

ITM rapport 62



Automatiska rökgasmätningar
Provningsjämförelse 1997

Bestämning av halter i referensgasblandningar

Gunnar Nyquist

Institutet för tillämpad miljöforskning

Institute of Applied Environmental Research

ITM rapport 62

Automatiska rökgasmätningar Provningsjämförelse 1997

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 25 laboratorier (varav en filial). 19 av laboratorierna var ackrediterade för att utföra sådana kontrollmätningar som krävs enligt föreskrifterna om NO_x-avgifter och miljökontroll av NO_x och SO_x (SNFS 1996:9 respektive SNFS 1996:10).

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

Stockholm i september 1997.

Innehåll

	Sid.
1. Bakgrund	4
2. Förutsättningar	4
3. Deltagande laboratorier	5
4. Mätutrustningar	5
5. Utvärderingsmetodik	5
6. Resultat	9
7. Referenser	12
Bilaga 1: Förteckning över deltagande laboratorier	13
Bilaga 2: Instrumentering	16
Bilaga 3: Tabeller	18
Bilaga 4: Figurer	21

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 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 1997) har 19 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 och 47; referens 2 - 4).

Den provningsjämförelse som presenteras i denna rapport genomfördes under maj - augusti 1997. 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 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 25 laboratorier (varav en filial till ackrediterat laboratorium).

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.

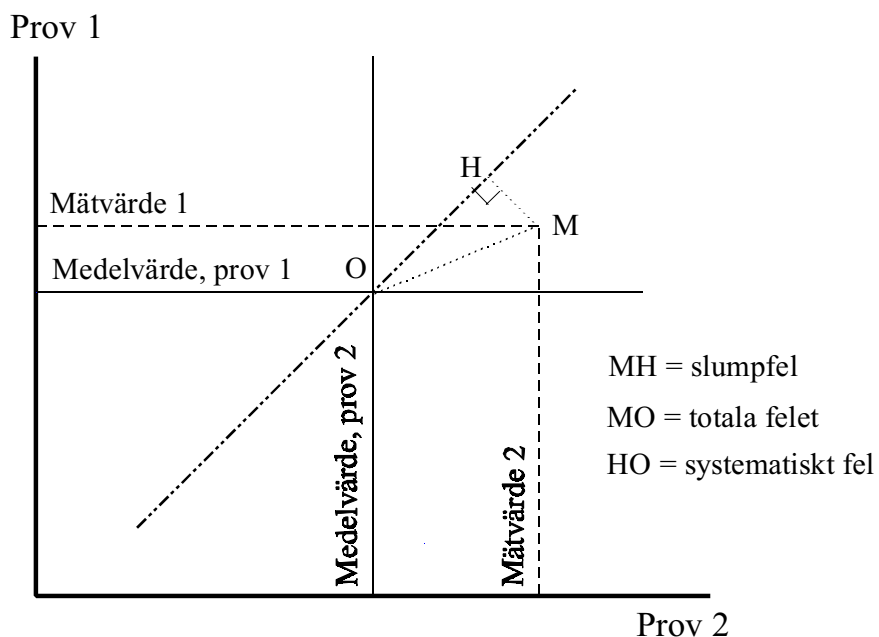
5. UTVÄRDERINGSMETODIK

För utvärderingen av mätdata har "Youden-diagram" använts. Principen för dessa diagram har utarbetats av W. J. Youden (se referens 5) 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	$\sum x_i$
Prov Y	y_1	y_2	$y_3 \dots$	y_n	$\sum y_i$
Skillnad ($x_i - y_i$)	D_1	D_2	$D_3 \dots$	D_n	$\sum D_i$
Summa ($x_i + y_i$)	T_1	T_2	$T_3 \dots$	T_n	$\sum T_i$

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

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

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 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 $\sum T_i$. 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

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

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 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 $\geq 2,00$ (95 % konfidensintervall, antal frihetsgrader 23), alternativt $F_{99\%} \geq 2,70$.

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 24 frihetsgrader och ett 95 % konfidensintervall 2,06. 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 - 6 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 grund av **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 behandlingen av mätresultaten från provningsjämförelsen medtages inte ett värde om det ligger mer än 3 standardavvikelser från medelvärdet eller om Grubbs test visar att värdet är "avvikande" eftersom 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. 6) 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 SWEDAC redovisa resultatet av provningsjämförelsen och ange vilka eventuella korrigerande åtgärder som provningsjämförelsen föranledde.

Av de 25 deltagande laboratorierna använde 16 laboratorier AGA som leverantör av samtliga referensgaser och 6 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 och CO från AGA för SO₂ från Air Liquide och ett laboratorium använde referensgaser från Carba Gas.

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 den ena av gasleverantörerna AGA eller Air Liquide skulle kunna använda sina ordinarie reducerventiler, beställdes adaptrar till varje provgasflaska. AGA levererade adaptrar men inte Air Liquide, vilket tyvärr inte observerades innan provningsjämförelsen. Ett laboratorium meddelade att de därigenom fått problem.

Ett allvarigare problem var att för en av grupperna tog den ena gastuben (Air Liquide) p g a läckage (?) slut i förtid, vilket medförde att två laboratorier endast kunde rapportera mätresultat från AGA-tuben. När de andra Air Liquide-tuberna kom tillbaka var de tomma eller innehöll ytterst lite gas. Dessa problem har inte förekommit vid tidigare provningsjämförelser. Det är möjligt att en 5 l gastub (Air Liquide) är för liten. AGAs gas levererades i 10 l gastub. Den mindre volymen från Air Liquide valdes av kostnadsskäl och utgående från tidigare erfarenheter.

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

Prov A

	<i>Provningsjämförelsen</i>	<i>AGA</i>
NO (ppm):	78,4 ± 1,1	79,9 ± 1,6
NO ₂ (ppm):	0,86 ± 0,39	
NO _x (ppm):	79,3 ± 1,2	79,9
SO ₂ (ppm):	48,5 ± 1,6	49,9 ± 1,0
CO ₂ (vol-%):	9,92 ± 0,06	9,99 ± 0,22
CO (ppm):	152,9 ± 2,0	153 ± 3,1

Prov B

	<i>Provningsjämförelsen</i>	<i>Air Liquide</i>
NO (ppm):	98,4 ± 1,4	100,2 ± 2,0
NO ₂ (ppm):	0,82 ± 0,48	
NO _x (ppm):	99,2 ± 1,3	
SO ₂ (ppm):	29,4 ± 1,5	29,9 ± 0,6
CO ₂ (vol-%):	11,89 ± 0,07	12,003 ± 0,120
CO (ppm):	99,7 ± 2,1	99,8 ± 4,9

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

Förutom de ovan redovisade komponenterna i referensgasblandningarna innehöll dessa även ca 10 ppm metan. Orsaken till att metan tillsattes proven var för att testa eventuella interferenseffekter. De enskilda laboratorierna har inte utvärderats, men totalt låg spridningen på motsvarande nivåer som förra året.

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. För

ett laboratorium var emellertid resultaten från de två mätutrustningarna signifikant olika. I detta fall har mätvärdena presenterats som fristående resultat (två olika rader i resultattabellerna) då det inte är likvärdigt vilket resultat som väljs. En del av det interna kvalitetsarbetet inom ett laboratorium bör vara att kontrollera instrument som mäter samma parametrar mot varandra.

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. Tre värden uppfyllde båda kriterierna samtidigt. Dessa värden är inom parentes i Tabell 1 och 2 och är inte medtagna vid de statistiska beräkningarna.

F-test (jfr sid. 7 - 8) visade att det totala felet i samtliga fall var signifikant (99,5 %) större än det tillfälliga felet.

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 skulle finnas någon NO₂ i provet. Liksom vid föregående provningsjämförelsen (se ref. 4) är det en klar tendens att om man med en mätutrustning uppmäter en viss halt NO₂ i det första provet så registreras ett motsvarande NO₂-utslag också i det andra provet.

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 innan provningsjämförelsen gav inte någon påvisbar skillnad mellan delproven av de två flaskuppsättningarna. Efter provningsjämförelsen kunde endast AGA-tuberna kontrolleras (Air Liquide-tuberna var tomma, jfr ovan). 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. *Youden, W.J. and Steiner; E.H., 1975.* Statistical Manual of the Association of Official Analytical Chemists. Association of Official Analytical Chemists, Washington.
6. *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

ILEMA Miljöanalys AB
Att. Ulf Wiklund
Ekdala
585 96 LINKÖPING

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

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

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

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

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

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

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

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

Tel. 042 - 17 31 13
Fax. 042 - 17 30 11

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

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

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
Tullstorp Almslätt
231 98 KLAGSTORP

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

NICON
Att. Per Garmager
Landstingshuset
972 41 LULEÅ

Tel. 0920 - 24 44 00
Fax. 0920 - 24 44 50

Petrokraft AB
Att. Lennart Cedenkvist
Box 52090
400 25 GÖTEBORG

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

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

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

Stora Corporate Research
Att. Ingvar Eriksson

791 80 FALUN

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

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

PMS AB
Att. Göran Sandström
Rådhusplanaden 11
903 28 UMEÅ

Tel. 090 - 12 20 26
Fax. 090 - 12 20 27

SP, Energiteknik
Att. Henrik Persson
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

Tellus Ekoteknik AB
Att. Erik Persson
Liljeholmsvägen 30
117 61 STOCKHOLM

Tel. 08 - 685 50 00
Fax. 08 - 685 50 50

Vattenfall Utveckling AB
Att. Mattias Mattsson
Älvkarlebylaboratoriet
814 26 ÄLVKARLEBY

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

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

Tel. 031 - 62 75 00
Fax. 031 - 62 77 22

ÅF-Energikonsult Syd AB
Att. Jan Fransson
Box 3124
350 43 Växjö

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

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
NO _x	Ecophysics/Tecan	CLD 700 EL-ht	Kemilum.	Extr., kondensskyl.	11
		CLD 502, 560	Kemilum.	Extr., kondensskyl.	2
	Hartman&Braun	Radas 1G	UV	Extr., kondensskyl.	1
	Maihak	Unor	IR	Extr., kondensskyl.	1
	Meloy	Model Na 510-2	Kemilum.	Extr., kondensskyl.	1
	Monitor Labs	Model 8840	Kemilum.	Extr., utspädning	2
NO	Hartman&Braun	Bomem	FTIR	Varmextraktiv	1
	Leybold/Rosem.	Binos 4.2	IR	Extr., kondensskyl.	1
	Maihak	Unor 610	IR	Extr., kondensskyl.	1
		6 N	IR	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
	V&F Messtechnik	CIMS 500	Masspektrometer	Extr.	1
	NO ₂	Hartman&Braun	Bomem	FTIR	Varmextraktiv
IMR		IMR 3000 P	Elektrok. cell	Extr., kondensskyl.	1
Leybold/Rosem.		Binos 4.2	UV	Extr., kondensskyl.	1
		Binos 1004	UV	Extr., kondensskyl.	1
Opsis		AR 600	UV	In situ	1
PerkinElmer		Mekos100 CD	IR	Extr., kondensskyl.	1
rbr-Computertech.		Econ JN + SG	Elektrok. cell	Extr., kondensskyl.	3
Testoterm		Testo 33	Elektrok. cell	Extr., kondensskyl.	1
V&F Messtechnik		CIMS 500	Masspektrometer	Extr.	1
SO ₂		Hartman&Braun	Bomem	FTIR	Varmextraktiv
	Uras 3G		IR	Extr., kondensskyl.	1
	Leybold/Rosem.	Binos	IR	Extr., kondensskyl.	1
		Binos 4b	UV	Extr., kondensskyl.	2
		ETL 9100	UV	Extr., kondensskyl.	1
	Maihak	Multor 610	IR	Extr., kondensskyl.	1
		Unor 6N	IR	Extr., kondensskyl.	4
		Unor 600	IR	Extr., kondensskyl.	2
		Unor 610	IR	Extr., kondensskyl.	2
	Monitor Labs	Model 8850	Puls. UV-fluor.	Extr., utspädning	2
	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
	Thermo Elektron	Model 40	Puls. UV-fluor.	Extr., kondensskyl.	1
			SS 02 84 21	Manuell metod	1

Ämne	Instrument	Typ	Mätprincip	Gasberedning	Antal	
CO ₂	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 + 1.2	IR	Extr., kondensskyl.		4	
	Maihak	Finor	IR	Extr., kondensskyl.	3	
		Multor 610	IR	Extr., kondensskyl.	1	
		Unor 6N	IR	Extr., kondensskyl.	3	
		Unor 600	IR	Extr., kondensskyl.	2	
	Opsis	AR 650	IR	In situ	1	
	PerkinElmer	Mekos 100 CD	IR	Extr., kondensskyl.	1	
	Siemens	Ultramat P1 + SE1	IR	Extr., kondensskyl.	2	
	V&F Messtechnik	CIMS 500	Masspektrometer	Extr.	1	
		Orsat	Manuell metod		1	
	CO	Hartman&Braun	Bomem	FTIR	Varmextraktiv	1
			Uras 10E + P	IR	Extr., kondensskyl.	2
Leybold/Rosem.		Binos 100	IR	Extr., kondensskyl.	3	
		Binos 1.1 + 1.2	IR	Extr., kondensskyl.	3	
Maihak		Multor 610	IR	Extr., kondensskyl.	1	
		Unor 6N	IR	Extr., kondensskyl.	7	
		Unor 600	IR	Extr., kondensskyl.	2	
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.	2	
V&F Messtechnik		CIMS 500	Masspektrometer	Extr.	1	

Bilaga 3.

Tabell 1. Resultat från provningsjämförelsen 1997. Prov A.
Mätvärdet inom parentes ej medtagna vid den statistiska beräkningen.

Prov A	NO ppm	NO ₂ ppm	NO _x ppm	SO ₂ ppm	CO ₂ %	CO ppm
AGA	79,9		79,9	49,9	9,99	153
1	78,4	0,2	78,6	46,6	(11,30)	145,9
2	80,0	0,0	80,0	52,0	10,00	154,0
3	77,0	2,0	79,0		10,00	150,0
4	82,5	0,8	83,3	43,7	10,10	
5	79,0	0,0	79,0	51,0	10,00	162,0
6	78,5	1,3	79,8	52,0	10,03	154,9
7	79,0	1,0	80,0	51,0	10,00	150,0
8	80,6	0,3	80,9		9,95	154,2
9	77,7	0,2	77,9	51,9	9,60	151,0
10	79,0	0,0	79,0	49,0	10,20	154,0
11	78,0	3,0	81,0		9,95	148,0
12	80,0	0,0	80,0	50,0	9,80	159,0
13	78,0	0,0	78,0	42,0	10,00	151,0
14	76,0	3,0	79,0	48,0	9,80	156,0
15	70,0	2,0	72,0		10,00	156,0
16	78,8	0,0	78,8	53,7	9,80	156,7
17	78,9	0,8	79,7	49,5		155,0
18	77,5	0,0	77,5	53,0	9,85	152,0
19	82,6	1,0	83,6	47,2	9,88	149,2
20	80,0	0,0	80,0	43,0	9,70	146,0
21	78,4	1,4	79,8	49,7	9,99	154,0
22	76,3	0,3	76,6	50,2	9,94	154,1
23	78,0	1,0	79,0	49,0		140,0
24	83,3	3,0	86,3		10,00	149,5
25	80,0	1,0	81,0	47,0	9,70	162,0
26	72,0	0,0	72,0	40,0		158,0

Tabell 2. Resultat från provningsjämförelsen 1997. Prov B.
Mätvärdena inom parentes ej medtagna vid den statistiska beräkningen.

Prov B	NO ppm	NO ₂ ppm	NO _x ppm	SO ₂ ppm	CO ₂ %	CO ppm
Air Liquide	100,2			29,9	12,00	99,8
1	100,0	0,0	100,0	29,9	(13,40)	97,4
2	100,0	0,0	100,0	32,0	11,80	100
3	96,0	2,0	98,0		12,00	100
4	100,8	1,6	102,4	27,8	(10,80)	
5	100,0	0,0	100,0	30,0	11,90	(121,0)
6	98,1	2,3	100,4	32,2	11,98	101,8
7	99,0	1,0	100,0	34,0	12,00	100
8	101,5	0,9	102,4		11,91	100,2
9	97,6	0,0	97,6	31,9	11,60	95
10	98,0	0,0	98,0	30,0	12,10	99
11	99,0	1,0	100,0		11,98	97
12	100,0	0,0	100,0	31,0	12,00	110
13	98,0	0,0	98,0	26,0	12,00	99
14	94,0	5,0	99,0	29,0	11,90	104
15	90,0	2,0	92,0	20,0	11,80	101
16	97,6	0,0	97,6	32,0	11,70	101,7
17	100,0	0,4	100,4	29,5		102
18	97,5	0,0	97,5	33,0	11,61	98
19	105,5	1,2	106,7	30,2	11,98	95,1
20	100,0	0,0	100,0	26,0	11,70	95
21	97,9	1,3	99,2	29,8	12,03	100
22						
23	97,0	1,0	98,0	30,0		86
24						
25	102,0	0,0	102,0	31,0	11,90	107
26	91,0	0,0	91,0	22,0		105

Tabell 3. Resultat från provningsjämförelsen 1997. Prov A.
Medelvärden, spridning, max- och minvärden, antal mätvärden. Mätvärdet inom parentes i Tabell 1 ej medtaget.

Prov A	NO ppm	NO ₂ ppm	NO _x ppm	SO ₂ ppm	CO ₂ %	CO ppm
Medelvärde	78,4	0,9	79,3	48,5	9,92	152,9
Spridning (s)	2,83	1,00	2,95	3,74	0,14	5,06
Spridning i % ¹⁾	1,13	0,40	1,18	1,50	0,71	0,51
Maxvärde	83,3	3,0	86,3	53,7	10,20	162,0
Minvärde	70,0	0,0	72,0	40,0	9,60	140,0
Antal mätvärden	26	26	26	21	22	25

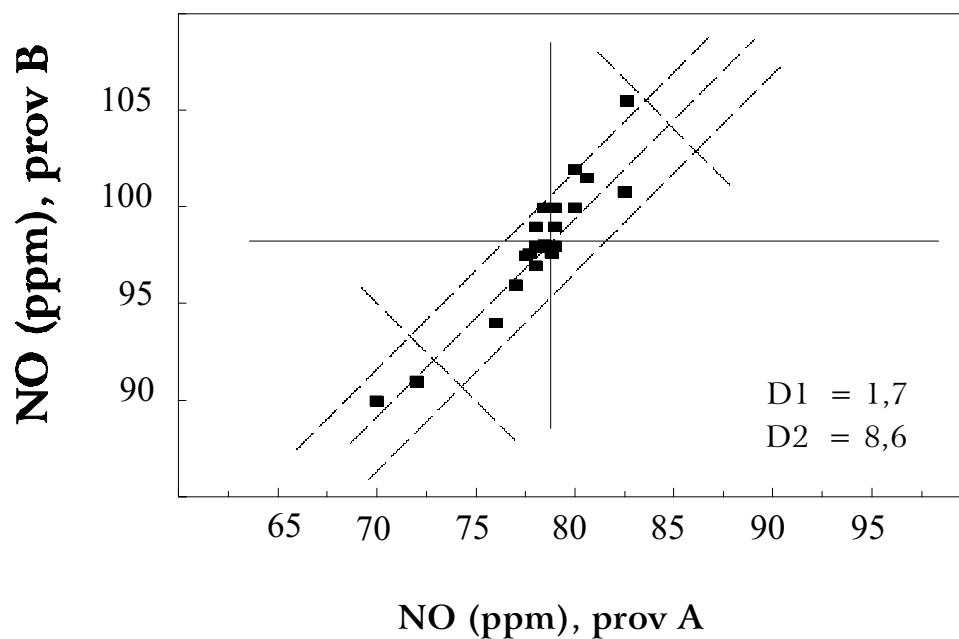
¹⁾ Spridningen i % av fullt skalutslag. Valda mätområden:
NO, NO₂, NO_x = 0 - 250 ppm; SO₂ = 0 - 250 ppm; CO₂ = 0 - 20 %;
CO = 0 - 1000 ppm.

Tabell 4. Resultat från provningsjämförelsen 1997. Prov B.
Medelvärden, spridning, max- och minvärden, antal mätvärden. Mätvärdena inom parentes i Tabell 2 ej medtagna.

Prov A	NO ppm	NO ₂ ppm	NO _x ppm	SO ₂ ppm	CO ₂ %	CO ppm
Medelvärde	98,4	0,8	99,2	29,4	11,89	99,7
Spridning (s)	3,30	1,18	3,13	3,45	0,15	4,84
Spridning i % ¹⁾	1,32	0,47	1,25	1,38	0,75	0,48
Maxvärde	105,5	5,0	106,7	34,0	12,10	110,0
Minvärde	90,0	0,0	91,0	20,0	11,60	86,0
Antal mätvärden	24	24	24	21	19	22

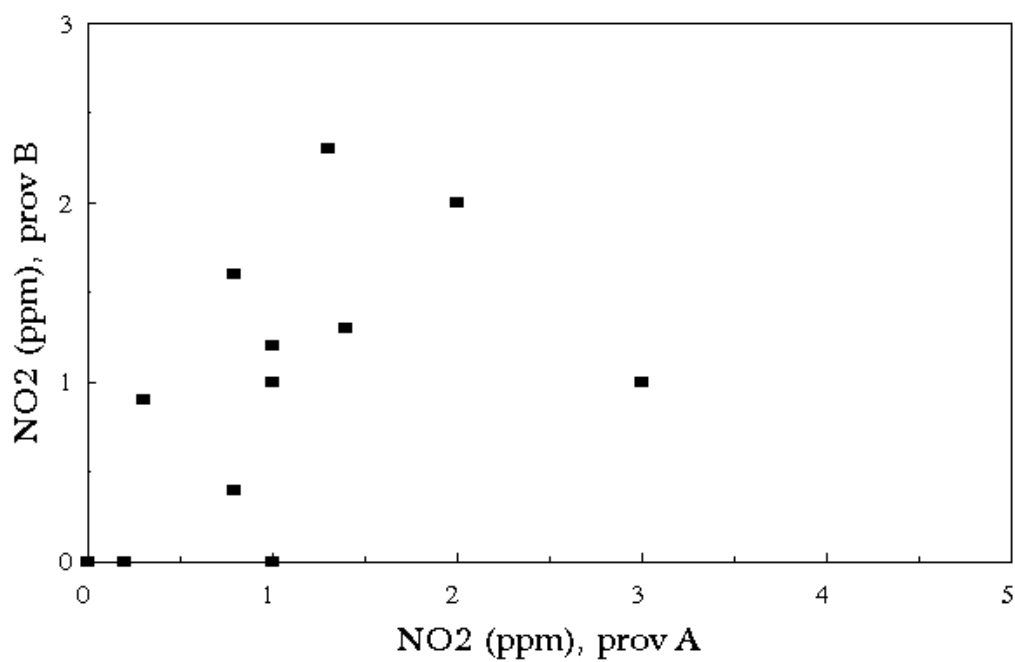
¹⁾ Spridningen i % av fullt skalutslag. Valda mätområden:
NO, NO₂, NO_x = 0 - 250 ppm; SO₂ = 0 - 250 ppm; CO₂ = 0 - 20 %;
CO = 0 - 1000 ppm.

Provningsjämförelsen 1997



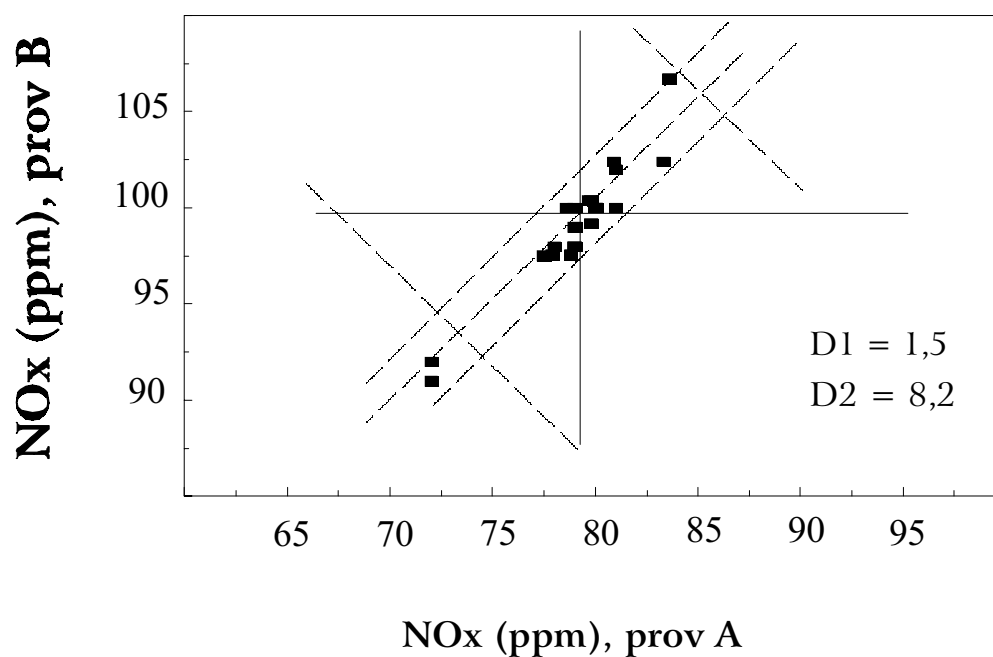
Figur 1. Resultat av provningsjämförelsen 1997 för kväveoxid (NO).
Youden-diagram enligt kapitel 5.

Provningsjämförelsen 1997



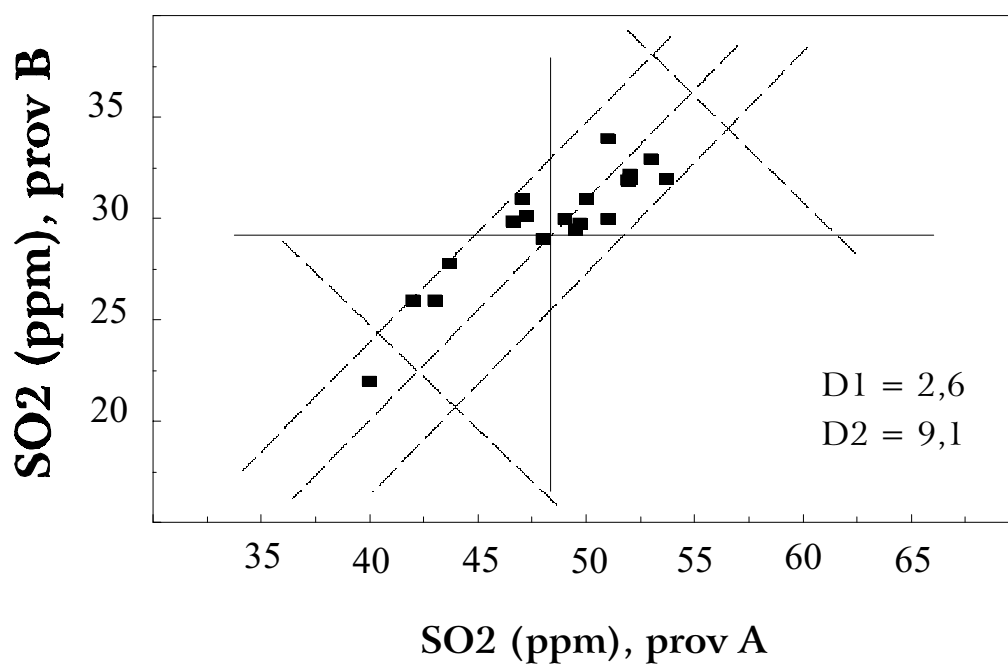
Figur 2. Resultat av provningsjämförelsen 1997 för kvävedioxid (NO₂).

Provningsjämförelsen 1997



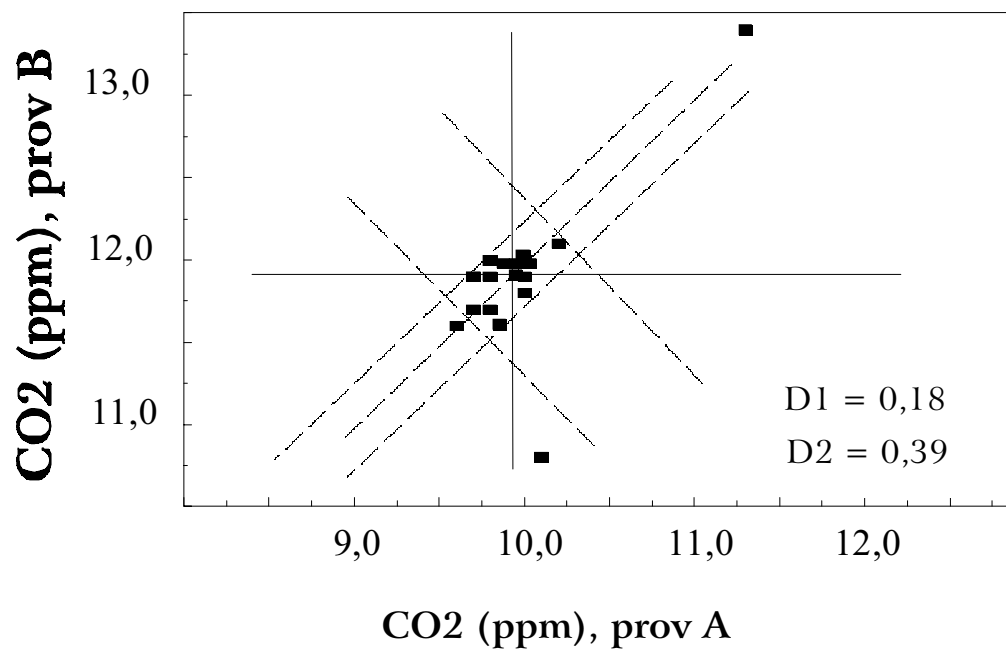
Figur 3. Resultat av provningsjämförelsen 1997 för kväveoxider (NO_x).
Youden-diagram enligt kapitel 5.

Provningsjämförelsen 1997



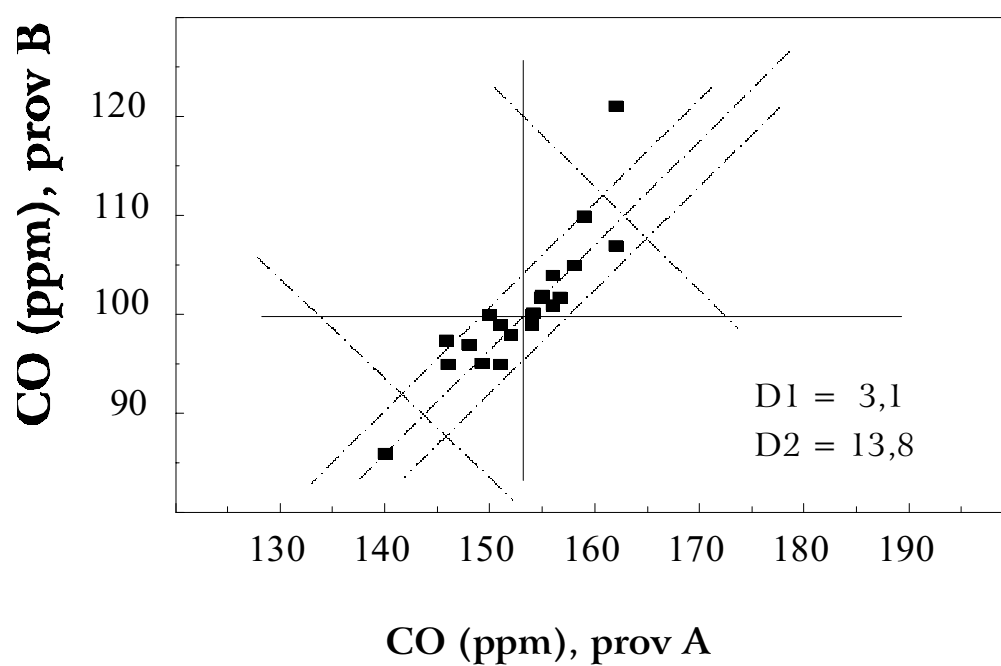
Figur 4. Resultat av provningsjämförelsen 1997 för svaveldioxid (SO₂).
Youden-diagram enligt kapitel 5.

Provningsjämförelsen 1997



Figur 5. Resultat av provningsjämförelsen 1997 för koldioxid (CO₂).
Youden-diagram enligt kapitel 5.

Provningsjämförelsen 1997



Figur 6. Resultat av provningsjämförelsen 1997 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 - 28 78 29



LUFTLABORATORIET

LABORORIET FÖR AKVATISK MILJÖKEMI

LABORORIET FÖR ANALYTISK MILJÖKEMI

LABORORIET FÖR AKVATISK EKOTOXIKOLOGI