



Automatiska rökgasmätningar

Provningsjämförelse 2006

Bestämning av halter i referensgasblandningar

Gunnar Nyquist

Institutionen för tillämpad miljövetenskap

Department of Applied Environmental Science

ITM rapport 154

Automatiska rökgasmätningar Provningsjämförelse 2006

Bestämning av halter i referensgasblandningar

Gunnar Nyquist

ISSN 1103-341x
Tryckeri: ITM, Stockholm 2006
ISRN SU-ITM-R-154-SE

Förord

Luftlaboratoriet vid ITM, Stockholms Universitet har sedan 1993 (från 1994 för SWEDAC:s räkning) organiserat provningsjämförelse mellan luftlaboratorier som utför kontroll av rökgasutsläpp. ITM bytte 1 januari namn från Institutet för Tillämpad Miljöforskning till Institutionen för Tillämpad Miljövetenskap.

I årets provningsjämförelse deltog 20 laboratorier (varav två filialer). 19 av laboratorierna var ackrediterade enligt SS-EN ISO 17025 för att utföra dessa mätningar.

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

Stockholm i augusti 2006.

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	14
Bilaga 3: Tabeller	16
Bilaga 4: Figurer	18

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 NFS 2006:4 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 (augusti 2006) har 19 laboratorier ackrediterats för att utföra mätningar som fordrar ackreditering enligt Naturvårdsverkets föreskrifter NFS 2004:6 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 12 provningsjämförelser genomförts på uppdrag av SWEDAC (se referens 2 - 13).

Den provningsjämförelse som presenteras i denna rapport genomfördes under april - juni 2006. 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 på samma villkor.

2. FÖRUTSÄTTNINGAR

Två gastuber innehållande NO, NO₂, N₂O, CO och CO₂ i något olika proportioner skickades runt till de deltagande laboratorierna. Halterna i provgasen motsvarade realistiska förhållanden i rök-gaser med undantag för NO₂. För denna komponent var halterna betydligt högre än normalt förekommande vid förbränningsanläggningar. Avsikten var att få ett test på hur mätutrustningarna kan förväntas reagera vid en mer extrem situation. Varje laboratorium fick ca en vecka på sig att analysera gasblandningarna och skicka tuberna vidare till nästa laboratorium. Idealet vore om samtliga laboratorier analyserade samma två gastuber, men det skulle medföra att provningsjämförelsen tog orimligt lång tid att genomföra.

Uppläggningsen var följande: Från gasleverantören, ScanGas AB, beställdes två referensgasblandningar. Blandningarna delades av leverantören upp på fyra stycken gastuber, vilka alla skall innehålla ungefär samma koncentrationer. Vart och ett av de deltagande laboratorierna fick en uppsättning gastuber. På så sätt delade 5 laboratorier på varje gastubspar. 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 verifiering av analyscertifikaten, dvs att alla paren provflaskor innehöll angivna halter av provgaskomponenterna.

3. DELTAGANDE LABORATORIER

En förteckning över de deltagande laboratorierna finns i Bilaga 1. Totalt deltog 20 laboratorier.

4. MÄTUTRUSTNINGAR

De mätutrustningar som de deltagande laboratorierna har angivit i sina rapporter finns listade i Bilaga 2. Nya instrumentmodeller tillkommer hela tiden och omstrukturering pågår ständigt bland tillverkarna. Därför kanske det finns uppgifter som inte är helt korrekta i dagsläget.

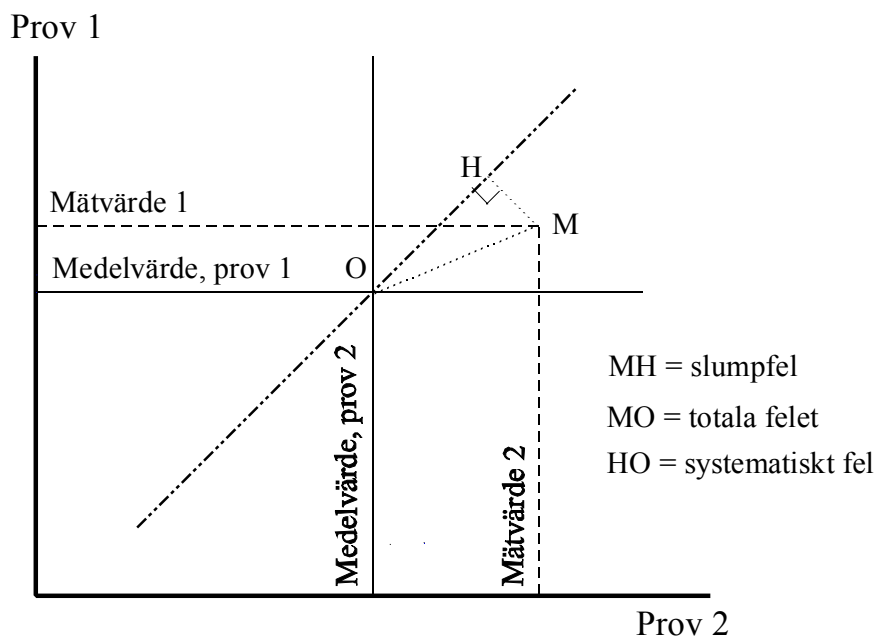
5. UTVÄRDERINGSMETODIK

För utvärderingen av mätdata har "Youden-diagram" använts. Principen för dessa diagram har utarbetats av W. J. Youden (se referens 14) för analys av resultaten från provningsjämförelser där flera olika laboratorier har mätt på samma prover.

Försöksuppläggningsen 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 runt skärningspunkten O. 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 då att ligga runt en linje med lutningen 1 (45°). 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	Σx_i
Prov Y	y_1	y_2	$y_3 \dots$	y_n	Σy_i
Skillnad ($x_i - y_i$)	D_1	D_2	$D_3 \dots$	D_n	ΣD_i
Summa ($x_i + y_i$)	T_1	T_2	$T_3 \dots$	T_n	ΣT_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_i vara detsamma som i y_i . 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 skattning 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 ΣT_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 2,59 (95 % konfidensintervall, antal frihetsgrader 18), alternativt $F_{99\%}$ är 3,56.

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 19 frihetsgrader och ett 95 % konfidensintervall 2,09. Konfidensintervallet för det tillfälliga felet utgörs av två räta linjer med lutningen 1 (45°) på avståndet D1 ifrån det "sanna" värdet. Konfidensintervallet för det systematiska felet utgörs av två räta linjer med lutningen -1 (45°) på avståndet 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 p g a **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 utesluts ett värde 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. 15) 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 20 deltagande laboratorierna använde 8 laboratorier AGA som leverantör av samtliga referensgaser, 8 laboratorier använde enbart Air Liquide som referensgasleverantör och 2 laboratorier enbart ScanGas. Två laboratorier använde referensgaser från mer än en leverantör.

De inrapporterade mätvärdena (se 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 Prov 1 och Prov 2 finns nedan.

Observera: Certifikatvärdena från ScanGas AB var lika för alla fyra gasflaskorna för vardera blandningen. Osäkerhetsintervallet är beräknat från uppgiven osäkerhet för certifikatvärdet. I analyscertifikatet anges inget värde för NO_x utan det som analyserats är NO och NO_2 (med kemiluminescens).

Prov 1

	<i>Provningsjämförelsen</i>	<i>ScanGas AB</i>
NO_x (ppm):	88,98 ± 1,04	90,00
NO (ppm):	77,69 ± 0,65	79,80 ± 0,80
NO_2 (ppm):	11,28 ± 0,79	10,200 ± 0,204
N_2O (ppm)	39,37 ± 2,09	39,900 ± 0,798
CO (ppm):	84,17 ± 2,49	80,00 ± 0,40
CO_2 (vol-%):	10,94 ± 0,06	10,950 ± 0,022

Prov B

	<i>Provningsjämförelsen</i>	<i>ScanGas AB</i>
NO _x (ppm):	89,19 ± 1,55	90,800
NO (ppm):	57,70 ± 0,85	60,900 ± 0,609
NO ₂ (ppm):	31,03 ± 1,67	29,900 ± 0,598
N ₂ O (ppm)	23,46 ± 1,77	24,700 ± 0,494
CO (ppm):	140,45 ± 2,54	138,70 ± 0,69
CO ₂ (vol-%):	14,79 ± 0,06	14,780 ± 0,030

Konfidensintervallen för medelvärdena från provningsjämförelsen och gasleverantörens certifikatvärden överlappar i de flesta fall varandra. Det är endast för NO som det är en mindre skillnad samt för CO för prov 1. Men någon påtaglig skillnad är det inte fråga om.

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 standardavvikelser från medelvärdet eftersom ett sådant värde avsevärt kan påverka medelvärdet och spridningen och därmed konfidensintervallen. Båda värdena för CO-mätningen från laboratorium 18 uppfyllde detta kriterium liksom CO₂-resultatet för prov 2 för laboratorium 9. Dessa värden därför inte medtagits vid beräkningarna.

F-test (jfr sidan 7) visade följande:

För samtliga gaskomponenter är det totala felet signifikant (konfidensintervall 99 %) större än det tillfälliga felet.

I Bilaga 4 är resultaten ritade i form av Youden-diagram för alla gaskomponenterna. 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. *Nyquist, G., 1998.* Automatiska rökgasmätningar. Provningsjämförelse 1998. Bestämning av halter i referensgasblandningar. - ITM rapport 73.
7. *Nyquist, G., 1999.* Automatiska rökgasmätningar. Provningsjämförelse 1999. Bestämning av halter i referensgasblandningar. - ITM rapport 76.
8. *Nyquist, G., 2000.* Automatiska rökgasmätningar. Provningsjämförelse 2000. Bestämning av halter i referensgasblandningar. - ITM rapport 84.
9. *Nyquist, G., 2000.* Beräkning av rökgasflöde. Provningsjämförelse 2000. - ITM rapport 85.
10. *Nyquist, G., 2001.* Automatiska rökgasmätningar. Provningsjämförelse 2001. Bestämning av halter i referensgasblandningar. - ITM rapport 95.
11. *Nyquist, G., 2002.* Beräkning av rökgasflöde. Provningsjämförelse 2002. - ITM rapport 102.
12. *Nyquist, G., 2002.* Automatiska rökgasmätningar. Provningsjämförelse 2002. TOC-mätning enligt EN 12619. - ITM rapport 107.
13. *Nyquist, G., 2002.* Flödesmätningar med pitotrör. Provningsjämförelse 2002. - ITM rapport 115.
14. *Youden, W.J. and Steiner; E.H., 1975.* Statistical Manual of the Association of Official Analytical Chemists. Association of Official Analytical Chemists, Washington.
15. ISO Guide 43:1. Proficiency testing by interlaboratory comparisons – Part 1: Development and operation of proficiency testing schemes. (Ed. 2, 1997)

Bilaga 1

Deltagande laboratorier

EMK Energi Miljö Konsult AB

Att. Hans Svensson
Skrittgatan 8 A
213 77 MALMÖ
Tel. 040 - 94 04 00
Fax. 040 - 21 50 60
e-post: info@emk.se

ILEMA Miljöanalys AB

Att. Ulf Wiklund
Ekdala
585 96 LINKÖPING
Tel. 013 - 410 20
Fax. 013 - 410 65
e-post: info@ilema.se

Incitatus Consulting AB

Att. Mikael Kronström
Box 18
235 21 VELLINGE
Tel. 040 - 42 22 99
Fax. 040 - 42 48 40
e-post: mikael.kronstrom@incitatus.se
Gods: Börjesgatan 2

Kontroll Miljö Process AB

Att. Lars-Ove Gross
Videgrensgatan 3
593 32 VÄSTERVIK
Tel. 0490 - 351 70
Fax. 0490 - 351 70
e-post: kmp.a@telia.com

Metlab Miljö AB (filial)

Att. Lennart Hällgren
Box 24
932 21 SKELLEFTEHAMN
Tel. 0910 - 73 90 25
Fax. 0910 - 73 90 26
e-post: lennart.hallgren@metlab.se
Gods: Näsuddsvägen 10

ENA Miljökonsult AB

Att. Erik Persson
Kvartsgatan 1 C
45 40 ENKÖPING
Tel. 0171 - 44 73 74
Fax. 0171 - 44 73 75
e-post: erik@ena-miljokonsult.se

IMKAB

Att. Jan-Erik Törnqvist
Ekebygatan 2
745 37 ENKÖPING
Tel. 0171 - 296 00
Fax. 0171 - 307 44
e-post: jan-erik.tornqvist@imkab.se

IVL Svenska Miljöinstitutet AB

Att. Erica Steen
Box 5302
400 14 GÖTEBORG
Tel. 031 - 725 62 66
Fax. 031 - 725 62 90
e-post: erica.steen@ivl.se
Gods: Aschebergsgatan 44

Metlab Miljö AB

Att. Per Abrahamsson
Fjärdhundragatan 68
745 31 ENKÖPING
Tel. 0171 - 382 20
Fax. 0171 - 393 77
e-post: per.abrahamsson@metlab.se

Miljöassistans Norden AB

Att. Kent Nordqvist
Box 120
282 22 TYRINGE
Tel. 0451 - 599 80
Fax. 0451 - 599 81
e-post: post@miljoassistans.se
Gods: Helsingborgsvägen 73

Miljölaboratoriet i Trelleborg AB

Att. Mats Collin
Tullstorp Almslätt
231 98 KLAGSTORP

Tel. 0410 - 36 61 54
Fax. 0410 - 36 61 94
e-post: mco@mlab.se

Opsis AB

Att. Pehr-Christian Pehrson
Box 244
244 02 FURULUND

Tel. 046 - 72 25 00
Fax. 046 - 72 25 01
e-post: pehr-christian.pehrson@opsis.se
Gods: Skytteskogsvägen 16

SP, Energiteknik

Att. Henrik Persson
Box 857
501 15 BORÅS

Tel. 033 - 16 55 21
Fax. 033 - 13 19 79
e-post: henrik.persson@sp.se
Gods: Brinellgatan 2

SWECO VIAK AB

Att. Per Gustafsson
Box 2203
403 14 GÖTEBORG

Tel. 031 - 62 76 02
Fax. 031 - 62 77 22
e-post: per.gustafsson@sweco.se
Gods: Gullbergs Strandgata 3

ÅF-Process AB

Att. Emiliano Lubian
Box 1551
401 51 GÖTEBORG

Tel. 031 - 743 11 80
Fax. 031 - 743 11 91
e-post: emiliano.lubian@afconsult.com
Gods: Kvarnbergsgatan 2

Miljömätarna i Linköping AB

Att. Bo Alexandersson
Björklundsgatan 7
584 22 LINKÖPING

Tel. 013 - 36 22 20
Fax. 013 - 36 22 29
e-post: bo.alexanderson@miljomatarna.se

PeGa Miljö & Mätteknik

Att. Per Garmager
Datavägen 3
977 75 LULEÅ

Tel. 0920 - 23 60 66
Mobil: 070 - 210 60 66
e-post: per@garmager.se
Gods: Datavägen 3

Stora Enso AB

Falun Research Center
Att. Ingvar Eriksson
791 80 FALUN

Tel. 023 - 78 80 39
Fax. 023 - 78 80 82
e-post: ingvar.eriksson@storaenso.com
Gods: Södra Mariegatan 18

SwedPower AB

Att. Hans Johansen
Box 1046
611 29 NYKÖPING

Tel. 070 - 637 21 42
Fax. 0155 - 21 76 60
e-post: Hans.Johansen@swedpower.com
Gods: Spelhagsvägen 17

ÅF-Process AB (filial)

Att. Patrik Tingström
Box 3124
350 43 VÄXJÖ

Tel. 0470 - 74 81 24
Fax. 0470 - 142 97
e-post: patrik.tingstrom@afconsult.com
Gods: Hjalmar Petris väg 42

Bilaga 2

Instrumentering

Ämne	Tillverkare	Typ	Mätprincip	Gasberedning	Antal
NO _x	Eco Physics	CLD 822, 700, 502	Kemilum.	Extr., kondensskyl.	12
	Hartman&Braun(ABB)	Radas 1G	UV	Extr., kondensskyl.	1
	Horiba	PG-250	Kemilum.	Extr., kondensskyl.	1
NO	ABB	Limas 11	UV	Extr., kondensskyl.	1
	Horiba	PG-250	Kemilum.	Extr., kondensskyl.	1
	Opsis	AR 600	UV	In situ	1
	rbr-Computertech.	Ecom JN	Elektrok. cell	Extr., kondensskyl.	2
	Rosemount (Emerson)	NGA 2000	IR	Extr., kondensskyl.	1
NO ₂	ABB	Limas 11	UV	Extr., kondensskyl.	1
	Horiba	9000	UV	Extr., kondensskyl.	1
	Opsis	AR 600	UV	In situ	1
	rbr-Computertech.	Ecom JN	Elektrok. cell	Extr., kondensskyl.	2
	Rosemount (Emerson)	NGA 2000	UV	Extr., kondensskyl.	2
N ₂ O	Hartman&Braun(ABB)	Unor 600	IR	Extr., kondensskyl.	1
		Uras 14	IR	Extr., kondensskyl.	2
	Horiba	via-510	IR	Extr., kondensskyl.	1
	Rosemount (Emerson)	NGA 2000	IR	Extr., kondensskyl.	1
	Sick	S710	IR	Extr., kondensskyl.	2
	Temet instrument	Gasmex	FTIR	Varmextraktiv	1
	Thermo Environment	Model 46	IR	Extr., kondensskyl.	1
CO	Fuji	ZRH	IR	Extr., kondensskyl.	1
	Hartman&Braun(ABB)	Uras 10	IR	Extr., kondensskyl.	1
	Horiba	PG-250	IR	Extr., kondensskyl.	3
	Opsis	AR 650	IR	In situ	1
	rbr-Computertech.	Ecom JN	Elektrok. cell	Extr., kondensskyl.	1
	Rosemount (Emerson)	Binos 100	IR	Extr., kondensskyl.	2
		NGA 2000	IR	Extr., kondensskyl.	1
	Servomex	4900	IR	Extr., kondensskyl.	1
	Sick (Maihak)	S710	IR	Extr., kondensskyl.	4
	Unor 6N	IR	Extr., kondensskyl.	4	

Ämne	Instrument	Typ	Mätprincip	Gasberedning	Antal
CO ₂	Fuji	ZRH	IR	Extr., kondensskyl.	1
	Hartman&Braun(ABB)	Uras 10	IR	Extr., kondensskyl.	1
	Horiba	PG-250	IR	Extr., kondensskyl.	3
	Opsis	AR 650	IR	In situ	1
	Rosemount (Emerson)	Binos 100; 1.2	IR	Extr., kondensskyl.	2
		NGA 2000	IR	Extr., kondensskyl.	1
	Sick (Maihak)	S710	IR	Extr., kondensskyl.	3
		Unor 6N	IR	Extr., kondensskyl.	2
		Finor 710	IR	Extr., kondensskyl.	2
		Sidor	IR	Extr., kondensskyl.	1

Bilaga 3.
Tabell 1. Resultat från provningsjämförelsen 2006. Prov 1.

Värden i kursiv stil inte mätta utan beräknade från NO + NO₂ eller NO_x – NO₂. Värdet inom parentes ej medtaget vid beräkningarna.

Prov 1	NO _x ppm	NO ppm	NO ₂ ppm	N ₂ O ppm	CO ppm	CO ₂ Vol-%
ScanGas	90,00	79,80	10,20	39,90	80,00	10,95
1	89,8	78,7	<i>11,1</i>		82,4	10,93
2	92,0	79,0	14,0		93,0	11,00
3	90,5	79,0	<i>11,5</i>		95,3	
4	89,5	78,2	11,3		78,0	10,90
5	86,0	76,0	<i>10,0</i>	39,0	89,0	11,10
6	89,0	79,0	10,0	44,1	79,0	11,10
7	<i>93,0</i>	78,0	15,0		83,0	10,80
8	<i>90,0</i>	76,0	14,0		79,0	
9	<i>90,9</i>	79,0	11,9		79,7	10,90
10	<i>90,0</i>	78,0	12,0		94,0	10,90
11	88,5	76,9	11,7	37,6	84,8	11,00
12	83,0	75,0	7,8	42,0	80,0	11,10
13	88,1	79,9	8,2	38,1	77,5	10,89
14	88,9	77,2	11,7	40,6	82,7	11,00
15	92,0	80,0	<i>12,0</i>	32,9	84,0	11,10
16	88,0	77,0	10,0		80,0	10,92
17	87,9	77,0	10,9	39,6	85,7	10,74
18	85,8	75,0	10,6	40,4	(58,0)	10,90
19	88,0	78,0	<i>10,0</i>		90,0	10,60
20	88,7	76,9	<i>11,8</i>		82,5	10,98
Medelvärde	88,98	77,69	11,28	39,37	82,88	10,94
(s)	2,32	1,47	1,77	3,14	7,98	0,13
s (%) ¹⁾	0,93	0,59	0,71	3,14	0,80	0,66
Maxvärde	93,00	80,00	15,00	44,10	95,30	11,10
Minvärde	83,00	75,00	7,80	32,90	58,00	10,60
Antal (n)	20	20	20	9	20	18

¹⁾ Spridningen i % av fullt skalutslag.

Valda mätområden: NO, NO₂, NO_x = 0 - 250 ppm; N₂O = 0 - 100 ppm; CO = 0 - 1000 ppm; CO₂ = 0 - 20 %.

Tabell 2. Resultat från provningsjämförelsen 2006. Prov 2.

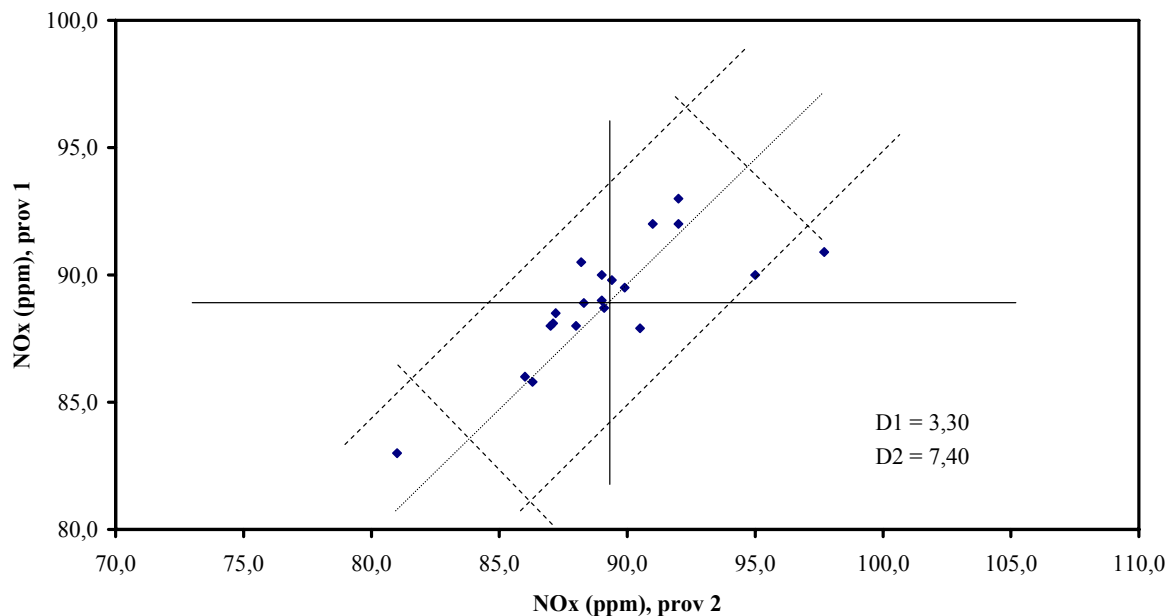
Värden i kursiv stil inte mätta utan beräknade från NO + NO₂ eller NO_x – NO₂. Värdena inom parentes ej medtagna vid beräkningarna.

Prov 2	NO _x ppm	NO ppm	NO ₂ ppm	N ₂ O ppm	CO ppm	CO ₂ Vol-%
ScanGas	90,80	60,90	29,90	24,70	138,70	14,78
1	89,4	58,5	30,9		141,0	14,72
2	92,0	57,0	36,0		149,0	14,90
3	88,2	57,4	30,8		151,0	
4	89,9	56,7	33,2		136,0	14,80
5	86,0	58,0	28,0	23,0	148,0	14,90
6	89,0	59,0	30,0	28,0	138,0	15,00
7	92,0	57,0	35,0		147,0	14,70
8	95,0	57,0	38,0		151,0	
9	97,7	63,3	34,4		136,0	(13,80)
10	89,0	57,0	32,0		151,0	14,90
11	87,2	56,5	30,8	22,5	138,9	14,70
12	81,0	55,0	25,4	24,0	138,0	14,90
13	87,1	61,0	26,1	23,4	134,3	14,75
14	88,3	57,1	31,1	26,3	141,9	14,80
15	91,0	59,0	32,0	18,6	142,0	14,90
16	88,0	57,0	31,0		135,0	14,89
17	90,5	58,6	31,9	23,6	142,1	14,68
18	86,3	55,0	21,7	21,7	(110,0)	14,50
19	87,0	57,0	30,0		145,0	14,60
20	89,1	56,9	32,2		141,3	14,81
Medelvärde	89,19	57,70	31,03	23,46	140,83	14,74
(s)	3,48	1,89	3,72	2,67	9,12	0,27
s (%) ¹⁾	1,39	0,76	1,49	2,67	0,91	1,33
Maxvärde	97,70	63,30	38,00	28,00	151,00	15,00
Minvärde	81,00	55,00	21,70	18,60	110,00	13,80
Antal (n)	20	20	20	9	20	18

¹⁾ Spridningen i % av fullt skalutslag.

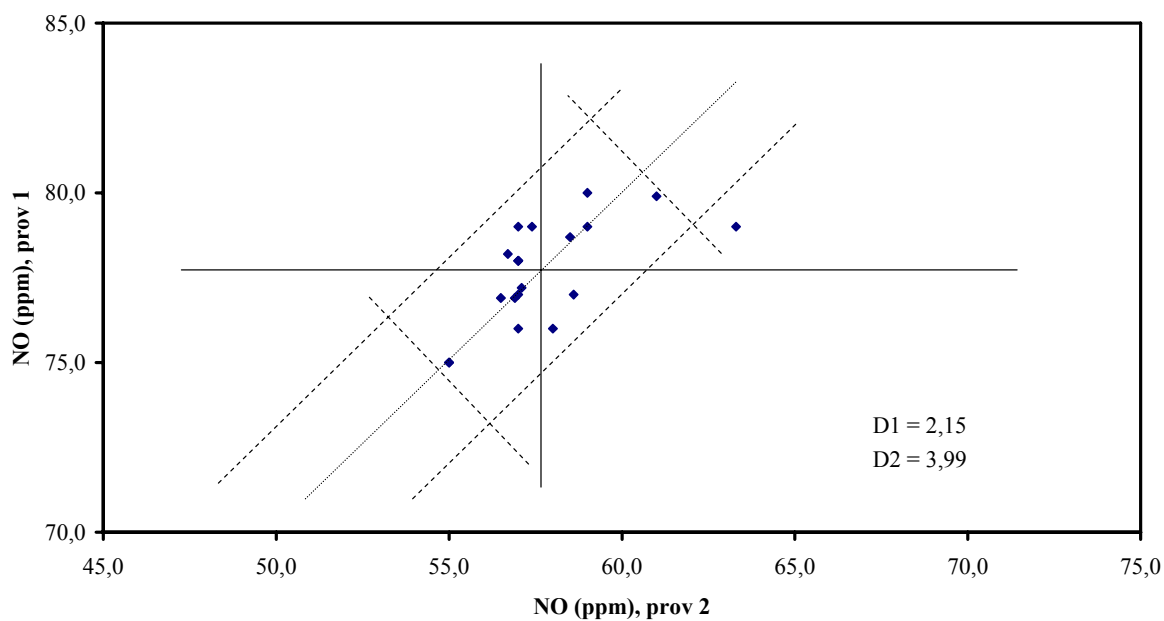
Valda mätområden: NO, NO₂, NO_x = 0 - 250 ppm; N₂O = 0 - 100 ppm; CO = 0 - 1000 ppm; CO₂ = 0 - 20 %.

Provningsjämförelsen 2006



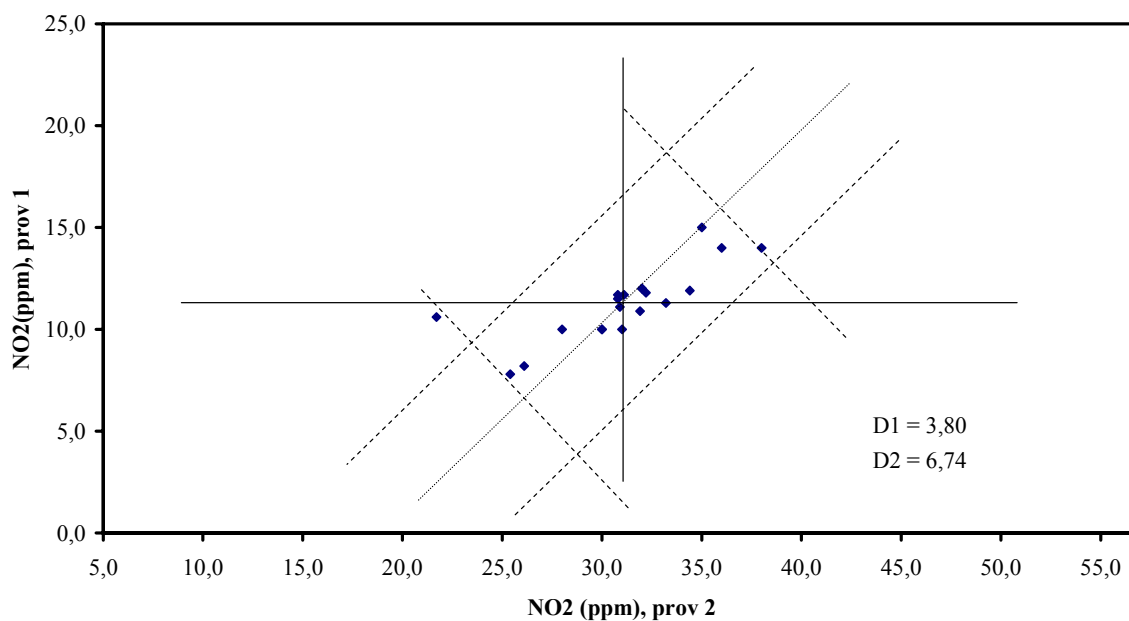
Figur 1. Resultat av provningsjämförelsen 2006 för kväveoxider (NO_x).
Youden-diagram enligt kapitel 5.

Provningsjämförelsen 2006



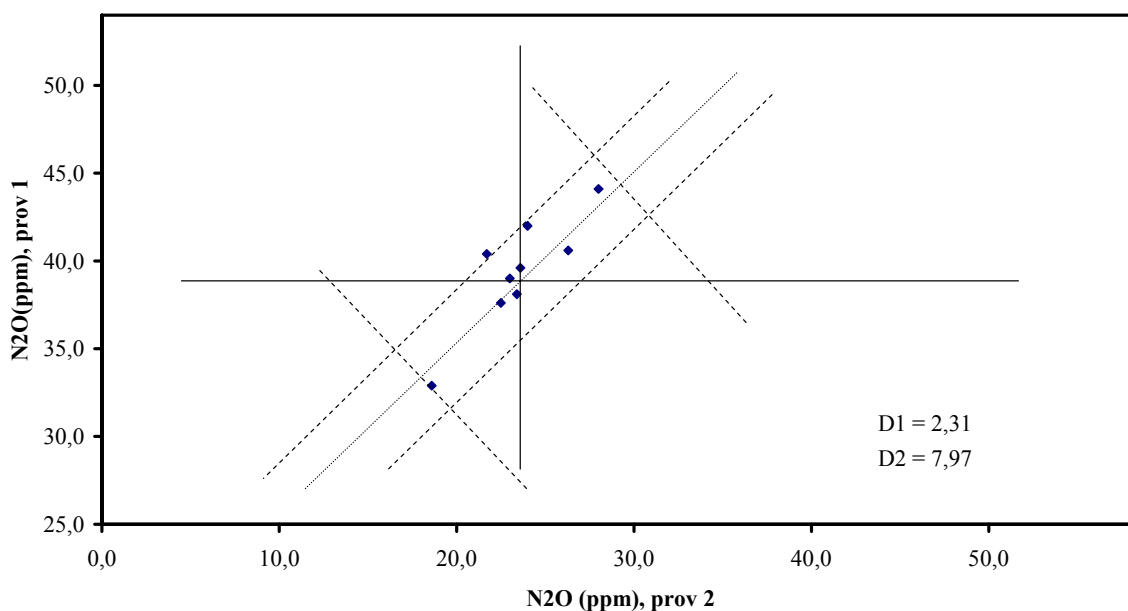
Figur 2. Resultat av provningsjämförelsen 2006 för kvävedioxid (NO).
Youden-diagram enligt kapitel 5.

Provningsjämförelsen 2006



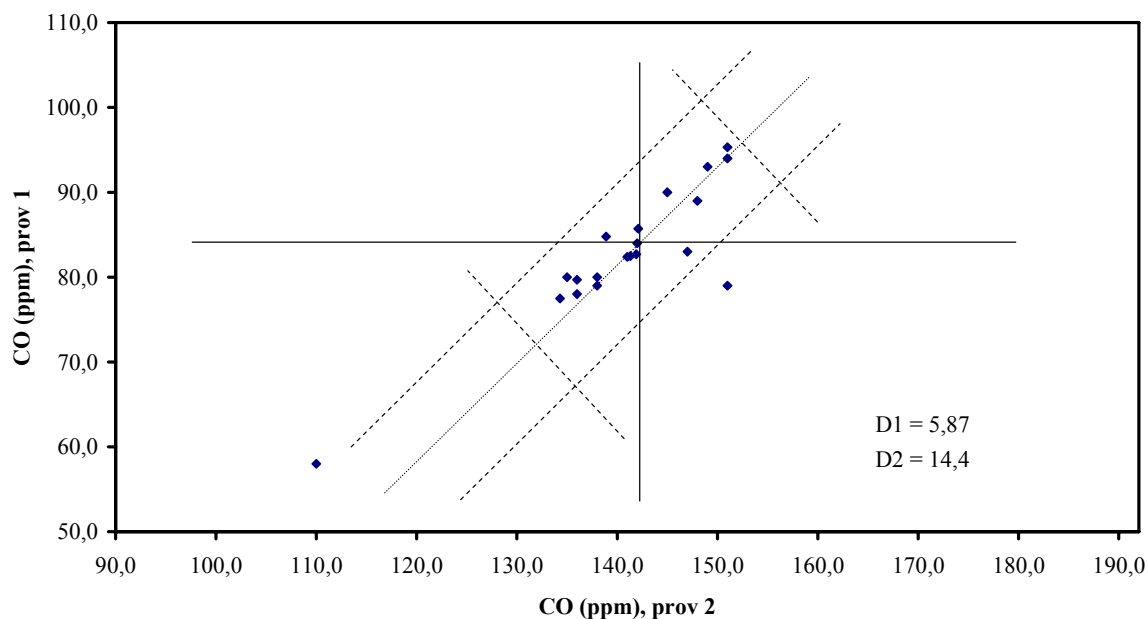
Figur 3. Resultat av provningsjämförelsen 2006 för kvävedioxid (NO₂).
Youden-diagram enligt kapitel 5.

Provningsjämförelsen 2006



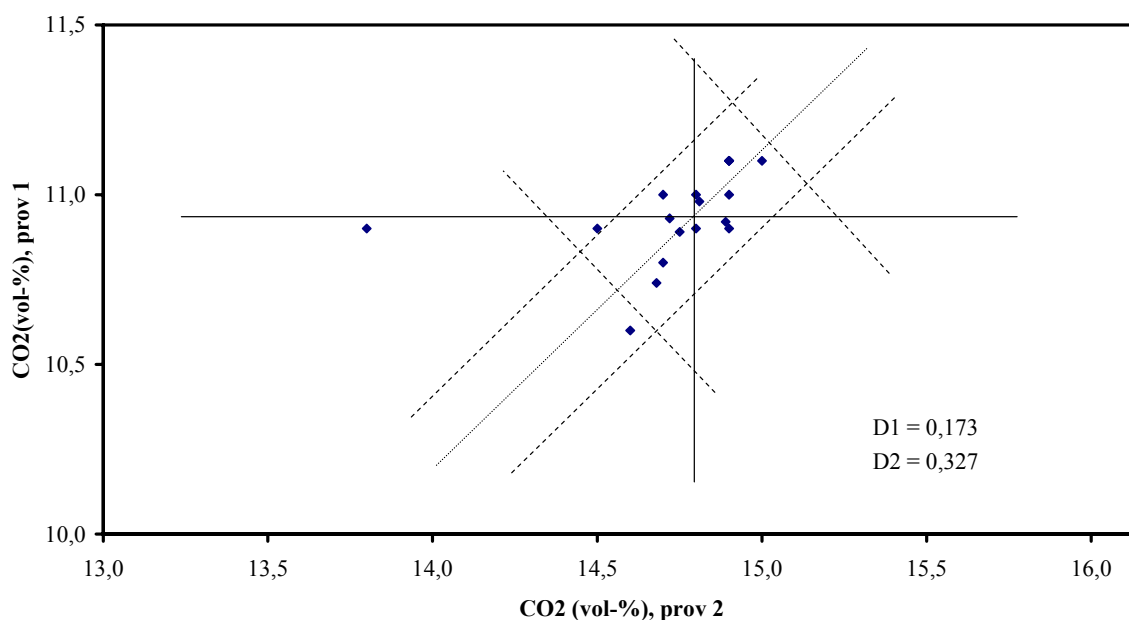
Figur 4. Resultat av provningsjämförelsen 2006 för dikväveoxid, lustgas (N₂O).
Youden-diagram enligt kapitel 5.

Provningsjämförelsen 2006



Figur 5. Resultat av provningsjämförelsen 2006 för kolmonoxid (CO).
Youden-diagram enligt kapitel 5.
 Punkten med koordinaterna (110,0;58,0) inte medtagen vid beräkningen av D1 och D2.

Provningsjämförelsen 2006



Figur 6. Resultat av provningsjämförelsen 2006 för koldioxid (CO₂).
Youden-diagram enligt kapitel 5.
 Punkten med koordinaterna (13,80;10,90) inte medtagen vid beräkningen av D1 och D2.