning var att få fram ett mått på spridningen mellan laboratorierna och inte att peka ut laboratorier som av olika skäl fick avvikande resultat. De ackrediterade laboratorierna är skyldiga att för SWEDAC redovisa resultatet av provningsjämförelsen och ange vilka eventuella korrigerande åtgärder som provningsjämförelsen medförde.

Vid tidigare provningsjämförelser har vissa laboratorier saknat rätt reducerventiler till gasflaskorna. För att vid denna provningsjämförelse också de laboratorier som normalt endast använder gasflaskor från Air Liquide skulle kunna använda sina ordinarie reducerventiler medsändes en adapter till varje uppsättning provgaser.

Av de 22 deltagande laboratorierna använde 14 laboratorier AGA som leverantör av samtliga referensgaser och 5 laboratorier använde enbart Air Liquide som referensgasleverantör. Ett laboratorium använde referensgaser för NO_x från AGA medan övriga referensgaser levererats av Air Liquide, ett laboratorium använde referensgaser för NO_x från Air Liquide medan övriga referensgaser levererats från AGA och ett laboratorium använde referensgas för CO₂ från Messer Greisheim medan övriga gaser (NO, NO₂, SO₂ och CO) kom från AGA.

Mätvärdena i tabell 1 och 2 har använts för att beräkna ett konfidensintervall (95 %) för koncentrationerna i testgastuberna enligt

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

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

Referensgastub A

	<i>Provningsjämförelsen</i>	<i>AGA</i>
NO (ppm):	68,1 ± 0,9	70,0 ± 1,4
NO ₂ (ppm):	0,9 ± 0,3	
NO _x (ppm):	68,9 ± 0,9	70,0 (±1,4)
SO ₂ (ppm):	77,6 ± 1,5	79,6 ± 1,6
CO ₂ (vol-%):	10,98 ± 0,11	11,0 ± 0,22
CO (ppm):	299,5 ± 5,8	300 ± 6,0

Referensgastub B

	<i>Provningsjämförelsen</i>	<i>AGA</i>
NO (ppm):	97,1 ± 1,3	99,6 ± 2,0
NO ₂ (ppm):	1,2 ± 0,5	
NO _x (ppm):	98,3 ± 1,2	99,6 (±2,0)
SO ₂ (ppm):	49,6 ± 1,6	51,1 ± 1,0
CO ₂ (vol-%):	12,51 ± 0,10	12,5 ± 0,25
CO (ppm):	243,7 ± 6,4	246 ± 4,9

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

I bilaga 4 är resultaten ritade i form av Youden-diagram för alla parametrar utom NO₂. Som de "sanna" värdena har medelvärdena från provningsjämförelsen använts. Konfidensintervall har beräknats enligt kapitel 5 och lagts in i figurerna. I Figur 2 har inga medelvärden eller konfidensintervall lagts in eftersom det i princip inte skall finnas någon NO₂ i provet. Liksom vid föregående provningsjämförelsen (se ref. 3) är det en klar tendens att om en mätutrustning uppmäter en viss halt NO₂ i det första provet så registrerar ett motsvarande utslag för NO₂ också i det andra provet. Detta är ett stöd för teorin att uppmätt andel NO₂ av den totala NO_x-halten kan bero på den använda utrustningen. Denna gången var emellertid andelen uppmätt NO₂ betydligt mindre än vid tidigare tillfällen.

Kontroll av gasflaskorna före och efter provningsjämförelsen: Ett laboratorium ombads att mäta koncentrationen av samtliga komponenter i alla flaskor före och efter provningsjämförelsen. På så sätt kan man få en indikation på att halterna inte har förändrats under försökets gång. Resultatet blev att det inte var någon påvisbar skillnad i förhållandet mellan de olika flaskornas koncentration före och efter provningsjämförel-

sen eller inbördes mellan flaskorna i de två uppsättningarna. Skillnaden var i samtliga fall $< 2 \%$.

7. REFERENSER

1. Nyquist, G.

Provningsjämförelse mellan mätlaboratorier som utför automatiska rökgasmätningar. - ITM rapport 12, 1993.

2. Nyquist, G.

Automatiska rökgasmätningar. Provningsjämförelse 1994. Bestämning av halter i referensgasblandningar. - ITM rapport 21, 1994.

3. Nyquist, G.

Automatiska rökgasmätningar. Provningsjämförelse 1995. Bestämning av halter i referensgasblandningar. - ITM rapport 37, 1995.

4. Youden, W.J. and Steiner; E.H.

Statistical Manual of the Association of Official Analytical Chemists. Association of Official Analytical Chemists, Washington, 1975.

Bilaga 1**Deltagande laboratorier**

ABB Stahl AB
Att. Anders Löfgren
TMC
612 82 FINNSPÅNG

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

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

Euroc Research AB
Att. Jan Lind
Box 104
620 30 SLITE

Tel. 0498 - 28 11 00
Fax. 0498 - 28 13 91

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

Kjellgren Miljöteknik AB (KMT)
Att. Lars-Gunnar Kjellgren
Box 35
577 21 HULTSFRED

Tel. 0495 - 100 80
Fax. 0495 - 143 60

KM Miljöteknik AB
Att. Lars-Göran Larsson
Box 714
251 07 HELSINGBORG

Tel. 042 - 17 30 00
Fax. 042 - 14 32 98

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

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

Miljökonsulterna
Att. Per-Åke Gustavsson
Box 154
611 24 NYKÖPING

Tel. 0155 - 22 25 00
Fax. 0155 - 21 03 84

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

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

Miljömätarna i Linköping AB Att. Bo Alexandersson

Björklundsgatan 7
582 49 LINKÖPING

Tel. 013 - 21 23 20

Fax. 013 - 21 23 24

Opsis AB

Att. Ronald Karlsson
Box 244
244 02 FURULUND

Tel. 046 - 73 85 10

Fax. 046 - 73 83 70

SIGMA Energi & Miljö

Att. Erik Persson
Liljeholmsvägen 30, 6 tr.
117 61 STOCKHOLM

Tel. 08 - 685 50 68

Fax. 08 - 685 50 50

Stora Corporate Research

Att. Ingvar Eriksson

791 80 FALUN

Tel. 023 - 78 80 39

Fax. 023 - 178 03

Vattenfall Utveckling AB

Att. Mattias Mattsson
Älvkarlebylaboratoriet
810 70 ÄLVKARLEBY

Tel. 026 - 835 16

Fax. 026 - 836 70

ÅF-Energikonsult Syd AB

Att. Marcus Hansson
Stensjögatan 3
217 65 MALMÖ

Tel. 040 - 37 50 00

Fax. 040 - 13 90 38

NICON

Att. Per Garmager
Landstingshuset
972 41 LULEÅ

Tel. 0920 - 24 44 00

Fax. 0920 - 24 44 50

Petrokraft AB

Att. Lars Boman
Box 52092
400 25 GÖTEBORG

Tel. 031 - 83 06 80

Fax. 031 - 40 16 59

SP

Att. Lennart Gustavsson
Box 857
501 15 BORÅS

Tel. 033 - 16 50 00

Fax. 033 - 13 19 79

Sydskraft Konsult AB

Att. Håkan Henriksson

205 09 MALMÖ

Tel. 040 - 25 59 98

Fax. 040 - 30 21 94

VBB VIAK

Att. Hans-Erik Hultberg
Box 2203
403 14 GÖTEBORG

Tel. 031 - 62 75 00

Fax. 031 - 62 77 22

ÅF-IPK AB

Att. Lennart Karlsson
Box 47086
402 58 GÖTEBORG

Tel. 031 - 46 00 80

Fax. 031 - 48 21 80

Bilaga 2

Instrumentering

Ämne	Tillverkare	Typ	Mätprincip	Gasberedning	Antal
NO _x	Ecophysics/Tecan	CLD 700 EL-ht	Kemilum.	Extr., kondensskyl.	9
		CLD 502, 560	Kemilum.	Extr., kondensskyl.	4
	Hartman&Braun	Radas 1G	UV	Extr., kondensskyl.	1
	Monitor Labs	Model 8840	Kemilum.	Extr., utspädning	1
	Thermo Environ.	Model 42	Kemilum.	Extr., utspädning	1
NO	Hartman&Braun	Bomem	FTIR	Varmextraktiv	1
	Leybold/Rosem.	Binos 4.2	IR	Extr., kondensskyl.	1
	Maihak	Unor 610	IR	Extr., kondensskyl.	1
	Opsis	AR 620	UV	In situ	1
	PerkinElmer	Mekos 100 CD	IR	Extr., kondensskyl.	1
	rbr-Computertech.	Econ JN	Elektrok. cell	Extr., kondensskyl.	1
NO ₂	Hartman&Braun	Bomem	FTIR	Varmextraktiv	1
	PerkinElmer	Mekos100 CD	IR	Extr., kondensskyl.	1
	IMR	IMR 3000 P	Elektrok. cell	Extr., kondensskyl.	1
	Leybold/Rosem.	Binos 4.2	UV	Extr., kondensskyl.	1
	Opsis	AR 620	UV	In situ	1
	rbr-Computertech.	Econ JN	Elektrok. cell	Extr., kondensskyl.	1
SO ₂	Hartman&Braun	Bomem	FTIR	Varmextraktiv	1
		Uras 3G	IR	Extr., kondensskyl.	2
	Leybold/Rosem.	Binos	IR	Extr., kondensskyl.	1
		Binos-UV	UV	Extr., kondensskyl.	1
		Maihak	Multor 610	IR	Extr., kondensskyl.
		Unor 6N	IR	Extr., kondensskyl.	5
		Unor 600	IR	Extr., kondensskyl.	2
		Unor 610	IR	Extr., kondensskyl.	1
		Monitor Labs	Model 8850	Puls UV-fluor.	Extr., utspädning
	Opsis	AR 620	UV	In situ	1
	PerkinElmer	Mekos 100 CD	IR	Extr., kondensskyl.	1
	rbr-Computertech.	Econ JN	Elektrok. cell	Extr., kondensskyl.	1
	Thermo Elektron	Model 40	Puls. UV-fluor. SS 02 84 21	Extr., kondensskyl. Manuell metod	1 1

Ämne	Instrument	Typ	Mätprincip	Gasberedning	Antal
CO ₂	Hartman&Braun	Bomem	FTIR	Varmextraktiv	1
		Uras 10E + P	IR	Extr., kondensskyl.	2
	Horiba	PIR 2000	IR	Extr., kondensskyl.	1
		Leybold/Rosem.	Binos 100	IR	Extr., kondensskyl.
	Maihak	Binos 1.1 + 1.2	IR	Extr., kondensskyl.	3
			IR	Extr., kondensskyl.	2
		Finor	IR	Extr., kondensskyl.	2
		Multor 610	IR	Extr., kondensskyl.	1
		Unor 6N	IR	Extr., kondensskyl.	2
	PerkinElmer	Unor 600	IR	Extr., kondensskyl.	1
		Mekos 100 CD	IR	Extr., kondensskyl.	1
	Siemens	Ultramat 22 D	IR	Extr., kondensskyl.	2
			Orsat	Manuell metod	1
	CO	Hartman&Braun	Bomem	FTIR	Varmextraktiv
Uras 10E + P			IR	Extr., kondensskyl.	2
Horiba		PIR 2000	IR	Extr., kondensskyl.	1
		Leybold/Rosem.	Binos 100	IR	Extr., kondensskyl.
Maihak		Binos 1.1 + 1.2	IR	Extr., kondensskyl.	3
			IR	Extr., kondensskyl.	3
		Multor 610	IR	Extr., kondensskyl.	1
		Unor 6N	IR	Extr., kondensskyl.	5
		Unor 600	IR	Extr., kondensskyl.	1
Multor		610	IR	Extr., kondensskyl.	1
Opsis		AR 650	IR	In situ	1
PerkinElmer		Mekos 100 CD	IR	Extr., kondensskyl.	1
rbr-Computertech.		Econ JN	Elektrok. cell	Extr., kondensskyl.	1
Siemens		Ultramat 22 D	IR	Extr., kondensskyl.	1

Bilaga 3.

Tabell 1. Resultat från provningsjämförelsen 1996. Prov A.
Mätvärdena inom parentes ej medtagna vid den statistiska beräkningen.

	NO	NO ₂	NO _x	SO ₂	CO ₂	CO
Prov A	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm
AGA	70,0		70,0	79,6	11,0	300
1	68,7	0,8	69,5	77,0	10,84	299
2	68,0	1,0	69,0	77,0	11,00	302
3	65,7	1,7	67,4	78,3	11,00	256
4	68,7	0,6	69,3		10,95	296
5	66,0	0,0	66,0	80,0	11,20	308
6	69,0	1,0	70,0	79,0	11,00	307
7	72,2	0,0	72,2	73,0	10,90	300
8	72,0	0,0	72,0	86,0	11,40	306
9	69,2	0,0	69,2	77,2		280
10	68,0	0,5	68,5	79,0	10,90	300
11	67,8	1,7	69,5	79,5	10,78	298
12	67,2	2,3	69,5	76,5		306
13	69,0	2,0	71,0	77,0	11,20	304
14	62,0	1,0	63,0	(60,0)	10,30	
15	66,5	0,0	66,5	78,8	11,18	313
16	69,0	2,0	71,0	79,0	11,40	292
17	67,4	0,9	68,3	79,0	10,80	305
18	67,0	0,0	67,0	73,0	10,90	317
19	70,0	0,0	70,0	80,0	11,00	304
20	67,9	0,8	68,6		10,84	303
21	68,0	1,0	69,0	70,0	11,10	(225)
22	68,0	2,0	70,0	76,0		293

Tabell 2. Resultat från provningsjämförelsen 1996. Prov B.

	NO	NO ₂	NO _x	SO ₂	CO ₂	CO
Prov B	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm
AGA	99,6		99,6	51,1	12,5	246
1	98,1	0,8	98,9	49,3	12,47	246
2	98,0	1,0	99,0	50,0	13,00	246
3	94,6	2,5	97,1	51,2	12,60	200
4	98,4	1,5	99,9		12,50	241
5	96,0	0,0	96,0	52,0	12,60	253
6	98,0	2,0	100,0	53,0	12,50	256
7	101,8	0,0	101,8	43,0	12,40	245
8	102,0	0,0	102,0	56,0	13,00	245
9	99,9	0,0	99,9	49,7		225
10	98,0	1,0	99,0	51,0	12,40	246
11	97,5	2,2	99,7	52,3	12,41	244
12	97,0	2,9	99,9	49,6		253
13	97,0	3,0	100,0	49,0	12,60	253
14	88,0	2,0	90,0	46,0	12,00	
15	95,1	0,0	95,1	49,3	12,64	258
16	98,0	3,0	101,0	51,0	12,90	237
17	96,8	1,4	98,2	51,8	12,40	246
18	96,0	0,0	96,0	47,0	12,40	262
19	98,0	0,0	98,0	53,0	12,50	258
20	97,8	1,9	99,6		12,36	248
21	92,0	1,0	93,0	40,0	12,50	215
22	98,0	1,0	99,0	48,0		240

Tabell 3. Resultat från provningsjämförelsen 1996. Prov A.
*Medelvärden, spridning, max- och minvärden, antal mätvärden.
 Mätvärdena inom parentes i Tabell 1 ej medtagna.*

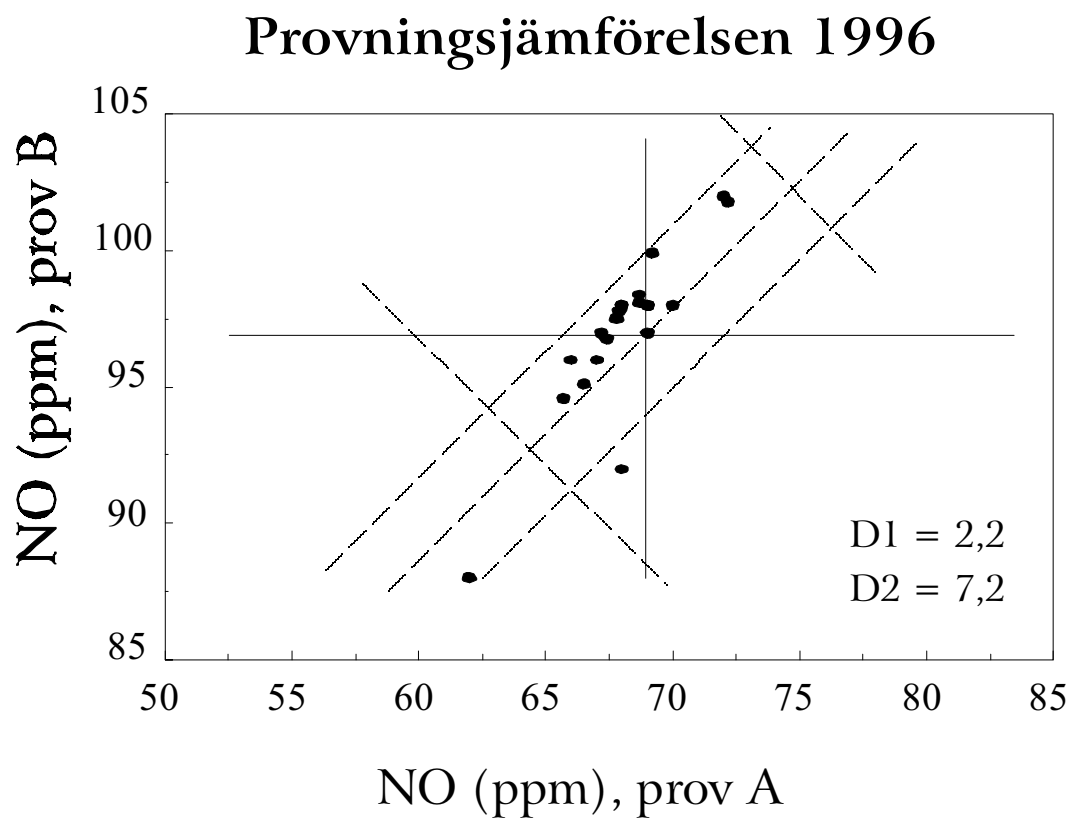
Prov A	NO	NO ₂	NO _x	SO ₂	CO ₂	CO
	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm
Medelvärde	68,1	0,9	68,9	77,6	10,98	300
Spridning	2,1	0,8	2,1	3,3	0,25	12,9
s (%) ¹⁾	0,9	0,3	0,8	1,3	1,25	1,3
Maxvärde	72,2	2,3	72,2	86,0	11,40	317
Minvärde	62,0	0,0	63,0	73,0	10,30	256
Mätvärden	22	22	22	19	19	20

¹⁾ Spridningen i % av fullt skalutslag. Valda mätområden:
 NO, NO₂, NO_x = 0 - 250 ppm; SO₂ = 0 - 250 ppm;
 CO₂ = 0 - 20 %; CO = 0 - 1000 ppm.

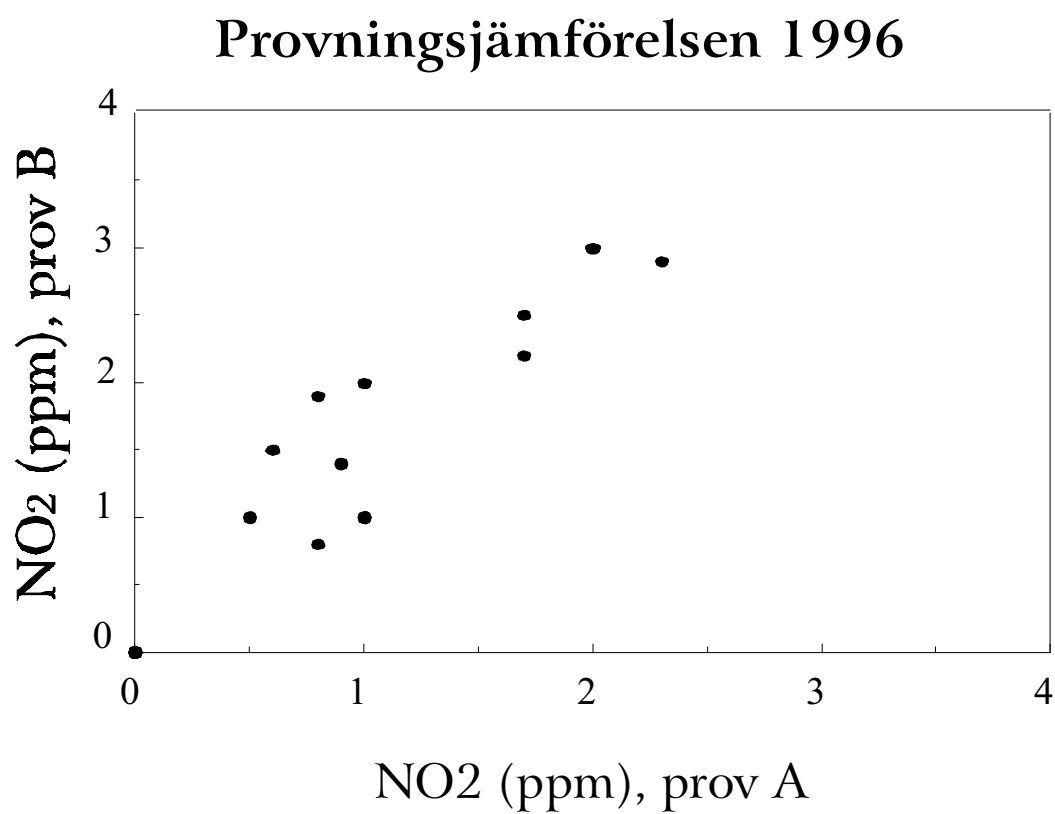
Tabell 4. Resultat från provningsjämförelsen 1996. Prov B.
Medelvärden, spridning, max- och minvärden, antal mätvärden.

Prov B	NO	NO ₂	NO _x	SO ₂	CO ₂	CO
	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm
Medelvärde	97,1	1,2	98,3	49,6	12,51	244
Spridning	3,0	1,1	2,9	3,6	0,21	14,7
s (%) ¹⁾	1,2	0,4	1,2	1,4	1,05	1,5
Maxvärde	102,0	3,0	102,0	56,0	13,00	262
Minvärde	88,0	0,0	90,0	40,0	12,00	200
Mätvärden	22	22	22	20	19	21

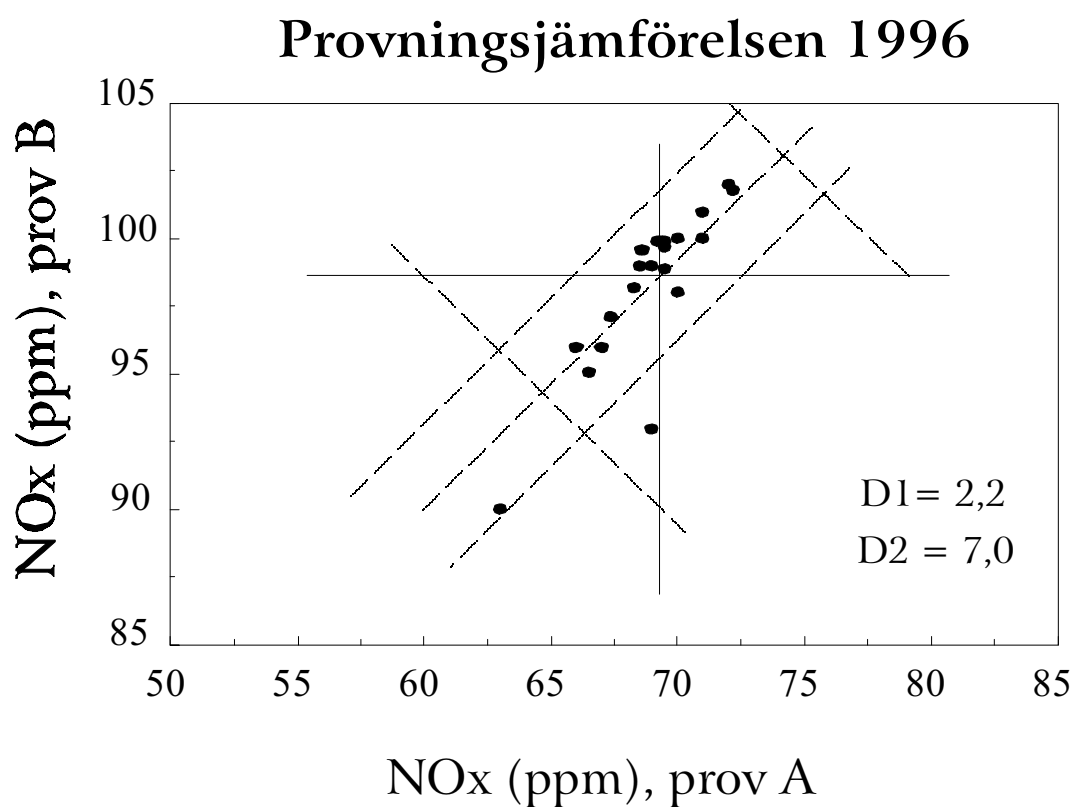
¹⁾ Spridningen i % av fullt skalutslag. Valda mätområden:
 NO, NO₂, NO_x = 0 - 250 ppm; SO₂ = 0 - 250 ppm;
 CO₂ = 0 - 20 %; CO = 0 - 1000 ppm.



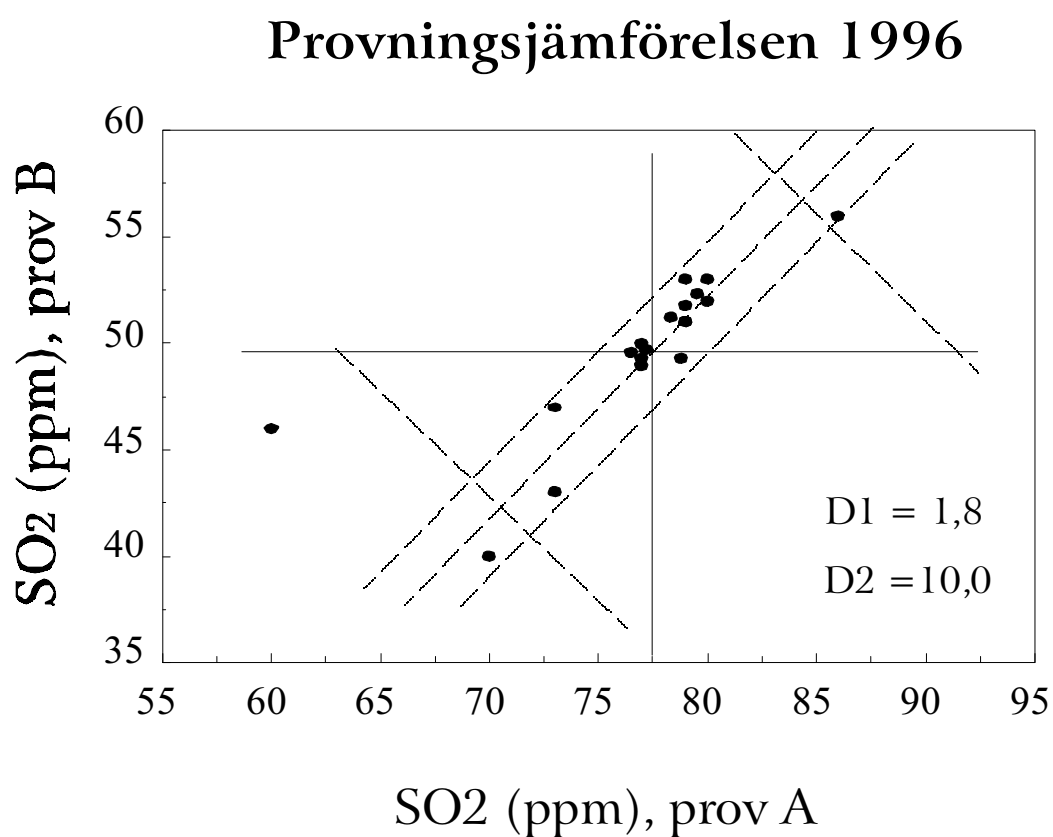
Figur 1. Resultat av provningsjämförelsen 1996 för kväveoxid (NO).
Youden-diagram enligt kapitel 5.



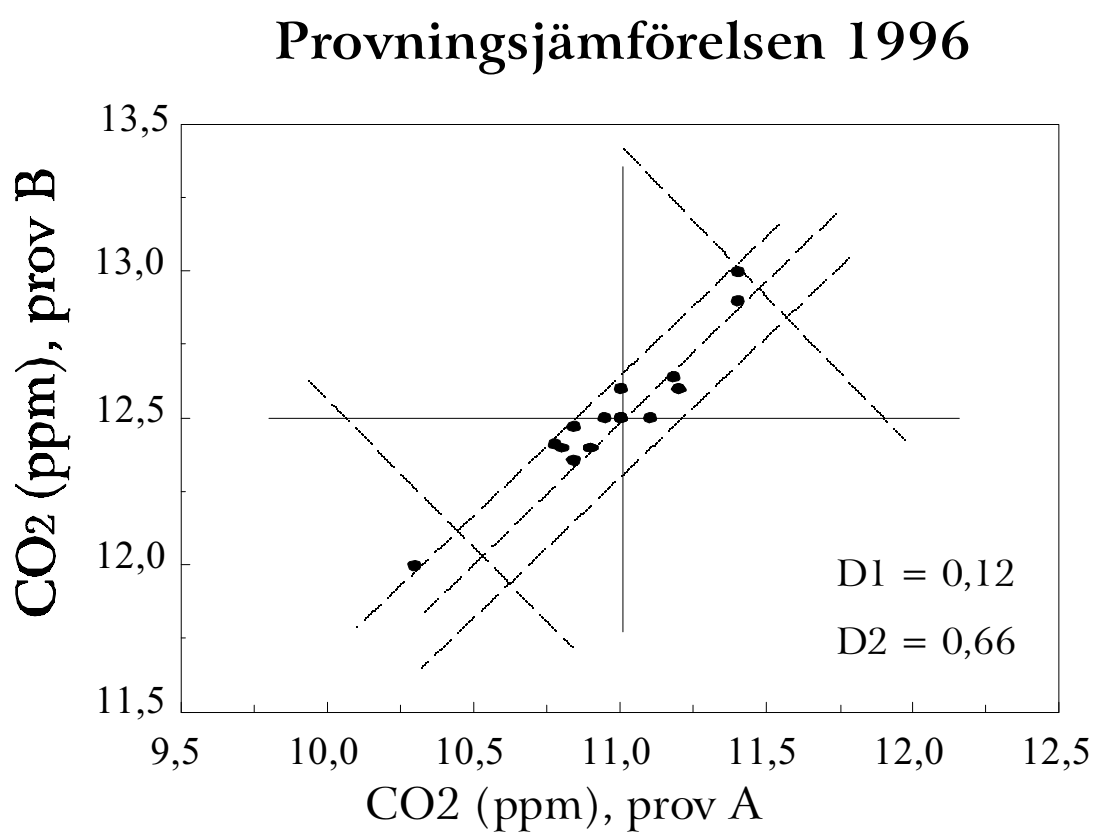
Figur 2. Resultat av provningsjämförelsen 1996 för kvävedioxid (NO₂).



Figur 3. Resultat av provningsjämförelsen 1996 för kväveoxider (NO_x).
Youden-diagram enligt kapitel 5.

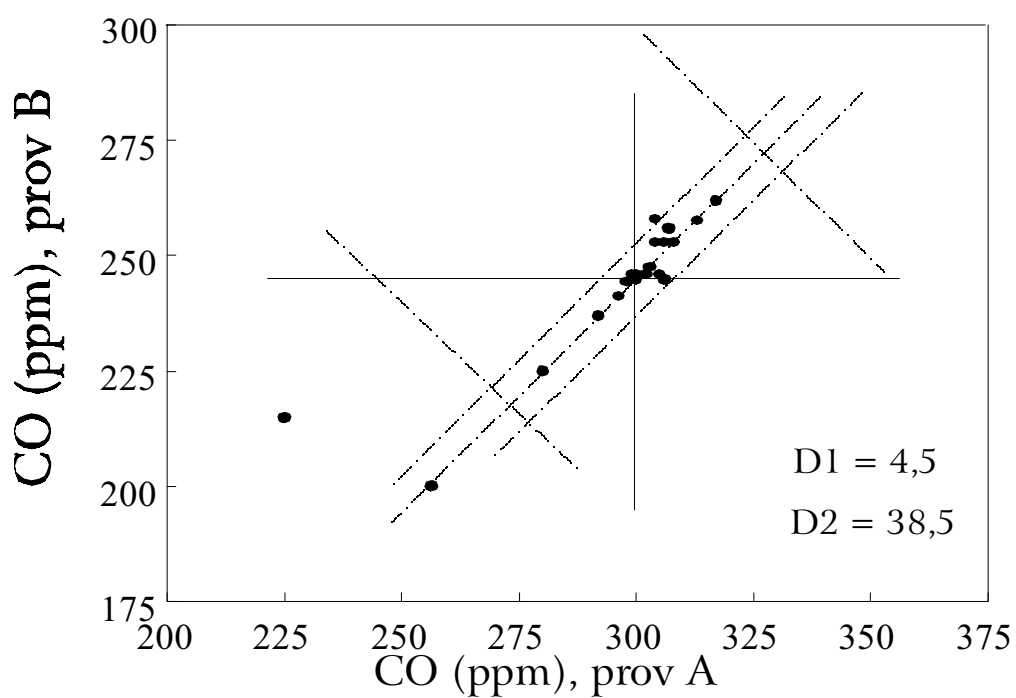


Figur 4. Resultat av provningsjämförelsen 1996 för svaveldioxid (SO₂).
Youden-diagram enligt kapitel 5.

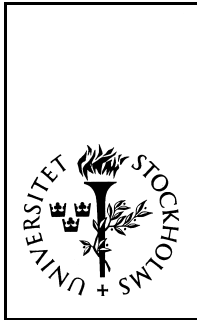


Figur 5. Resultat av provningsjämförelsen 1996 för koldioxid (CO₂).
Youden-diagram enligt kapitel 5.

Provningsjämförelsen 1996



Figur 6. Resultat av provningsjämförelsen 1996 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