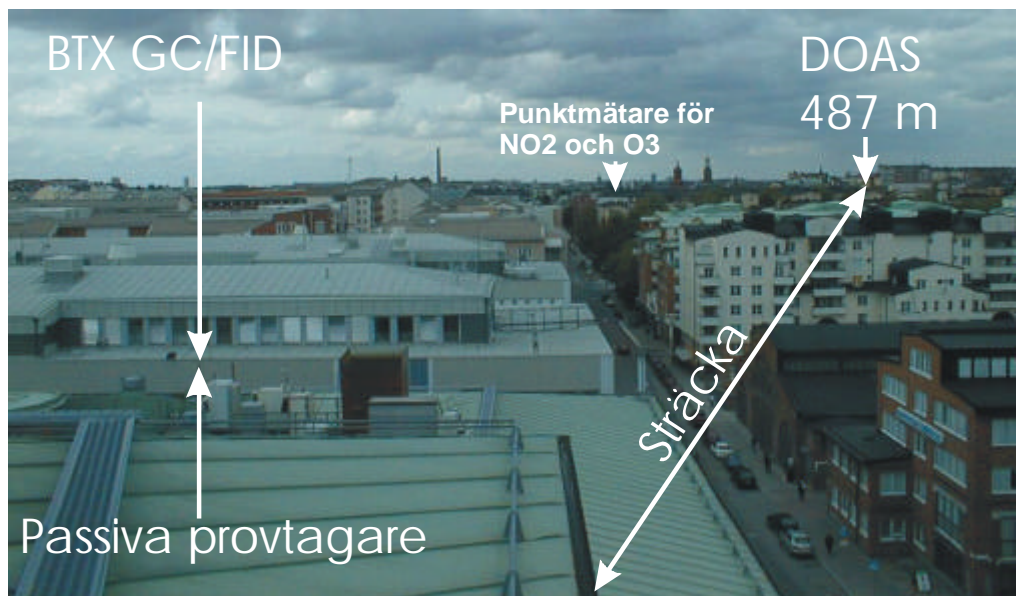


## *Jämförande mätningar av bensen och toluen på Södermalm,*



*Stockholm*

# **Jämförande mätningar av bensen och toluen på Södermalm i Stockholm**

*Rapporten är sammanställd av Per-Åke Johansson, Tage Jonson, Christer Johansson och Karl-Gunnar Westerlund vid Stockholms Luft- och Bulleranalys.*

**SLB·analys**

Stockholms Luft- och Bulleranalys

Miljöförvaltningen  
Box 380 24  
100 64 Stockholm  
Tel. 08 – 508 28 800

# Innehållsförteckning

<b>SAMMANFATTNING .....</b>	<b>4</b>
<b>SYFTET MED MÄTNINGARNA .....</b>	<b>5</b>
<b>FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR MÄTNINGARNA .....</b>	<b>5</b>
MÄTPLATSER OCH MÄTPERIODER .....	5
KALIBRERINGAR OCH PROVHANTERING .....	6
<b>PASSIVA PROVTAGARE JÄMFÖRT MED AKTIVA MÄTNINGAR.....</b>	<b>7</b>
BENSEN.....	7
TOLUEN .....	8
<b>VECKOVÄRDEN FÖR BENSEN, IVL:S PASSIVA PROVTAGARE OCH BTX GC/FID.....</b>	<b>9</b>
BENSEN.....	9
TOLUEN .....	9
<b>JÄMFÖRELSE MELLAN AKTIVA MÄTNINGAR, DOAS OCH BTX .....</b>	<b>10</b>
BENSEN.....	10
BENSEN EFTER KORREKTION FÖR O <sub>3</sub> -INTERFERENS .....	11
TOLUEN .....	12
<b>JÄMFÖRELSE MELLAN LINJEMÄTNINGAR OCH PUNKTMÄTNINGAR.....</b>	<b>13</b>
O <sub>3</sub> .....	13
NO <sub>2</sub> .....	13

## Sammanfattning

Mot bakgrund av att man inom såväl EU som i Sverige f n diskuterar införande av gränsvärden (direktiv respektive normer) för bensen i omgivningsluften är det angeläget att klargöra noggrannhet och överensstämmelse mellan olika mätmetoder. Resultaten som redovisas i denna rapport visar på alarmerande skillnader mellan halterna av bensen vid mätningar på samma plats under ett antal månader i Stockholms innerstad. Mätningarna genomfördes under januari till mars och fyra olika metoder användes. Ett BTX instrument som föreslagits som referensmetod inom EU. Ett DOAS instrument som optimerats för att klara något lägre bensenhalter än DOAS instrument i standardutförande samt två olika typer av passiva provtagare (IVL's och OPSIS provtagare).

### *Passiva provtagare jämfört med aktiva mätningar*

När det gäller de passiva provtagarna kan konstateras att för bensen är skillnaden stor mellan aktiva och passiva mätmetoder. För IVL:s passiva provtagare ligger värdena ca 70% högre än BTX-instrumentets värden vid de halter som mätts upp i taknivå ( $1 - 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Vid mätningar genomförda under 9 veckor i april och maj 1999 i gatunivå var halterna med IVL's provtagare 18% högre jämfört med BTX instrumentet. Bensenhalterna i gatunivåmätningarna varierade mellan 5 och  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Veckomedelvärdena från BTX instrumentet och IVL's passiva provtagare visar dock på en mycket god tidsmässig samvariation i halterna. OPSIS passiva provtagare ger 3 till 4.5 gånger högre värden än BTX.

IVL:s toluenvärden ligger i nivå med värdena från de aktiva mätmetoderna. Korrelationen mellan veckovärden för toluen från BTX och IVL är större än 0.9. Värdena från OPSIS passiva provtagare är 2 till 3 gånger högre än såväl DOAS som BTX-instrumentets värden.

### *Jämförelser mellan aktiva mätningar DOAS och BTX*

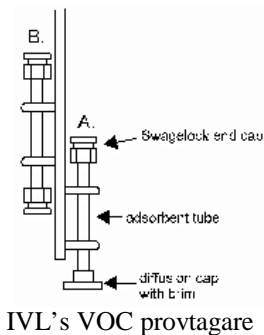
De direktvisande metoderna DOAS och BTX redovisas för bensen på sidan 10 och 11. Medelvärdet för hela perioden är  $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  för båda mätmetoderna. Spridningen (standardavvikelse av timmedelvärdena) runt detta medelvärde är emellertid större för DOAS, som dessutom till stor del gett negativa värden. Korrelationen mellan metoderna är 0.37 och 0.17 före respektive efter ljusoptimering. Enligt senare uppgift från OPSIS interfererar  $\text{O}_3$  med DOAS bensenvärden. Efter korrigering för detta blev korrelationen för de två mätperioderna 0.66 och 0.42 före respektive efter ljusoptimering. När hänsyn tas till ozon blir således korrelationen något bättre medan standardavvikelse i timmedelvärdena fortfarande är större för DOAS som fortfarande ger en del negativa värden. Slutsatsen är att trots optimering av DOAS instrumentet var bensenhalterna för låga ( $1$  till  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) i jämförelse med detektionsgränsen för bensen.

Medelvärdet för toluen för hela perioden var  $3.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  enligt DOAS instrumentet och  $3.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  enligt BTX instrumentet. Korrelationen mellan de båda mätmetoderna var 0.84 och 0.82 före respektive efter ljusoptimering. Resultaten för toluen visar således god överensstämmelse mellan mätmetoderna.

Slutligen presenteras även en jämförelse avseende  $\text{NO}_2$  och  $\text{O}_3$  halter, som erhållits med DOAS tekniken utefter samma mätsträcka som för bensen, med motsvarande halter uppmätta i en punkt vid Rosenlundsgatan. Denna jämförelse visar på mycket god överensstämmelse. Korrelationen mellan metoderna då det gäller ozon var 0.97 och för kvävedioxid var korrelationen 0.95. Detta indikerar att skillnaderna som erhållits mellan DOAS och BTX för bensen inte hänger samman med att mätningarna avser linje- respektive punktmätning utan troligen beror på att halterna var för låga för DOAS tekniken trots optimeringen som genomförts.

## Syftet med mätningarna

Syftet med mätningarna har varit att under tre månader jämföra de halter av bensen och toluen ovan tak i Stockholm som erhålls med olika mätmetoder, dels från aktiva mätningar med hög tidsupplösning, dels från passiva diffusionsprovtagare. Två kontinuerligt mätande utrustningarna har använts, OPSIS system DOAS och Chrompacks BTX-monitor CP-7001 GC/FID gaskromatografi (föreslagen referensmetod för kontroll av kommande EU-gränsvärde för bensen<sup>1</sup>). Avsikten var också att utvärdera om ljusoptimering respektive korrigering av bensenvärdena för interferens på grund av O<sub>3</sub> skulle kunna minska detektionsgränsen och öka noggrannheten i mätningarna av bensen med DOAS instrument. Två fabrikat av passiva provtagare har exponerats under mätperioden. Provtagarna som använts är IVL:s diffusionsprovtagare för VOC samt OPSIS passiva provtagare PS 511.



OP SIS PS 511

Detektionsgränser i $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	Bensen	Toluen
OP SIS system DOAS	3 <sup>1)</sup>	3 <sup>1)</sup>
Chrompacks BTX-monitor CP-7001	0.1	0.1
IVL:s diffusionsprovtagare RAPPORT B-1272	0.16	0.18
OP SIS passiva provtagare RAP-120	0.5	

<sup>1)</sup> Standardutförande

## Förutsättningar för mätningarna

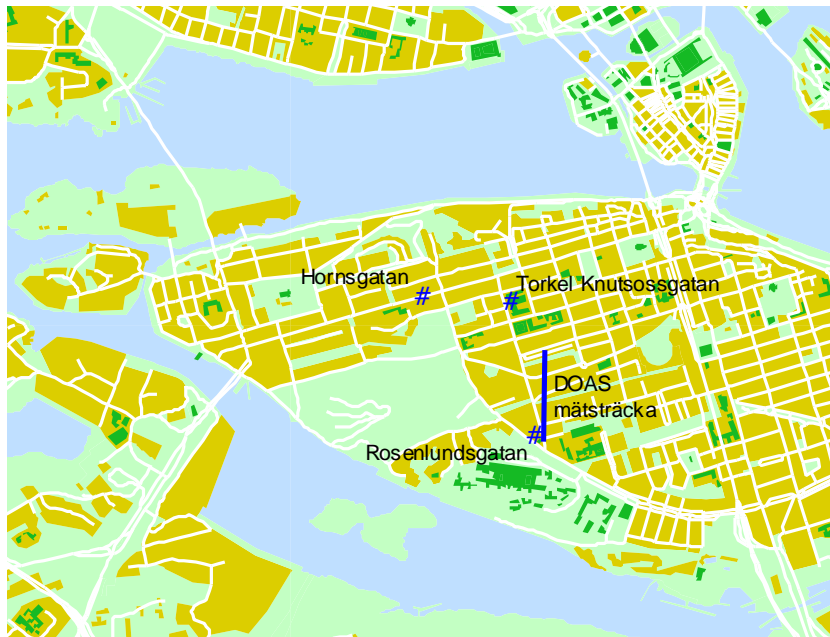
### Mätplatser och mätperioder

Två olika mätningar redovisas. Mätningar med passiva, BTX och DOAS genomfördes i taknivå (Rosenlundsgatan 60, Södermalm i Stockholms innerstad, se karta nedan) under perioden 1 oktober till 27 mars 2000. DOAS-systemets mätsträcka var 487 meter och sträckte sig över tak mellan Rosenlundsgatan 60 och Maria Prästgårdsgata 43.

Fem stycken av OPSIS passiva provtagare var uppsatta på Rosenlundsgatans tak. Två provtagare exponerades under hela perioden från 10 jan till 3 april. De övriga OPSIS-provtagarna exponerades efter varandra i en fyraveckorsperiod vardera. Första provperioden sträckte sig från 10 jan till 7 feb, andra provperioden från 7 feb till 6 mars och tredje provperioden från 6 mars till 3 april. På Rosenlundsgatans tak har även IVL:s diffusionsprovtagare exponerats med ett prov i veckan under tiden från 10 jan till 27 mars.

Under april – maj 1999 genomfördes mätningar med BTX instrumentet och IVL's passiva provtagare i gatunivå på Hornsgatan. Hornsgatan trafikeras av ca 40 000 fordon per dygn och mätningarna genomfördes på norra sidan ca 3 m över gatuplanet och ca 3 m från fasad.

<sup>1</sup> Naturvårdsverket har föreslagit att miljö kvalitetsnorm för bensen i utomhusluft skall vara  $2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ett årsmedelvärde som skall uppfyllas senast 2010. Inom EU har  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  föreslagits som gränsvärde för ett år (<http://www.environ.se>).



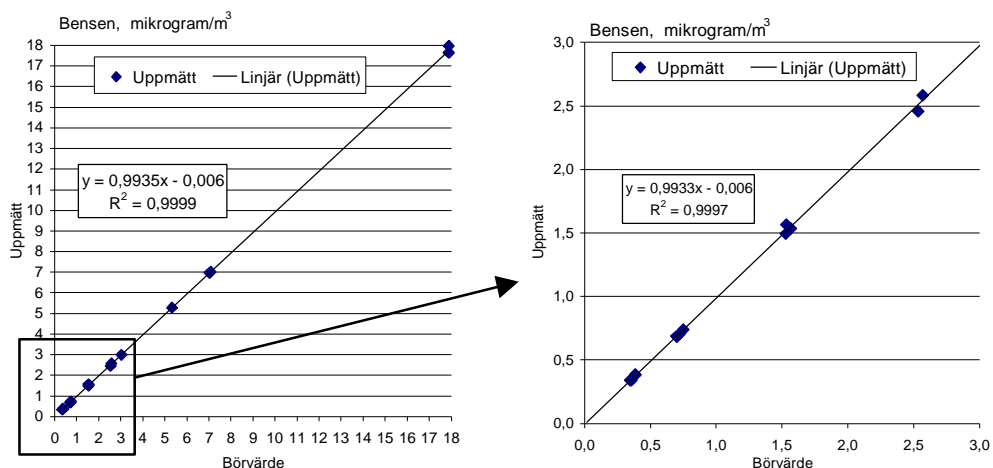
Mätstationernas placering. Mätningar i taknivå har skett på Rosenlundsgatan, Torkel Knutssonsgatan och med DOAS tekniken (utefter linjen). Mätningar i gatunivå har skett på Hornsgatan.

Alla värden i de genomförda mätningarna avser 20 °C och 1 atmosfär.

## Kalibreringar och provhantering

### BTX instrumentet

För kalibrering av Chrompacks BTX-monitor har 3 olika standarder använts. Dels två certifierade gasblandningar från NPL (National Physical Laboratory, England), med angiven absolut noggrannhet av  $\pm 4\%$  vid bensenhalter på 4.37 respektive 5.52 ppbv och toluenhalter på 7.32 respektive 9.25 ppbv. Dels har en blandning med betydligt högre halt från Alfax använts ( $103 \pm 2$  ppmv bensen och  $200 \pm 4$  ppmv toluen). Skillnaden i uppmätt respektive mellan de båda NPL blandningarna som inköpts med 2 års mellanrum är mindre än 4% för bensen och 7% för toluen. Kontroll av linearitet har utförts genom spädning av Alfaxgasen vid ett par tillfällen och resultatet av dessa kalibreringar visas i figurer nedan.



### DOAS instrumentet

Genom tillsats av utspädd gasblandning (Alfax standarden) i en glascell framför mottagaren har responsen från DOAS instrumentet kontrollerats. Vid denna kontroll var värdet inom 4% för bensen och 5% för toluen. Någon mer detaljerad flerpunktskalibrering har inte genomförts i detta projekt.

### Passiva provtagare

De passiva provtagarna har inte kalibrerats specifikt för detta projekt. Provtagarna har skickats till IVL respektive OPSIS för analys. Provhantering (förvaring, transport, uppsättning och nedtagning) har skötts i enlighet med instruktioner från leverantörerna.

## Passiva provtagare jämfört med aktiva mätningar.

### Bensen

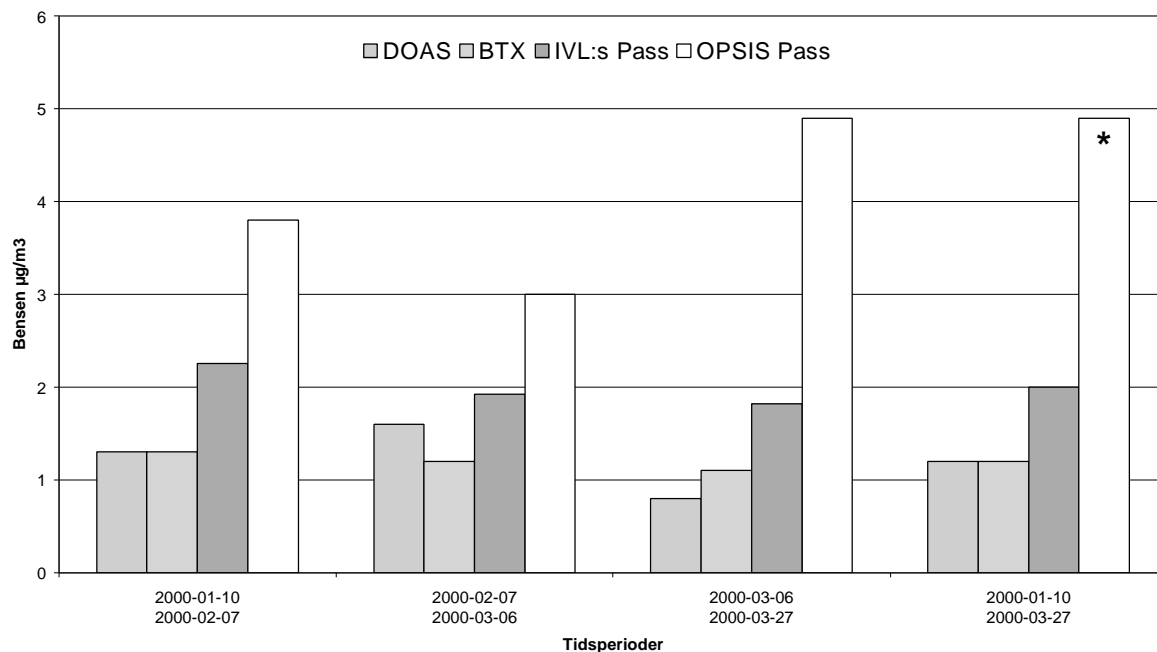
I tabellen nedan redovisas mätresultat från de aktiva och passiva mätutrustningarna. De passiva provtagarna har genomgående satts upp och bytts måndagar kl. 13. För DOAS instrumentet gäller att den automatiska ljusoptimeringen installerades den 25 februari

Period		Dagar	DOAS $\mu\text{g}/\text{m}^3$	BTX $\mu\text{g}/\text{m}^3$	OPSIS Passiv $\mu\text{g}/\text{m}^3$	IVL Passiv $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2000-01-10	2000-02-07	28	1.3	1.3	3.8	2.3
2000-02-07	2000-03-06	28	1.6	1.2	3	1.9
2000-03-06	2000-03-27	21	0.7	1.1	4.9*	1.8
2000-01-10	2000-03-27	77	1.2	1.2	5.4/4.4**	2.0

\* 2000-03-06 till 2000-04-03 28 dagar.

\*\* 2000-01-10 till 2000-04-03 84 dagar.

### Bensen passiva provtagare och direktvisande metoder



Av tabellen nedan framgår hur många procent respektive periodvärde är av BTX-värdet.

Period		Dagar	DOAS	BTX	OPSIS Passiv	IVL Passiv
2000-01-10	2000-02-07	28	100%	100%	292%	174%
2000-02-07	2000-03-06	28	133%	100%	250%	160%
2000-03-06	2000-03-27	21	64%	100%	445%*	165%
2000-01-10	2000-03-27	77	100%	100%	450% 367%**	167%

\* 2000-03-06 till 2000-04-03 28 dagar.

\*\* 2000-01-10 till 2000-04-03 84 dagar.

Av tabeller och diagram ovan framgår det att DOAS medelvärden ligger c:a +/-30% i förhållande till BTX-instrumentet. De passiva provtagarna ligger för Opsis del 2.5 till 4.5 gånger högre och för IVL:s del c:a 1.7 gånger högre än BTX-instrumentet.

## Toluen

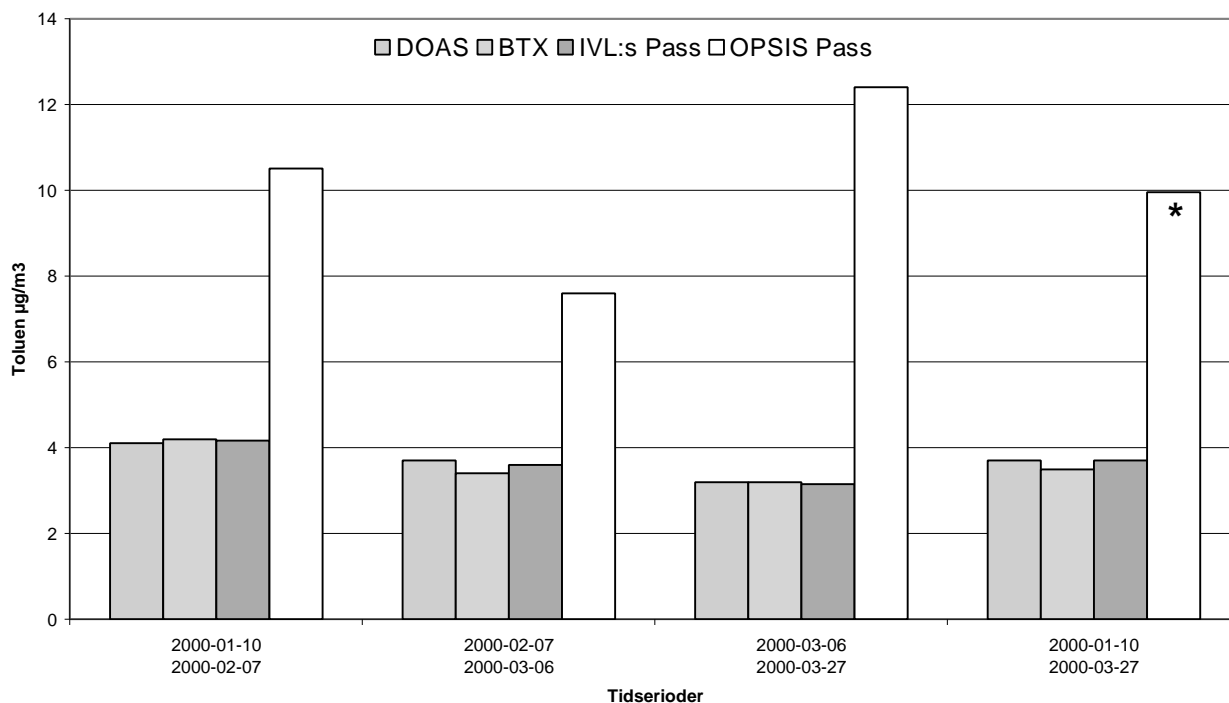
I tabellen nedan redovisas mätresultat från de aktiva och passiva mätutrustningarna. De passiva provtagarna har genomgående satts upp och bytts måndagar kl 13. För DOAS gäller att den automatiska ljusoptimeringen installerades den 25 februari.

Period		Dagar	DOAS µg/m <sup>3</sup>	BTX µg/m <sup>3</sup>	OPSIS Passiv µg/m <sup>3</sup>	IVL Passiv µg/m <sup>3</sup>
2000-01-10	2000-02-07	28	4.1	3.8	10.5	4.2
2000-02-07	2000-03-06	28	3.7	3.4	7.6	3.6
2000-03-06	2000-03-27	21	3.2	3.2	12.4*	3.2
2000-01-10	2000-03-27	77	3.7	3.5	10.6/9.3 **	3.7

\* 2000-03-06 till 2000-04-03 28 dagar.

\*\* 2000-01-10 till 2000-04-03 84 dagar.

### Toluen passiva och kontinuerliga metoder.



Av tabellen nedan framgår hur många procent respektive periodvärde är av BTX-värdet.

Period		Dagar	DOAS	BTX	OPSIS Passiv	IVL Passiv
2000-01-10	2000-02-07	28	98%	100%	250%	99%
2000-02-07	2000-03-06	28	109%	100%	224%	106%
2000-03-06	2000-03-27	21	100%	100%	388%*	98%
2000-01-10	2000-03-27	77	106%	100%	303% 266%**	106%

\* 2000-03-06 till 2000-04-03 28 dagar.

\*\* 2000-01-10 till 2000-04-03 84 dagar.

Av tabeller och diagram ovan framgår det att medelvärdena från DOAS tekniken ligger i intervallet  $\pm 10\%$  i förhållande till BTX-instrumentet. De passiva provtagarna ligger för OPSIS del 2 till 3 gånger högre och för IVL:s del  $\pm 4\%$  i förhållande till BTX-instrumentet.

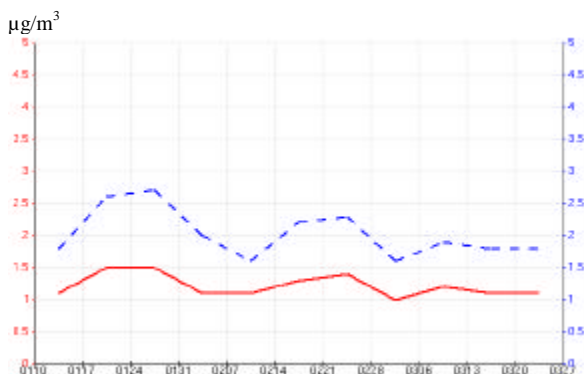


# Veckovärden för bensen, IVL:s passiva provtagare och BTX GC/FID

I tabellen nedan redovisas mätresultat från BTX och VOC provtagarna. De passiva provtagarna har genomgående satts upp och bytts måndagar kl 13.

Mätplats	Period		Metod	Ämne	Medelv. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Stand. avv. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Min $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Max $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Antal Veckovärden	
Hornsgatan	1999-04-19	1999-05-30	BTX	Bensen	6,4	1,2	5,1	8,3	6	
			IVL passiva		7,8	1,3	5,7	8,9	6	
Rosenlunds-gatan	2000-01-10	2000-03-27	BTX		1,2	0,2	1,0	1,5	11	
			IVL passiva		2,0	0,4	1,6	2,7	11	
Hornsgatan	1999-04-19	1999-05-30	BTX		Toluen	21,0	3,3	17,0	26,0	6
			IVL passiva			20,0	2,3	17,0	22,0	6
Rosenlunds-gatan	2000-01-10	2000-03-27	BTX			3,5	0,7	2,4	4,6	11
			IVL passiva			3,7	0,9	2,4	5,5	11

## Bensen



Period 2000-01-10 till 2000-03-27

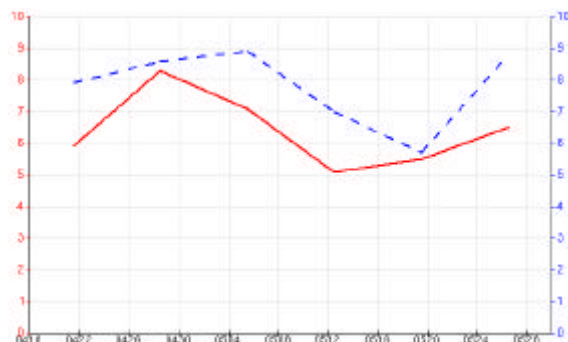
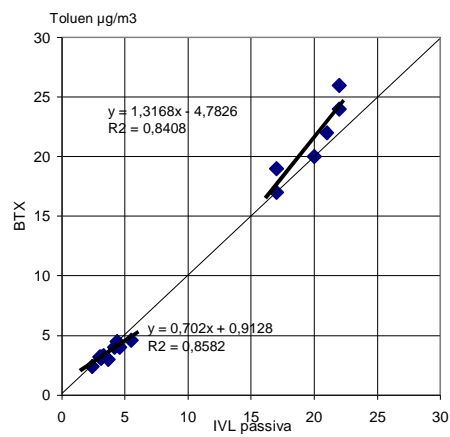
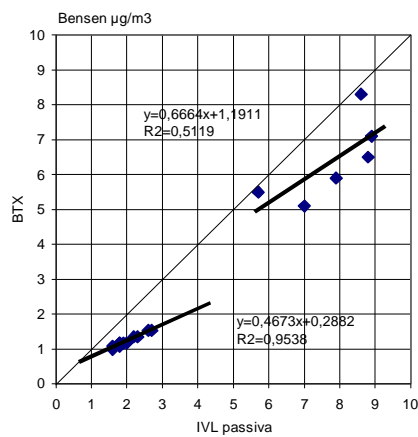
BTX Röd heldragen linje och IVL Blå streckad linje.

## Toluen

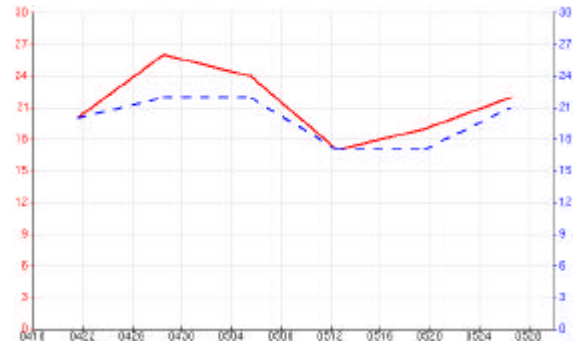


Period 2000-01-10 till 2000-03-27

BTX Röd heldragen linje och IVL Blå streckad linje.



Period 1999-04-19 till 1999-05-30



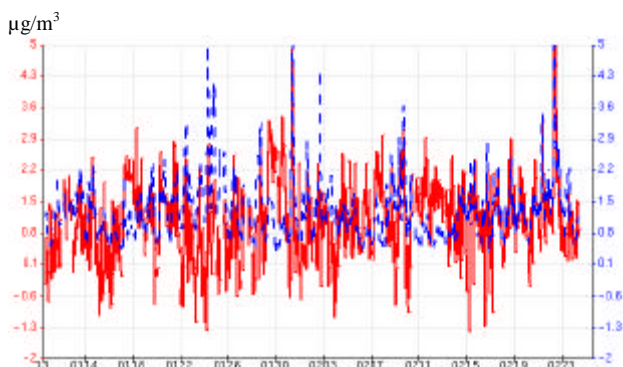
Period 1999-04-19 till 1999-05-30

# Jämförelser mellan aktiva mätningar, DOAS och BTX

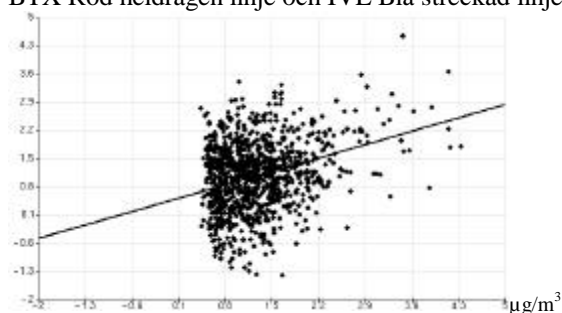
## Bensen

Mätperiodens start och stopp sammanfaller med den passiva provtagningen 2000-01-10 till 2000-03-27. DOAS utrustades med en automatisk ljusoptimering den 25 februari

Period		Analysator	Medelvärde $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Stand. avv. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Min $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Max $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Antal timmedelvärden
2000-01-10	2000-02-25	DOAS	1.1	0.9	-1.4	5.7	961
		BTX	1.3	0.7	0.4	8.4	961
2000-02-25	2000-03-27	DOAS	1.3	0.6	-1.3	3.1	698
		BTX	1.1	0.4	0.4	3.2	698
2000-01-10	2000-03-27	DOAS	1.2	0.8	-1.4	5.7	1659
		BTX	1.2	0.6	0.4	8.4	1659

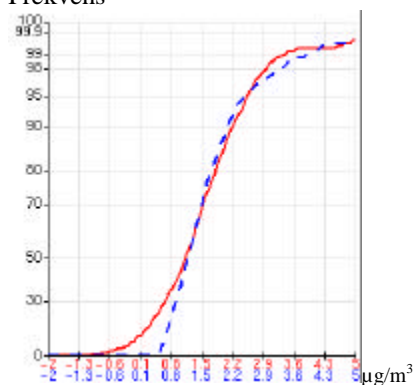


Period 2000-01-10 till 2000-02-25  
BTX Röd heldragen linje och IVL Blå streckad linje.

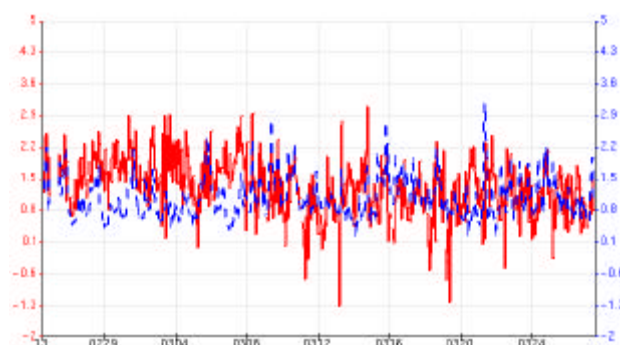


X: BTX. medel=1.3 std=0.7 min=0.4 max=8.4  
Y: DOAS. medel=1.1 std=0.9 min=-1.4 max=5.7  
corr=0.37 n=961 s\_eps=0.84  
 $Y=0.49+0.47X+\text{eps}$

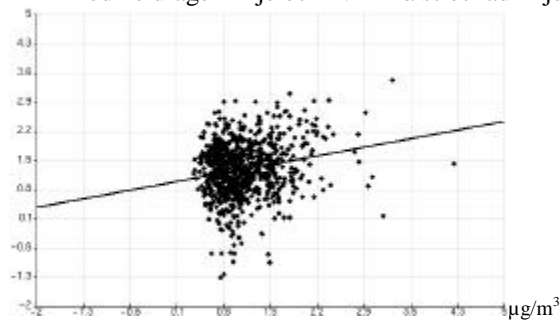
Frekvens



BTX Röd heldragen linje och IVL Blå streckad linje.  
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

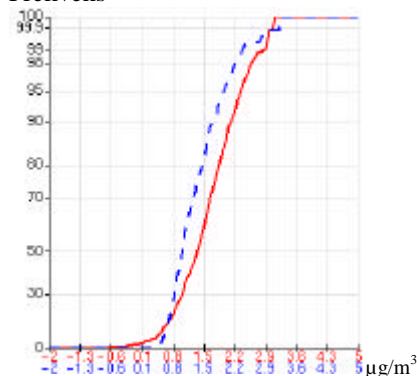


Period 2000-02-25 till 2000-03-27  
BTX Röd heldragen linje och IVL Blå streckad linje.



X: BTX. medel=1.1 std=0.4 min=0.4 max=3.2  
Y: DOAS. medel=1.3 std=0.6 min=-1.3 max=3.1  
corr=0.17 n=698 s\_eps=0.63  
 $Y=1.05+0.24X+\text{eps}$

Frekvens

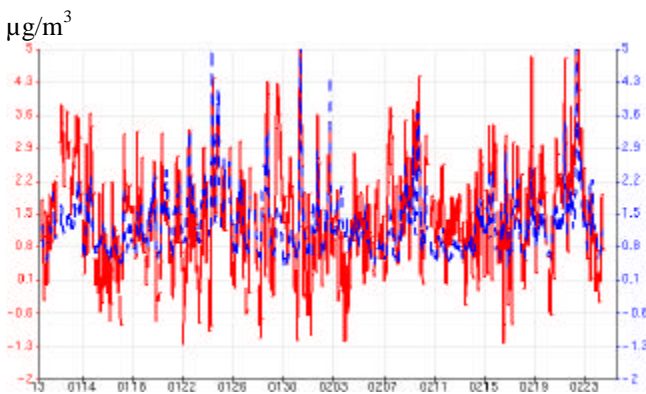


BTX Röd heldragen linje och IVL Blå streckad linje.

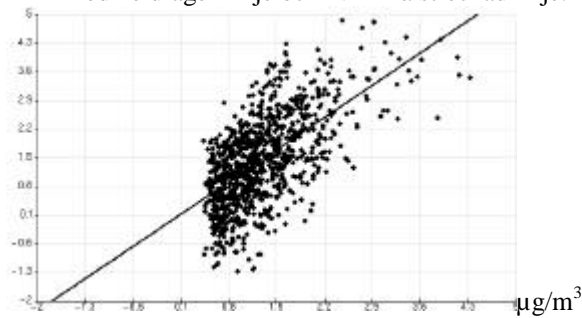
## Bensen efter korrektion för O<sub>3</sub>-interferens

Bensenhalten minskas med 4% av uppmätt ozonhalt. Värdena skall därutöver ökas med 1.9 µg/m<sup>3</sup>. Redovisningen nedan har samma mätperioder och uppställningar som den okorrigerade redovisningen ovan.

Period		Analysator	Medelv. µg/m <sup>3</sup>	Stand.avv. µg/m <sup>3</sup>	Min µg/m <sup>3</sup>	Max µg/m <sup>3</sup>	Antal timmedelvärden
2000-01-10	2000-02-25	DOAS	1.5	1.2	-1.3	7.6	961
		BTX	1.3	0.7	0.4	8.4	961
2000-02-25	2000-03-27	DOAS	0.9	0.9	-2.1	4.0	698
		BTX	1.1	0.4	0.4	3.2	698
2000-01-10	2000-03-27	DOAS	1.2	1.1	-2.1	7.6	1659
		BTX	1.2	0.6	0.4	8.4	1659

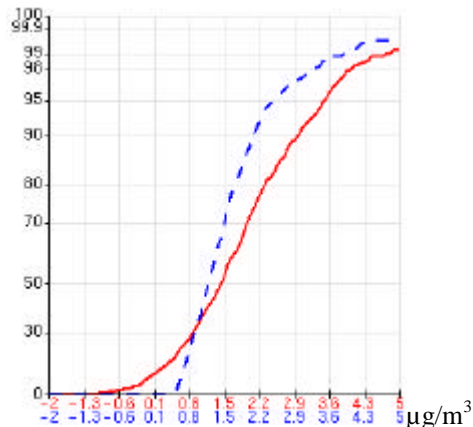


Period 2000-01-10 till 2000-02-25  
BTX Röd heldragen linje och IVL Blå streckad linje.

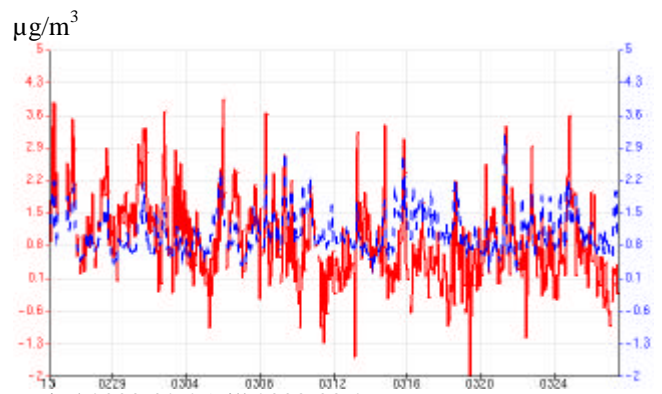


X: BTX. medel=1.3 std=0.7 min=0.4 max=8.4  
Y: DOAS. medel=1.5 std=1.2 min=-1.3 max=7.6  
corr=0.66 n=961 s\_eps=0.88  
Y=0.01+1.12X+eps

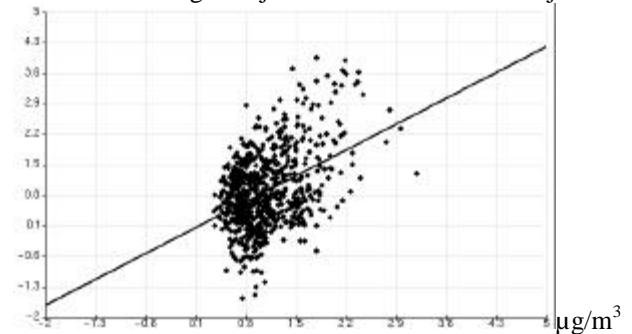
Frekvens



BTX Röd heldragen linje och IVL Blå streckad linje.

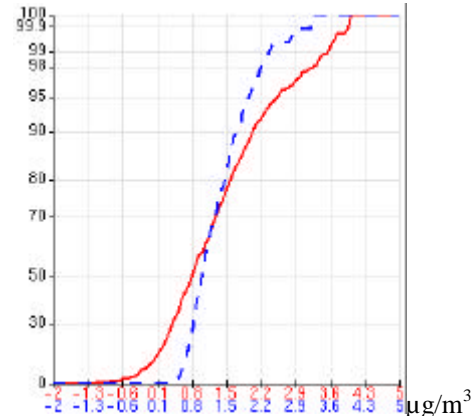


Period 2000-02-25 till 2000-03-27  
BTX Röd heldragen linje och IVL Blå streckad linje.



X: BTX. medel=1.1 std=0.4 min=0.4 max=3.2  
Y: DOAS. medel=0.9 std=0.9 min=-2.1 max=4.0  
corr=0.42 n=698 s\_eps=0.80  
Y=-0.02+0.85X+eps

Frekvens

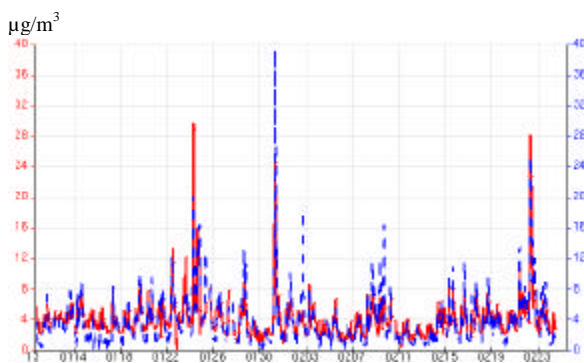


BTX Röd heldragen linje och IVL Blå streckad linje.

## Toluen

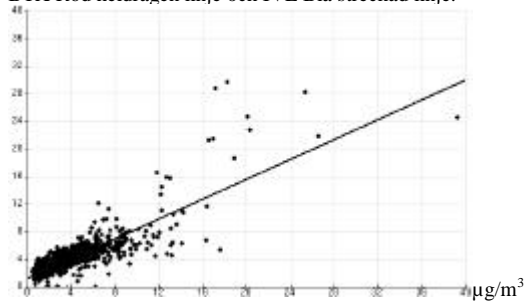
Mätperiodens start och stopp sammanfaller med den passiva provtagningen 2000-01-10 till 2000-03-27. DOAS utrustades med en automatisk ljusoptimering den 25 februari

Period		Analysator	Medelv. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Stand.avv. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Min $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Max $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Antal timmedelvärden
2000-01-10	2000-02-25	DOAS	4.1	2.8	-1.4	29.8	973
		BTX	3.8	3.3	0.4	39.2	973
2000-02-25	2000-03-27	DOAS	3.2	1.3	1.0	11.1	698
		BTX	3.0	1.9	0.4	13.8	698
2000-01-10	2000-03-27	DOAS	3.7	2.4	-1.4	29.8	1671
		BTX	3.5	2.8	0.4	39.2	1671



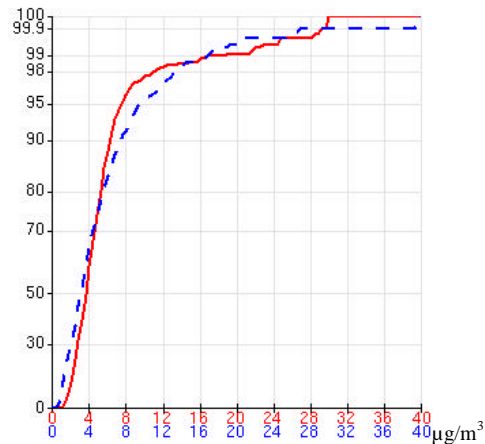
Period 2000-01-10 till 2000-02-25

BTX Röd heldragen linje och IVL Blå streckad linje.

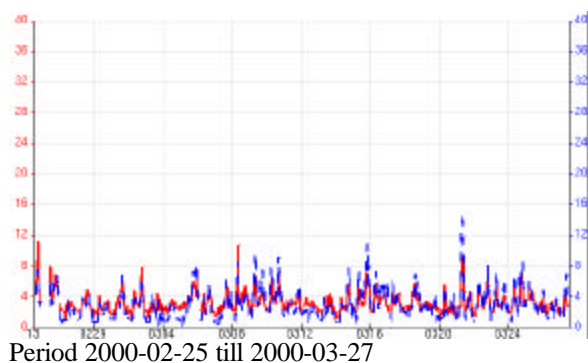


X: BTX. medel=3.8 std=3.3 min=0.4 max=39.2  
Y: DOAS. medel=4.1 std=2.8 min=-1.4 max=29.8  
corr=0.84 n=973 s\_eps=1.56  
Y=1.28+0.72X+eps

Frekvens

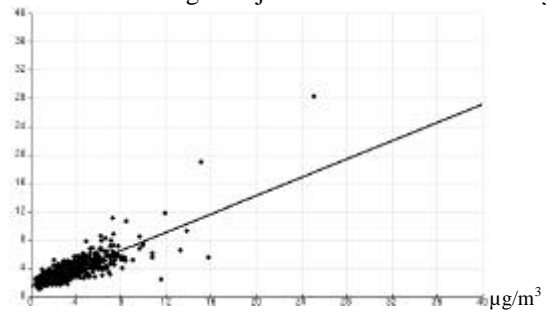


BTX Röd heldragen linje och IVL Blå streckad linje.  
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



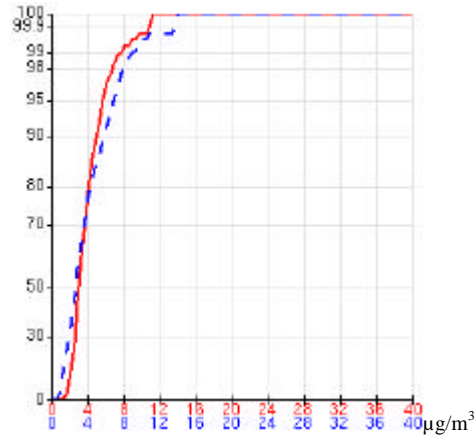
Period 2000-02-25 till 2000-03-27

BTX Röd heldragen linje och IVL Blå streckad linje.



X: BTX. medel=3.0 std=1.9 min=0.4 max=13.8  
Y: DOAS. medel=3.2 std=1.3 min=1.0 max=11.1  
corr=0.82 n=698 s\_eps=0.73  
Y=1.54+0.56X+eps

Frekvens



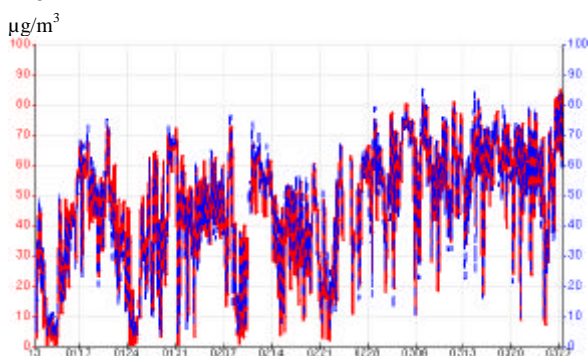
BTX Röd heldragen linje och IVL Blå streckad linje.  
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

## Jämförelser mellan linjemätningar och punktmätningar

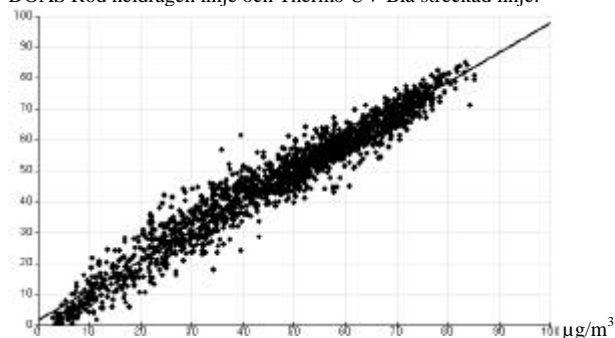
Mätperiodens start och stopp sammanfaller med den passiva provtagningen 2000-01-10 till 2000-03-27. Punktmätningarna är placerade ovan tak på Torkel Knutssonsgatan 20 strax bortom DOAS sändare.

Period	Analysator	Komponent	Medel $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Stand.avv. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Min $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Max $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Antal Timmedelv.	
2000-01-10	2000-03-27	DOAS	O <sub>3</sub>	46.5	19.5	-5.7	85.0	1779
		Termo <sup>2</sup>	O <sub>3</sub>	46.6	19.8	2.6	85.3	1779
2000-01-10	2000-03-27	DOAS	NO <sub>2</sub>	21.8	13.8	0.1	88.5	1812
		AC30 <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub>	21.8	14.3	0.5	87.5	1812

### O<sub>3</sub>

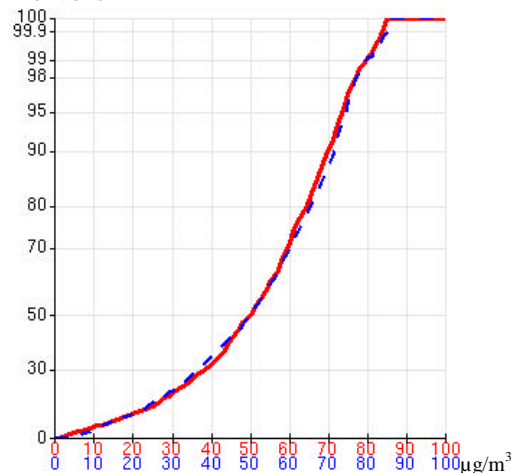


DOAS Röd heldragen linje och Thermo UV Blå streckad linje.



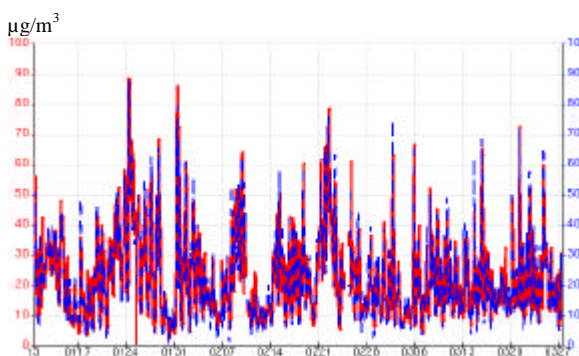
X: Torkel Kn 20 O<sub>3</sub>. medel=46.6 std=19.8 min=2.6 max=85.3  
 Y: DOAS. medel=46.5 std=19.5 min=-5.7 max=85.0  
 corr=0.97 n=1779 s\_eps=4.49  
 Y=1.73+0.96X+eps

### Frekvens

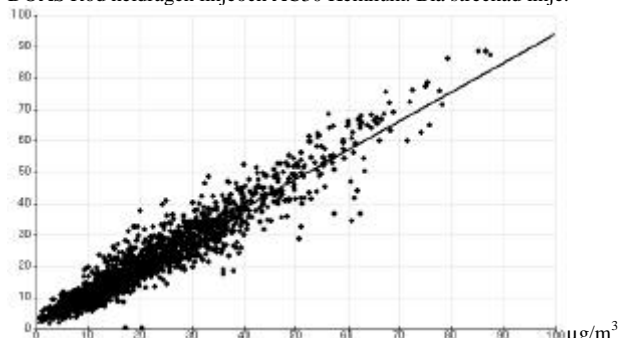


DOAS Röd heldragen linje och Thermo UV Blå streckad linje.

### NO<sub>2</sub>

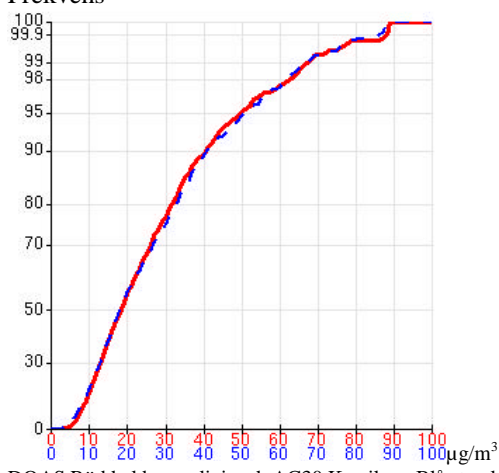


DOAS Röd heldragen linje och AC30 Kemilum. Blå streckad linje.



X: Torkel Kn 20 O<sub>3</sub>. medel=21.8 std=14.3 min=0.5 max=87.5  
 Y: DOAS. medel=21.8 std=13.8 min=0.1 max=88.5  
 corr=0.95 n=1812 s\_eps=4.11  
 Y=1.62+0.92X+eps

### Frekvens



DOAS Röd heldragen linje och AC30 Kemilum. Blå streckad linje.

<sup>2</sup> Thermo Electron modell 49/49PS, UV fotometri

<sup>3</sup> AC30M Environment SA, kemiluminescence