



Automatiska rökgasmätningar
Provningsjämförelse 1995

Bestämning av halter i referensgasblandningar

Gunnar Nyquist

Institutet för tillämpad miljöforskning

Institute of Applied Environmental Research

ITM rapport 37

Automatiska rökgasmätningar Provningsjämförelse 1995

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 (inklusive en filial) 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 augusti 1995

Innehåll

	Sid.
1. Bakgrund	1
2. Förutsättningar	2
3. Deltagande laboratorier	3
4. Mätutrustningar	3
5. Utvärderingsmetodik	3
6. Resultat	7
7. Referenser	10
Bilaga 1: Förteckning över deltagande laboratorier	11
Bilaga 2: Instrumentering	13
Bilaga 3: Tabeller	15
Bilaga 4: Figurer	17

1. BAKGRUND

Den 1/1 1992 trädde Naturvårdsverkets föreskrifter SNFS 1991:5 och 1991:6 (NO_x-avgifter; miljökontroll av NO_x och SO_x) i kraft och därmed krav på obligatorisk årlig kontroll av alla berörda anläggningars mätsystem av "sakkunnig och oberoende besiktningsman". I de senaste utgåvorna (SNFS 1992:5 och SNFS 1992:6) har termen "sakkunnig och oberoende besiktningsman" bytts ut mot "ackrediterat laboratorium". Krav på ackreditering började gälla 1 januari 1993.

SWEDAC ackrediterade de första luftlaboratorierna under hösten 1992. I dagsläget (augusti 1995) har 16 laboratorier erhållit ackreditering.

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).

Provningsjämförelsen som presenteras i denna rapport genomfördes under april - juni 1995. Luftlaboratoriet, ITM, Stockholms universitet skötte organisation och utvärdering på uppdrag av SWEDAC. Provningsjämförelsen var i första hand riktad mot 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 laboratorerna. Halterna i provgasen motsvarade relativt rena rökgaser (NO_x ≤ schablonvärdet 0,25 g/MJ). Varje laboratorium fick 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 svenska gasleverantörerna, AGA och Air Liquide, beställdes en referensgasblandning. Varje gasblandning delades av leverantören upp på fem stycken tuber, vilka alla innehåller samma koncentrationer. Vart och ett av de deltagande laboratorerna fick en uppsättning gastuber. På så sätt delade fyra (i ett 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 men var samtidigt också en kontroll av att alla paren provflaskor innehöll samma halter av provgaskomponenterna.

AGA tillverkade en stor "moderflaska" och fyllde över till mindre gastuber efter det att blandningen stabiliserat sig. Air Liquide tillverkade en blandning som fylldes direkt på mindre tuber där blandningen fick stabiliseras innan tuberna analyserades för certifikat. Detta komplicerar utvärderingen eftersom det nu inte är exakt samma halter i alla flaskorna. Vid utvärderingen har därför de rapporterade värdena måst normaliseras mot en medelkoncentration av de fem Air Liquide-tuberna.

3. DELTAGANDE LABORATORIER

En förteckning över de deltagande laboratorerna finns i bilaga 1. Totalt deltog 22 laboratorier.

4. MÄTUTRUSTNINGAR

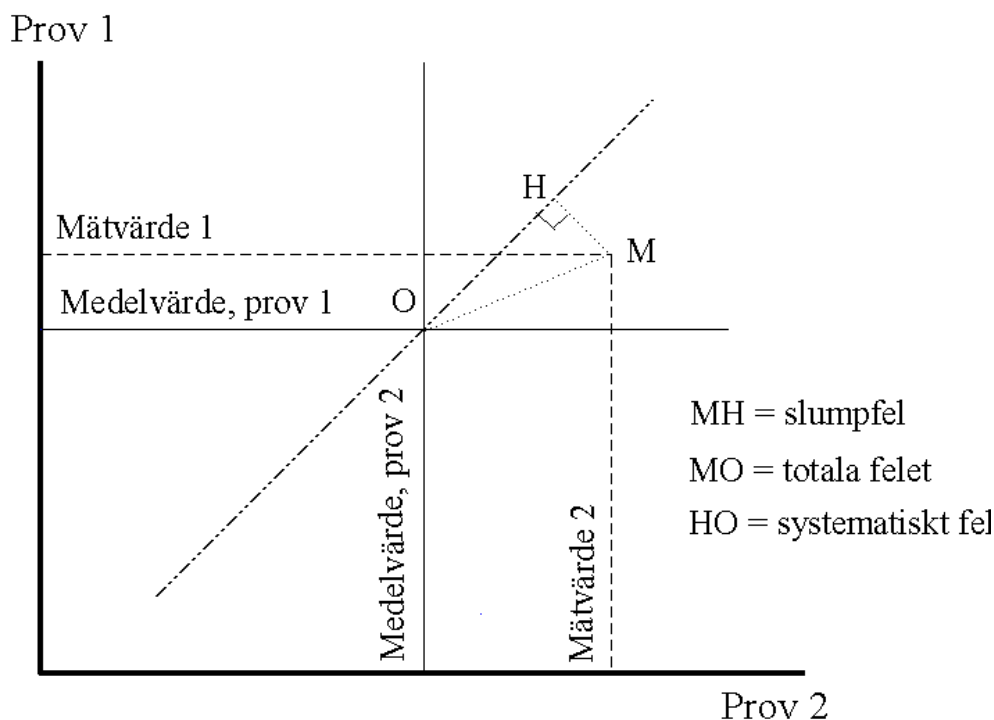
De mätutrustningar som användes av de deltagande laboratorierna finns listade i bilaga 2. I några fall har laboratorier uppgivit att de använt två instrument från olika tillverkare för en viss analys, och då har båda instrumenten tagits med i bilaga 2.

5. UTVÄRDERINGSMETODIK

För utvärderingen av mätdata har "Youden-diagram" använts. Principen för dessa diagram har utarbetats av W. J. Youden (se referens 3) för att analysera resultaten från provningsjämförelser där flera olika laboratorier har mätt på samma prover. Försöksuppläggningsen är att 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	Σx
Prov Y	y_1	y_2	$y_3 \dots$	y_n	Σy
Skillnad ($x_i - y_i$)	D_1	D_2	$D_3 \dots$	D_n	ΣD
Summa ($x_i + y_i$)	T_1	T_2	$T_3 \dots$	T_n	ΣT

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 . 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

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

s_r är en uppskattning av det tillfälliga felet i mätningen. 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 ΣT . Men summan innehåller det totala felet två gånger vilket innebär att man måste dividera med 2. Standardavvikelsen, s_d , (dvs den totala mätosäkerheten) 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 undersöka om det är en signifikant skillnad mellan varianser, dvs i detta fall om det totala felet är signifikant större än det tillfälliga genom att beräkna

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

Antalet frihetsgrader är $n - 2$. En signifikant skillnad föreligger om $F_{95\%}$ är $\geq 2,12$ (95 % konfidensintervall, antal frihetsgrader 20), alt. $F_{99\%} \geq 2,94$.

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 (jfr figur 1 - 6 i bilaga 4).

Betydelsen av de i Youden-diagrammen uppritade rektanglarna med sidorna $2 \cdot D1$ respektive $2 \cdot D2$ är enkelt uttryckt att ett analyspar har 95 % chans att hamna inuti rektangeln. Det betyder också att punkter som hamnar utanför dessa linjer har för stora fel i sina mätningar, slumpmässiga fel eller totalfel, beroende 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 är 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.

Provningsjämförelsen drog ut på tiden, dels p g a att några laboratorier fick gasflaskorna senare än beräknat och då inte var beredda att omedelbart analysera proverna, dels p g a att transporten från Gotland tog mycket lång tid beroende på stor pappersexercis och sommartidtabell på färjorna. Ett laboratorium kunde bara analysera ena gasflaskan p g a avsaknad av reducerventiler med rätt gängning. Detta laboratorium är inte medtaget i sammanställningen i tabell 1.

Att alla laboratorier har tillgång till reducerventiler som passar måste lösas tills nästa år. Det stora problemet har tidigare varit att laboratorierna inte hade reducerventiler till Air Liquide-flaskorna (de flesta laboratorier använde Aga), men även det omvända problemet ökar. Till denna gång hade Air Liquide utlovat att leverera en övergång så

att Aga-ventiler kunde användas, men tyvärr skedde inte detta. Ställd inför sådana här problem förstår man nyttan av standardisering!

Av de 22 deltagande laboratorierna hade 12 laboratorier AGA som leverantör av samtliga referensgaser och 4 laboratorier enbart Air Liquide som referensgasleverantör. Fyra laboratorier använde referensgaser för NO_x från Air Liquide medan övriga referensgaser levererats av AGA och ett laboratorium använde referensgas för SO₂ från Air Liquide medan de övriga kom från AGA. Ett laboratorium uppgav inte gasleverantör.

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

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

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 och Air Liquide finns nedan. Några mycket avvikande mätresultat har inte medtagits (se tabell 1) eftersom dessa värden får en orimligt stor påverkan på framför allt spridningen.

Referensgastub A

	<i>Provningsjämförelsen</i>	<i>AGA</i>
NO (ppm):	108,0 ± 1,8	110 ± 2,2
NO ₂ (ppm):	1,7 ± 1,4	
NO _x (ppm):	109,7 ± 1,6	110 (± 2,2)
SO ₂ (ppm):	92,5 ± 1,2	92,4 ± 1,8
CO ₂ (vol-%):	10,97 ± 0,12	11,0 ± 0,22
CO (ppm):	402,5 ± 3,3	400 ± 8,0

Referensgastub B

	<i>Provningsjämförelsen</i>	<i>Air Liquide</i>
NO (ppm):	88,3 ± 1,9	91,0 ± 1,8
NO ₂ (ppm):	2,0 ± 1,4	
NO _x (ppm):	90,1 ± 1,3	
SO ₂ (ppm):	110,4 ± 1,4	105 ± 5,2
CO ₂ (vol-%):	13,14 ± 0,12	13,3 ± 0,27
CO (ppm):	558,2 ± 13,7	559 ± 11,2

Air Liquide's gasblandningar innehåller enligt tillverkaren bara NO, detta på grund av att närvaron av SO₂ i proven kan påverka stabiliteten om gasblandningen också innehåller NO₂. NO₂-halten borde därför vara mycket låg i gastuberna från Air Liquide. Också AGA levererade denna gång, till skillnad från föregående provningsjämförelser, en gasblandning som inte skall innehålla NO₂.

De beräknade medelvärdena från provningsjämförelsen ligger i samtliga fall inom det koncentrationsintervall som gasleverantörerna garanterar. Den avvikelse som observerades vid förra provningsjämförelsen för SO₂ i AGA:s gasblandningar fanns inte denna gång. Skillnaden mellan årets och fjolårets gasblandningar var att NO₂ inte fanns med i årets testblandning. Det verkar som om en blandning som innehåller NO₂ påverkar mätresultatet för SO₂.

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 figuren. I figur 2 har inga medelvärden eller konfidensintervall lagts in eftersom det i princip inte skall finnas någon NO₂. Resultatet är emellertid mycket intressant. Det är en klar tendens att de utrustningar som uppmäter en viss halt NO₂ registrerar lika mycket NO₂ i båda testflaskorna. Detta är ett stöd för teorin att uppmätt andel NO₂ av den totala NO_x-halten kan bero på den använda utrustningen. NO₂ "bildas" i mätsystemet, vilket är något som måste tas i beaktande i kommande mätföreskrifter från SNV.

I tabell 2 - 5 jämförs resultaten från mätning av kväveoxider med kemiluminescensinstrument och instrument som använder andra mätprinciper. En statistisk analys visar att det inte är någon signifikant skillnad mellan medelvärdena för NO och NO_x som erhålls med de olika mätprinciperna, varken för testgaserna från AGA eller Air Liquide. Däremot är spridningen med kemiluminescensmetoden signifikant större för NO.

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 provningsjämförelsen. I absoluta tal var koncentrationsskillnaderna före och efter inom spridningsintervallet för provningsjämförelsen för NO, NO_x och SO₂, för CO₂ och CO klart bättre. Dessa resultat stöds av att inga trender kunde observeras till förändring av halterna för någon parameter eller någon testflaska under försökets gång.

7. REFERENSER

1. Nyquist, G.

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

2. Nyquist, G.

Automatiska rökgasmätningar. Provningsjämförelse 1995. Bestämning av halter i referensgasblandningar. - ITM rapport 21, 1994.

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

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

Deltagande laboratorier

ABB Stahl AB
Att. Anders Löfgren
TMC
612 82 FINNSPÅNG

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

BME-Konsult AB
Att. Erik Persson
Kvartsgatan 1 C
745 40 ENKÖPING

Tel. 0171 - 271 22
Fax. 0171 - 400 44

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. Ann-Kristin Askengren
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 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

Kjessler & Mannerstråle AB
Att. Thomas Nyström
Box 1083
581 10 LINKÖPING

Tel. 013 - 23 36 00
Fax. 013 - 12 17 28

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

Miljömätarna i Linköping AB
Att. Bo Alexandersson
Gesällgatan 5
582 31 LINKÖPING

Tel. 013 - 10 28 26
Fax. 013 - 10 28 49

Opsis AB
Att. Ronald Karlsson
Box 244
244 02 FURULUND

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

SP
Att. Lennart Gustavsson
Box 857
501 15 BORÅS

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

Sydkraft Konsult AB
Att. Håkan Henriksson

205 09 MALMÖ

Tel. 040 - 25 60 00
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. Lars Andersson
Box 8309
104 20 STOCKHOLM

Tel. 08 - 657 10 00
Fax. 08 - 653 91 36

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

Stora Corporate Research
Att. Ingvar Eriksson

791 80 FALUN

Tel. 023 - 803 00
Fax. 023 - 178 03

Vattenfall Utveckling AB
Att. Henrik Harnevie
Älvkarlebylaboratoriet
810 70 ÄLVKARLEBY

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

ÅF-Energikonsult Syd AB
Att. Mats Collin
Stensjögatan 3
217 65 MALMÖ

Tel. 040 - 37 50 00
Fax. 040 - 13 90 38

ÅF-IPK AB
Att. Kjell Berndtsson
Box 47086
402 58 GÖTEBORG

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

Instrumentering

Ämne	Instrument	Typ	Mätprincip	Gasberedning; alt. <i>in situ</i>	Antal
NO _x (+NO)	Ecophysics/Tecan	CLD 700 EL-ht	Kemiluminescens	Extraktiv, kondenskyllare	9
		CLD 502, 560	Kemiluminescens	Extraktiv, kondenskyllare	4
	Hartman&Braun	Radas 1G	UV	Extraktiv, kondenskyllare	1
	Maihak	Unor 610	IR	Extraktiv, kondenskyllare	1
	Monitor Labs	Model 8840	Kemiluminescens	Extraktiv, utspädning	1
	Thermo Environmental	Model 42	Kemiluminescens	Extraktiv, utspädning	1
NO	Bodensewerk/PerkinElmer	MCS (Mekos) 100 CD	IR	Extraktiv, kondenskyllare	1
		Leybold/Rosemount	Binos 4.2	IR	Extraktiv, kondenskyllare
	Opsis	AR 620	UV	In situ	1
	Testoterm	Testo 33	Elektrokemisk cell	Extraktiv, kondenskyllare	1
NO ₂	Bodensewerk/PerkinElmer	MCS (Mekos) 100 CD	IR	Extraktiv, kondenskyllare	1
		Leybold/Rosemount	Binos 4.2	UV	Extraktiv, kondenskyllare
	MSI Elektronik	MSI 5600	Elektrokemisk cell	Extraktiv, kondenskyllare	1
	Opsis	AR 620	UV	In situ	1
	Testoterm	Testo 33	Elektrokemisk cell	Extraktiv, kondenskyllare	1
SO ₂	Bodensewerk/PerkinElmer	MCS (Mekos) 100 CD	IR	Extraktiv, kondenskyllare	1
		Fuji	ZRC	IR	Extraktiv, kondenskyllare
	Hartman&Braun	Uras 3G	IR	Extraktiv, kondenskyllare	1
		Leybold/Rosemount	Binos	IR	Extraktiv, kondenskyllare
	Maihak	Binos-UV	UV	Extraktiv, kondenskyllare	1
		Unor 6N	IR	Extraktiv, kondenskyllare	10
		Unor 600	IR	Extraktiv, kondenskyllare	1
	Monitor Labs	Unor 610	IR	Extraktiv, kondenskyllare	1
		Model 8850	Pulsad UV-fluorescens	Extraktiv, utspädning	2
	Opsis	AR 620	UV	In situ	1
	Thermo Elektron	Model 40	UV-pulsfluorescens	Extraktiv, kondenskyllare	1
Testoterm	Testo 33	Elektrokemisk cell	Extraktiv, kondenskyllare	1	

Ämne	Instrument	Typ	Mätprincip	Gasberedning; alt. <i>in situ</i>	Antal
CO ₂	Bodensewerk/PerkinElmer	MCS (Mekos) 100 CD	IR	Extraktiv, kondenskyllare	1
	Hartman&Braun	Uras 10E + P	IR	Extraktiv, kondenskyllare	2
	Horiba	PIR 2000	IR	Extraktiv, kondenskyllare	1
	Leybold/Rosemount	Binos 100	IR	Extraktiv, kondenskyllare	2
		Binos 1.1 + 1.2 + IR	IR	Extraktiv, kondenskyllare	5
	Maihak	Finor	IR	Extraktiv, kondenskyllare	3
		Unor 6N	IR	Extraktiv, kondenskyllare	3
	Opsis	AR 620	IR	In situ	1
	Siemens	Ultramat 22 D	IR	Extraktiv, kondenskyllare	1
CO	Bodensewerk/PerkinElmer	MCS (Mekos) 100 CD	IR	Extraktiv, kondenskyllare	1
	Hartman&Braun	Uras 10E + P	IR	Extraktiv, kondenskyllare	2
	Horiba	PIR 2000	IR	Extraktiv, kondenskyllare	1
	Leybold/Rosemount	Binos 100	IR	Extraktiv, kondenskyllare	2
		Binos 1.1 + 1.2 + IR	IR	Extraktiv, kondenskyllare	5
	Maihak	Unor 6N	IR	Extraktiv, kondenskyllare	7
	Monitor Labs	Model 8830	IR	Extraktiv, utspädning	1
	Siemens	Ultramat 22 D	IR	Extraktiv, kondenskyllare	1
	Testoterm	Testo 33	Elektrokemisk cell	Extraktiv, kondenskyllare	1

Tabell 1. Resultat från provningsjämförelsen våren 1995. Understrukna mätvärden är inte medtagna vid den statistiska beräkningen.

	NO ppm	NO ₂ ppm	NO _x ppm	SO ₂ ppm	CO ₂ %	CO ppm	NO ppm	NO ₂ ppm	NO _x ppm	SO ₂ ppm	CO ₂ %	CO ppm
AGA	110,0		110	92,4	11,0	400						
Air Liquide							91,0			105	13,3	559
1	107,5	0,0	107,5	90,3	10,40		91,4	0,0	91,4	109,6	12,30	
2	114,6	2,5	117,1	92,5	10,90	403,0	90,0	1,5	91,5	108,0	13,00	466,0
3	109,3	6,4	115,2	92,0	10,70	403,2	89,2	5,6	94,5	111,2	12,90	556,5
4	109,0	1,0	110,0	92,6	10,73	399,0	88,9	1,1	90,0	111,4	12,83	548,0
5	106,9	2,9	109,8	93,6	11,07	402,1	87,9	2,4	90,3	112,0	12,93	558,4
6	110,2	0,2	110,4	90,4	11,43	420,0	95,7	0,3	96,0	109,3	13,43	631,0
7	108,0	1,0	109,0	97,0	10,90	390,0	89,0	1,0	90,0	114,0	12,90	542,0
8	109,0	0,0	109,0	93,0	11,10	402,0	91,6	0,0	91,6	113,0	13,20	561,0
9	110,0	0,0	110,0	93,0	<u>13,00</u>	411,0	89,5	0,0	89,5	110,4	<u>15,40</u>	567,0
10	107,0	0,0	107,0	92,0	11,00	403,0	91,0	0,0	91,0	108,0	12,90	564,0
11	106,0	1,0	107,0	91,0	10,95	408,0	91,0	1,0	92,0	109,0	13,20	570,0
12	107,0	0,6	107,6	88,7			87,4	0,5	87,9	107,6		
13	109,0	5,0	114,0	93,0		410,0	88,0	6,0	94,0	109,0		590,0
14	107,0	0,0	107,0	99,0	11,10	404,0	88,0	0,0	88,0	115,0	13,10	565,0
15	112,0	3,0	115,0	97,0	10,90	404,0	84,1	1,2	85,3	115,7	13,10	562,0
16	106,0	0,0	106,0	90,0		396,0	87,5	0,0	87,5	108,0		549,0
17	112,0	1,4	113,4	92,8	11,01	398,0	88,2	1,3	89,5	108,9	13,13	569,0
18	106,0	3,0	109,0	90,0	11,00	405,0	79,0	11,0	90,0	103,0	13,10	555,0
19	109,0	0,0	109,0	90,0	10,80	402,0	92,1	0,0	92,1	113,6	12,80	557,0
20			<u>138,0</u>		11,30	401,0			85,7		13,20	552,0
21	94,0	8,0	110,0	<u>61,0</u>	11,20	387,0	77,0	7,0	84,0	<u>82,5</u>	13,10	543,0
Medelvärde	108,0	1,7	109,7	92,5	10,97	402,5	88,3	2,0	90,1	110,4	13,14	558,2
Spridning	4,0	2,3	3,5	2,7	0,24	7,3	4,3	3,0	3,0	3,81	0,24	29,8
s (%) ¹⁾	1,6	0,9	1,4	1,1	1,2	0,7	1,7	1,2	1,2	1,5	1,2	3,0
Maxvärde	114,6	8,0	117,1	99,0	11,4	420,0	95,7	11,0	96,0	115,7	13,4	631,0
Minvärde	94,0	0,0	102,0	88,7	10,4	387,0	77,0	0,0	84,0	103,0	12,3	466,0
Mätvärden	20	20	20	19	17	19	20	20	21	19	17	19

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 2. Provningsjämförelsen 1995. Referensgas från Aga. Resultat med kemiluminescensinstrument för NO_x-bestämning (jfr tabell 1).

	NO	NO ₂	NO _x
Medelvärde (ppm)	107,3	2,3	109,5
Spridning (s; ppm)	5,1	2,5	4,0
Antal värden	12	12	12
Max (ppm)	114,6	8,0	117,1
Min (ppm)	94,0	0,0	102,0

Tabell 3. Provningsjämförelsen 1995. Referensgas från Aga. Resultat med instrument med andra mätprinciper än kemiluminescens för NO_x-bestämning (jfr tabell 1).

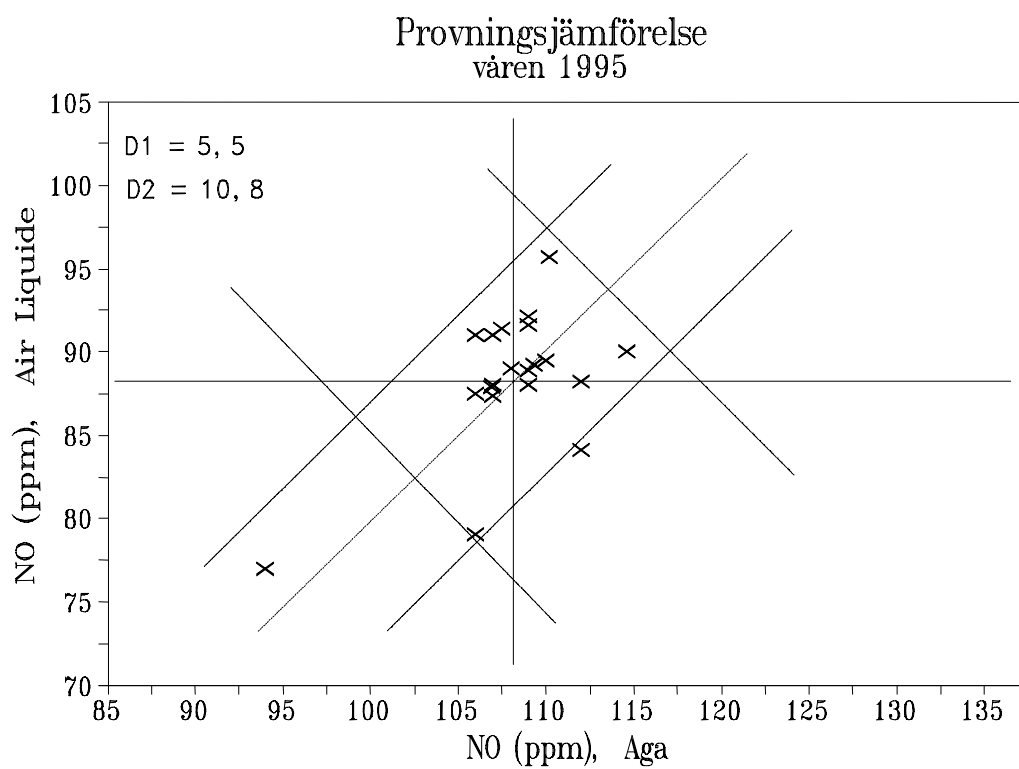
	NO	NO ₂	NO _x
Medelvärde (ppm)	108,8	0,8	108,9
Spridning (s; ppm)	1,7	1,7	2,6
Antal värden	8	8	8
Max (ppm)	110,2	5,0	114,0
Min (ppm)	106,0	0,0	106,0

Tabell 4. Provningsjämförelsen 1995. Referensgas från Air Liquide. Resultat med kemiluminescensinstrument för NO_x-bestämning (jfr tabell 1).

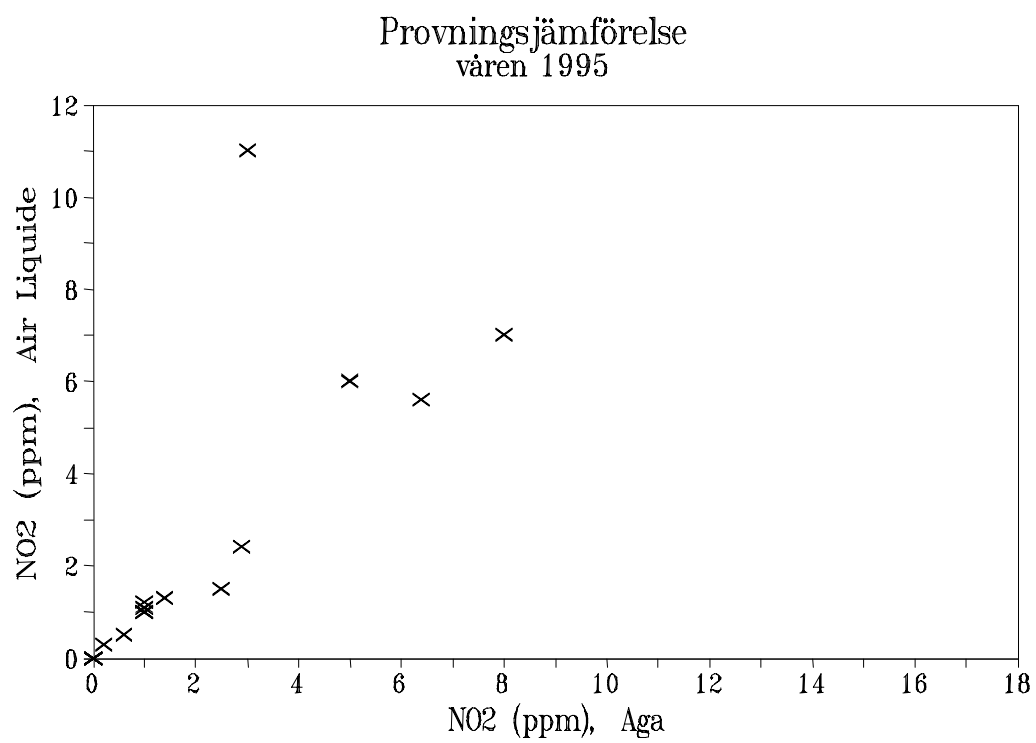
	NO	NO ₂	NO _x
Medelvärde (ppm)	86,7	2,8	89,2
Spridning (s; ppm)	4,7	3,4	2,9
Antal värden	12	12	13
Max (ppm)	92,1	11,0	94,5
Min (ppm)	77,0	0,0	84,0

Tabell 5. Provningsjämförelsen 1995. Referensgas från Air Liquide. Resultat med instrument med andra mätprinciper än kemiluminescens för NO_x-bestämning (jfr tabell 1).

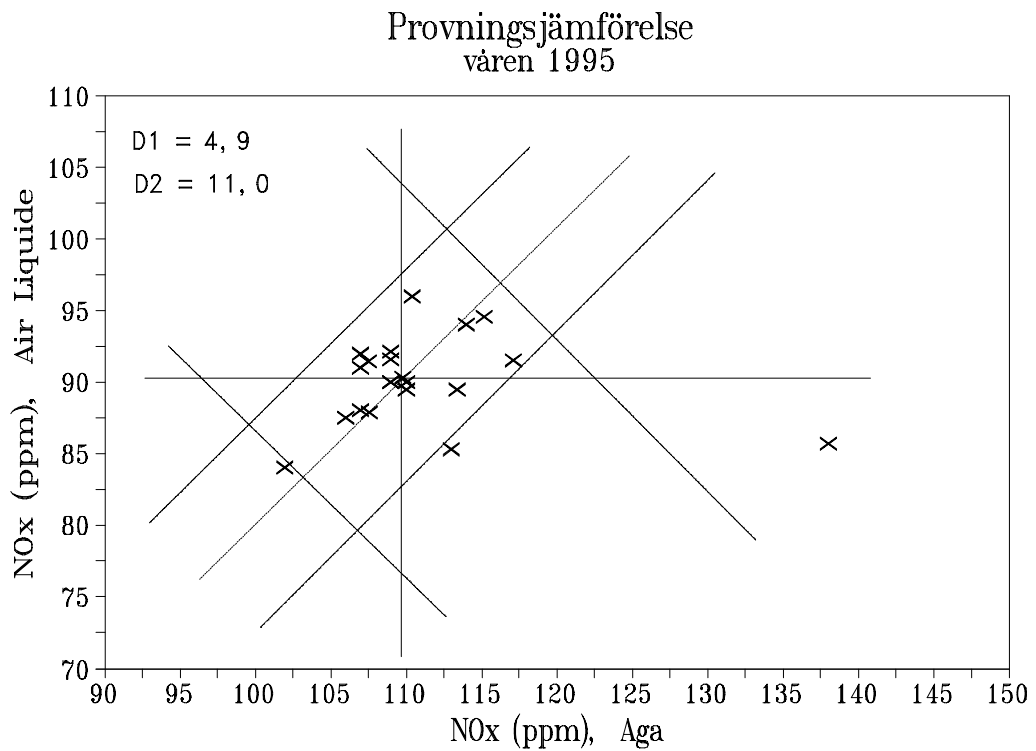
	NO	NO ₂	NO _x
Medelvärde (ppm)	90,3	0,9	91,3
Spridning (s; ppm)	2,7	2,1	2,9
Antal värden	8	8	8
Max (ppm)	95,7	6,0	96,0
Min (ppm)	87,5	0,0	87,5



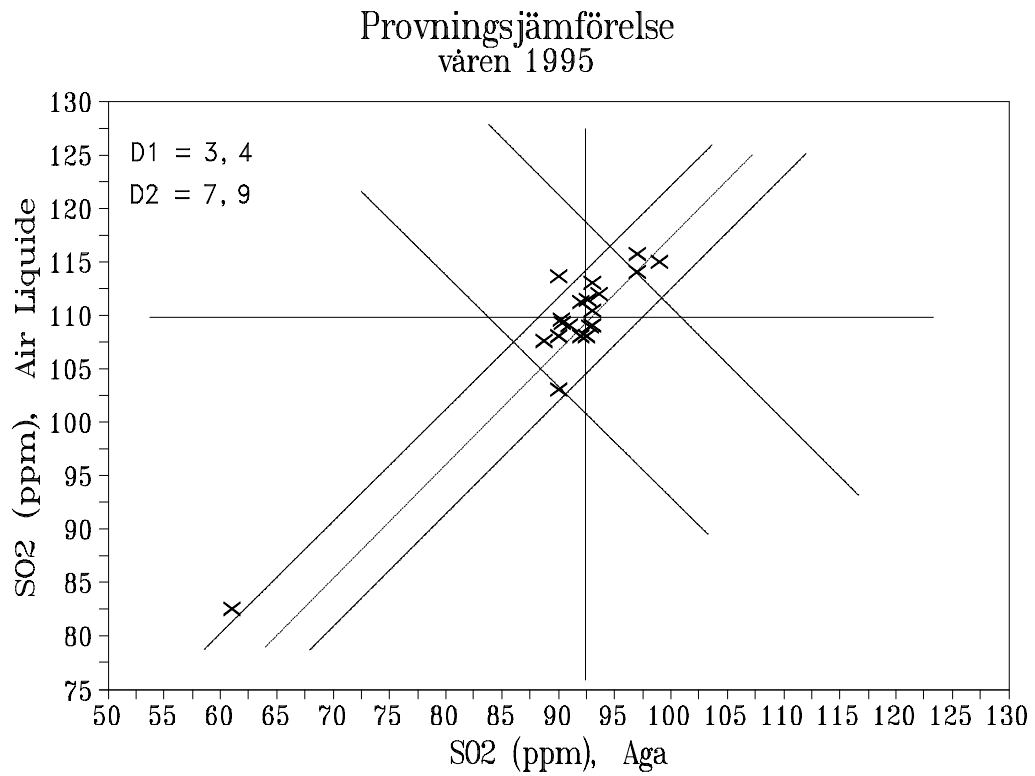
Figur 1. Resultat av provningsjämförelsen 1995 för kväveoxid (NO). Youden-diagram enligt kapitel 5. Alla värden i tabell 1 medtagna.



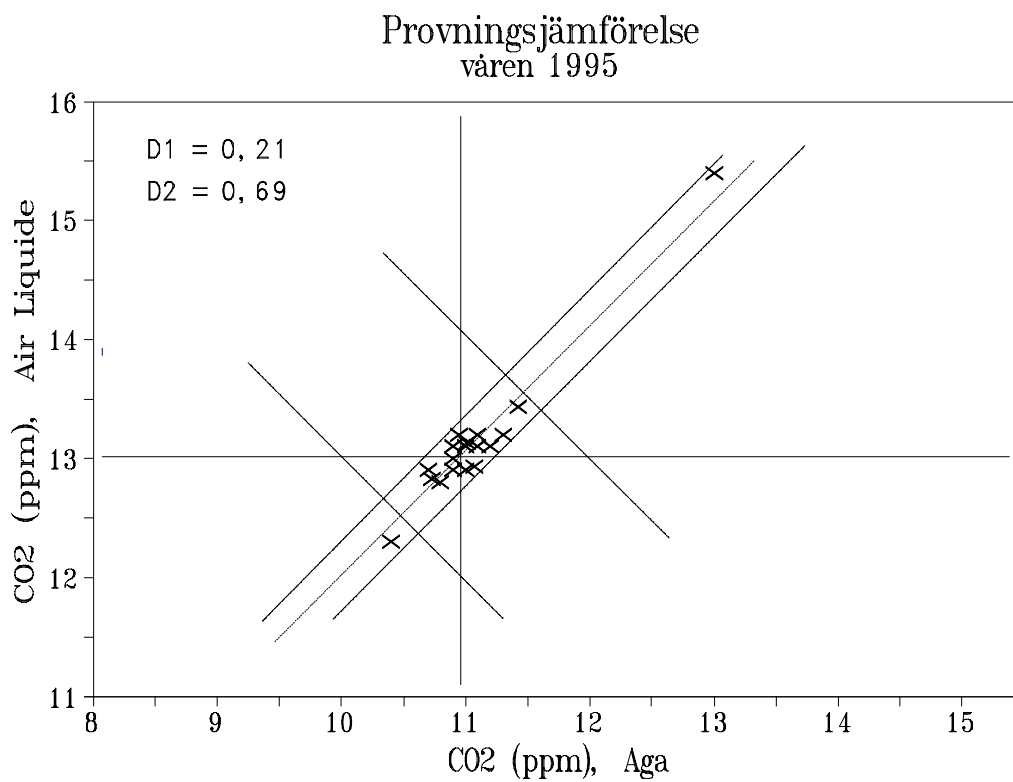
Figur 2. Resultat av provningsjämförelsen 1995 för kvävedioxid (NO₂). Alla värden i tabell 1 medtagna.



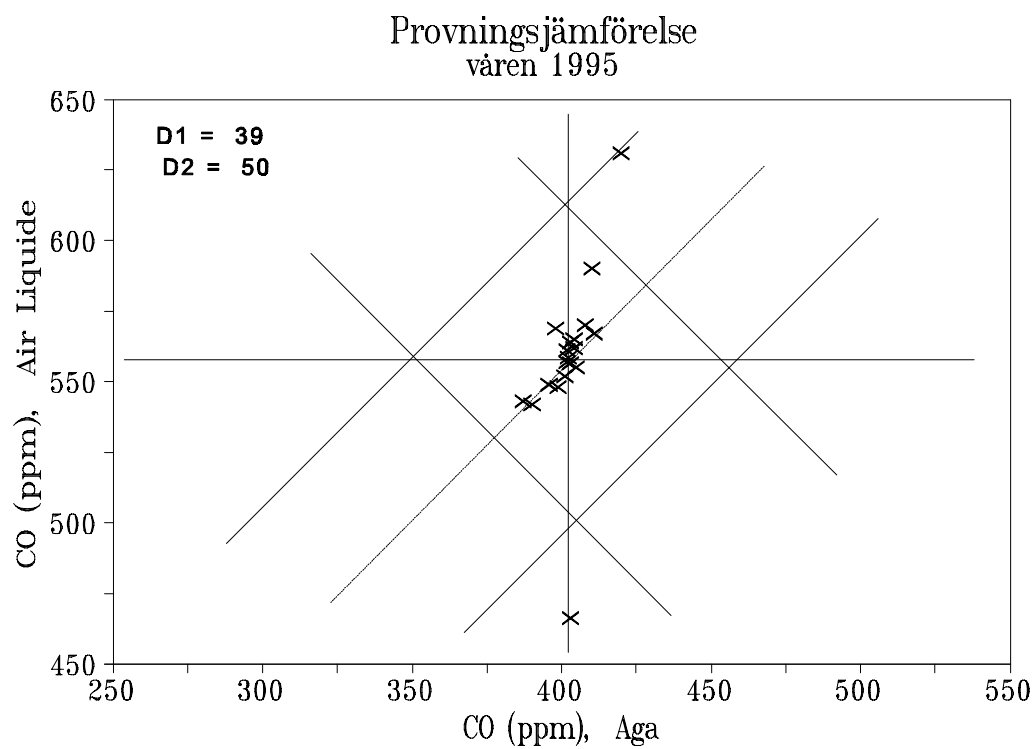
Figur 3. Resultat av provningsjämförelsen 1995 för kväveoxider (NO_x). Youden-diagram enligt kapitel 5. Understruket värde i tabell 1 ej medtaget i den statistiska analysen



Figur 4. Resultat av provningsjämförelsen 1995 för svaveldioxid (SO₂). Youden-diagram enligt kapitel 5. Understrukna värden i tabell 1 ej medtaget i den statistiska analysen



Figur 5. Resultat av provningsjämförelsen 1995 för koldioxid (CO₂). Youden-diagram enligt kapitel 5. Understrukna värden i tabell 1 ej medtaget i den statistiska analysen



Figur 6. Resultat av provningsjämförelsen 1995 för koloxid (CO). Youden-diagram enligt kapitel 5. Alla värden i tabell 1 medtagna.



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