



# Kvalitetssikring av arbeidsmiljøanalyser. Sammenliknende laboratorieprøvinger. Runde 39. Løsemidler.

**Forfatter: Merete Hersson**

**Prosjektleder: Merete Hersson**

**Dato: 16.08.2006**

**STAMI-rapport Årg. 7, nr. 2 (2006)**

**ISSN: 1502-0932**

---

## **Sammendrag:**

Tre finske, ett svensk og fire norske laboratorier mottok prøver i denne runden (nr. 39) for bestemmelse av løsemidler i arbeidsatmosfæren. Prøveserien som besto av 3 kullrør (SKC, kat. nr. 226-01) og 5 diffusjonsprøvetakere (dosimetre) (3M OVM 3500), ble tillaget ved Statens arbeidsmiljøinstitutt, Avdeling for kjemisk og biologisk arbeidsmiljø, som også har bearbeidet resultatene.

Alle prøvene var eksponert for den samme løsemiddelblandingen, som inneholdt etylbenzen, m-xylen, o-xylen, 1,3,5-trimetylbenzen og 1,2,4-trimetylbenzen. Laboratoriene ble bedt om å foreta både kvalitativ og kvantitativ bestemmelse av prøvene.

Kvaliteten på laboratorienes analyseresultater er vurdert i henhold til kriterier som Statens arbeidsmiljøinstitutt tidligere har satt opp i samråd med Direktoratet for arbeidstilsynet og laboratoriene.

Alle de åtte laboratoriene leverte svar, og alle har fått sine resultater akseptert etter de oppsatte kriterier. Seks laboratorier tilfredsstiller kravene til klassifiseringen "Bra".

Det understrekes at deltakelse i eller karakter for interlaboratoriekontrollen ikke innebærer noen offentlig godkjenning av laboratoriene som sådan.

## **Stikkord:**

Sammenliknende laboratorieprøving  
Løsemiddelbestemmelse  
Diffusjonsprøvetakere  
Kullrør

## **Key terms:**

Proficiency testing  
Solvent measurement  
Diffusive samplers  
Charcoal tubes

## INNHALDSFORTEGNELSE

1. SAMMENDRAG.....	3
2. INNLEDNING.....	3
3. DELTAKENDE LABORATORIER. ....	3
4. PREPARERING AV PRØVENE. ....	4
4.1 Kullrør. ....	4
4.2 Diffusjonsprøvetakere (dosimetre). ....	4
5. ANALYSEBETINGELSER.....	4
6. REFERANSEVERDIER.....	5
7. VURDERINGSKRITERIER.....	6
7.1 Vurdering av den kvalitative bestemmelsen.....	6
7.2 Vurdering av den kvantitative bestemmelsen.....	6
7.3 Totalvurdering av analyseresultatene.....	7
8. RESULTATER.....	7
VEDLEGG 1. RESULTATTABELLER OG FIGURER.....	11
VEDLEGG 2. RESULTATER FRA HOMOGENITETSTESTEN AV KULLRØR OG BESTEMMELSE AV REFERANSEVERDIER FOR DIFFUSJONS- PRØVETAKERE.....	28

## SAMMENDRAG

Tre finske, ett svensk og fire norske laboratorier som bestemmer løsemidler i arbeidsatmosfære har mottatt prøver i denne runden av sammenliknende laboratorieprøvinger. Prøveserien som besto av kullrør og diffusjonsprøvetakere, ble tillaget ved Statens arbeidsmiljøinstitutt, Avdeling for kjemisk og biologisk arbeidsmiljø, som også har bearbeidet resultatene.

Prøvene var eksponert for en løsemiddelblanding bestående av etylbenzen, m-xylen, o-xylen, 1,3,5-trimetylbenzen og 1,2,4-trimetylbenzen. Laboratoriene ble bedt om å foreta både kvalitativ og kvantitativ bestemmelse av åtte prøver: tre kullrør og fem diffusjonsprøvetakere. Til hjelp i den kvalitative bestemmelsen fulgte det med to ekstra kullrør som var eksponert for de samme komponentene. I tillegg mottok laboratoriene én blindprøve (blank) av hver prøvetype.

Alle laboratoriene (totalt 8) har levert svar. Alle har etter de oppsatte kriterier fått sine resultater akseptert, og seks tilfredsstillende kravene til klassifiseringen bra.

### 1. INNLEDNING

Statens arbeidsmiljøinstitutt er referanselaboratorium for arbeidsmiljøanalyser i Norge. Dette medfører bl.a. et ansvar for kvalitetssikring av slike analyser ved å gjennomføre sammenliknende laboratorieprøvinger.

Det er i dag ingen offentlig godkjenningsordning for laboratorier som tilbyr arbeidsmiljøanalyser, men Direktoratet for Arbeidstilsynet anmoder laboratoriene om å delta i kvalitetssikringsprogram i regi av Statens arbeidsmiljøinstitutt. Deltakelsen er frivillig og innebærer ingen offentlig godkjenning av laboratoriene. Laboratoriene er kjent med at resultatene blir offentliggjort.

Stami's sammenliknende laboratorieprøvinger arrangeres én gang pr. år. Prøvene inneholder forskjellige løsemidler i kjente mengder. Det skal foretas både kvalitativ og kvantitativ bestemmelse.

### 2. DELTAKENDE LABORATORIER

Prøvene ble sendt ut den 26. april 2006 med svarfrist 8. juni 2006 til:

D: X-lab/NUI, Postboks 23 Ytre Laksevåg, 5848 Bergen.

F: Analyselaboratoriet, Høgskolen i Agder, Serviceboks 422, 4604 Kristiansand.

H: Arbetshälsoinstitutet, Helsingfors Regionbyrå, Arinatie 3A, SF-00370 Helsingfors, Finland.

J: Arbetshälsoinstitutet Kuopio, PL 93, SF-70701 Kuopio, Finland.

N: Intertek West Lab AS, Postboks 139, 4098 Tananger.

R: Sahlgrenska universitetssjukhuset, Yrkes- och miljömed., Box 414, S-405 30 Göteborg, Sverige.

U: Arbetshälsoinstitutet Tampere, PO Box 486, SF-33101 Tampere, Finland.

X: Dynea ASA, Postboks 160, 2001 Lillestrøm.

#### 4. PREPARERING AV PRØVENE

Prøveserien består av 3 kullrør (SKC, kat. nr. 226-01) og 5 diffusjonsprøvetakere (3M OVM 3500). I tillegg får laboratoriene to ekstra kullrør som inneholder de samme komponentene som prøvene til hjelp i den kvalitative bestemmelsen.

Løsemiddelblandingen besto av etylbenzen, m-xylen, o-xylen, 1,3,5-trimetylbenzen og 1,2,4-trimetylbenzen. Prøvene ble tilfeldig fordelt mellom laboratoriene.

##### 4.1. Kullrør

Ved tillaging av kullrørsprøvene er det benyttet en standardgassgenerator og en multiprøvetaker med 100 kritiske dyser tilpasset kullrør. Dette innebærer at kullrørsprøver til alle laboratoriene blir preparert samtidig under samme betingelser. Standardgassgeneratoren arbeider etter følgende prinsipp: En væskeblending med kjent sammensetning blir ved hjelp av en motordrevet sprøyte ført inn i et oppvarmet fordampningskammer. Gjennom fordampningskammeret strømmer luft med kjent hastighet. Luften blandes og ledes til prøvetakeren hvor kullrørene er tilkopleet. Fordi dysene i prøvetakeren ikke er helt like, vil mengden av løsemidler pr. kullrør variere, men luftkonsentrasjonen blir den samme for alle prøver. Dysene er på forhånd kalibrert til kjent luftvolum/tid ved hjelp av flowmeter av typen DryCal® DC-Lite. Luften suges gjennom kullrørene og dysene ved hjelp av en pumpe.

##### 4.2. Diffusjonsprøvetakere (dosimetre)

Ved eksponering av dosimetrene er det benyttet samme standardgassgenerator som til kullrørsprøvene. I dette tilfellet blir den koplet sammen med et kammer med plass til 21 prøvetakere av typen 3M OVM 3500. Gassblandingen ledes inn i bunnen av kammeret og blandes ved hjelp av et motordrevet rotorblad. Dette oppsettet fører til at alle prøvetakerne i kammeret blir eksponert for samme løsemiddelkonsentrasjon.

Luftkonsentrasjonene som dosimetrene eksponeres for, lar seg ikke like lett beregne som for kullrør. Det skyldes at dosimetrene påvirker sammensetningen av atmosfæren ved at de fjerner løsemiddeldampene. Dette betyr mer jo lavere luftvolum hver prøvetaker har tilgjengelig. Ved en lufthastighet på ca. 12 l/min og 21 prøvetakere med prøvetakingshastighet 30 ml/min i eksponeringskammeret, vil beregnet konsentrasjonstap i kammeret være ca. 5 prosent.

#### 5. ANALYSEBETINGELSER

Laboratoriene er oppfordret til å behandle prøvene på samme måte som vanlige oppdrag av denne typen. Alle laboratoriene analyserer prøvene ved hjelp av gasskromatograf med flammeionisasjonsdetektor. Tabell 5.1 gir en oversikt over øvrige analysebetingelser.

Tabell 5.1. Oversikt over analysebetingelser.

Lab	Kolonner	Temp °C	Desorp. middel	Desorp. volum		Standard med kull		Intern standard	
				Rør	Dos.	Ja	Nei	Ja	Nei
D	CP Wax 52CB 60m x 0,32mm, 1,2µm	50 - 230	CS <sub>2</sub>	2,0 ml	2,0 ml	X			X
	VF5ms, 25m x 0,25mm, 0,4 µm	35 - 230							
F	PE-Wax 30 m x 0,32 mm	60 - 140	CS <sub>2</sub>	2,0 ml	2,0 ml	X		X(2)	
H	NB-20M 25 m x 0,32 mm 1,0 µm	40 - 200	CS <sub>2</sub>	1,0 ml	1,0 ml	X		X(5)	
	HP-5 25 m x 0,32 mm 1,05 µm								
J	FFAP, 50 m	50 - 120	CS <sub>2</sub> + 5% DEGET	2,0 ml	2,0 ml	X		X (1)	
N	20% SP-2100 + 0.1% CW1500	50 - 175	CS <sub>2</sub>	4,0 ml	2,0 ml		X		X
	CP-Sil 8 CB, 25 m x 0.32 µm	40 - 175							
R	J & W DB-1 60 m x 0,25 mm, 1 µm	50 - 250	CS <sub>2</sub>	2,0 ml	2,0 ml		X	X(3)	
U	HP 5 30 m x 0,32 mm, 1 µm	34 - 200	CS <sub>2</sub>	2,0 ml	1,5 ml	X			X
	HP Innowax 30m x 0,32mm, 0,5 µm								
X	DB-5MS+DG, 30 m x 0,25 mm 1,0 µm	35 - 250	CS <sub>2</sub> + 2% DMF	1,0 ml	3,0 ml	X		X(4)	

(1) Limonen  
(2) Toluen

(3) Pentran (metoksyfluran)  
(4) Klorbenzen

(5) 1-kloroktan

## 6. REFERANSEVERDIER

Prøvetakerne eksponeres i luft som inneholder løsemiddeldamper i konsentrasjoner som kan tilsvare luften på arbeidsplasser. Løsemiddelblandingen er veid inn, og blandingens sammensetning er dermed kjent. Konsentrasjonene i luft er også kjent, idet både tilførselshastighet av løsemiddelblanding og lufthastighet er målt. (Beskrevet i avsnitt 4.1.)

Kullrørene er ikke likt eksponert, men konsentrasjonen i luft kan beregnes idet luftvolumet er kjent. Som fasit for kullrørene kan vi dermed benytte de beregnede verdiene på grunnlag av innveid mengde, dosering, lufthastighet og luftvolum. Verifisering av referanseverdiene og homogeniteten av rørene (presisjonen) er bestemt ved at 10 tilfeldige rør er blitt analysert ved Statens arbeidsmiljøinstitutt. (Vedlegg 2, tabell 1 og 2).

Like diffusjonsprøvetakere oppnås som beskrevet i avsnitt 4.2. Det er imidlertid vanskelig å beregne konsentrasjonene med tilstrekkelig nøyaktighet fordi sammensetningen i eksponeringskammeret påvirkes av prøvetakerne. Det er dessuten et spørsmål om hvorvidt diffusjonshastighetene som benyttes er gode nok til beregning av konsentrasjoner på et analytisk nivå. Som fasit for dosimetrene har vi benyttet aritmetisk middel av resultatene for 10 tilfeldige dosimetre analysert ved Statens arbeidsmiljøinstitutt. (Vedlegg 2, tabell 3).

Bestemmelsene utført ved Statens arbeidsmiljøinstitutt viser at presisjonen både for kullrørene og dosimetrene ligger innenfor 3%. Fasit er gitt i tabell 6.1.

Tabell 6.1. Fasit for kullrør og diffusjonsprøvetakere angitt som µg komponent pr. liter luft for kullrør og µg pr. prøve for diffusjonsprøvetakerne.

	Etylbenzen	m-xylen	o-xylen	1,3,5-trimetylbenzen	1,2,4-trimetylbenzen
<b>Kullrør (µg/l)</b>	95,8	92,0	93,8	92,5	93,2
<b>Dosimetre (µg/prøve)</b>	95,6	90,2	95,2	82,0	85,5

## 7. VURDERINGSKRITERIER

Statens arbeidsmiljøinstitutt har utarbeidet kriterier for vurderingen av laboratorienes kvalitet. Disse er tidligere tatt opp med Direktoratet for arbeidstilsynet og de deltagende laboratoriene.

Laboratoriets kvalitet kan sies å være sammensatt av tre elementer basert på kvalitativ og kvantitativ bestemmelse:

1. Identifisering av komponenter
2. Presisjon
3. Nøyaktighet

En samlet vurdering av disse elementene vil danne grunnlag for kvalitetsbedømmelsen av laboratoriet. Hensikten med vurderingen er å sikre god kvalitet på laboratorienes analyseresultater.

### 7.1. Vurdering av den kvalitative bestemmelsen

For den kvalitative bestemmelsen er følgende vurderingskriterier benyttet:

- alle komponenter påvist og korrekt identifisert er BRA
- riktig antall komponenter påvist, men én komponent ikke- eller feil identifisert er AKSEPTABELT
- alt annet er IKKE AKSEPTABELT

Bedømmelsen er basert på at alle prøver inneholder de samme komponenter, og at alle komponenter finnes i identifiserbare mengder i alle prøver. Karakterskalaen over refererer seg til hele prøveserien og ikke til én enkelt prøve.

### 7.2. Vurdering av den kvantitative bestemmelsen

For den kvantitative bestemmelsen er følgende vurderingskriterier benyttet:

- gjennomsnittlig gjenfinning av alle komponenter innenfor  $\pm(5\% + 2 \text{ stdav})$  i forhold til fasit er BRA
- gjennomsnittlig gjenfinning av alle komponenter unntatt én innenfor  $\pm(10\% + 2 \text{ stdav})$  i forhold til fasit er AKSEPTABELT
- alt annet er IKKE AKSEPTABELT

Det er her benyttet et standardavvik på 3% for kullrør og 3,5% for diffusjonsprøvetakere ved vurdering av resultatene.

Vurderingskriteriene for henholdsvis kullrør og dosimetre for denne prøverunden blir dermed:

- gjennomsnittlig gjenfinning av alle komponenter innenfor  $\pm(5\% + 6\%)$  hhv  $\pm(5\% + 7\%)$  er BRA
- gjennomsnittlig gjenfinning av alle komponenter unntatt én innenfor  $\pm(10\% + 6\%)$  hhv  $\pm(10\% + 7\%)$  er AKSEPTABELT

Resultatene for kullrør og dosimetre slås sammen til én kvantitativ karakter etter følgende prinsipp:

- både kullrør og dosimetre BRA gir totalt BRA
- én eller flere IKKE AKSEPTABELT gir totalt IKKE AKSEPTABELT
- alle andre kombinasjoner er AKSEPTABELT

### 7.3. Totalvurdering av analyseresultatene.

Den endelige vurderingen av laboratorienes analysekvalitet gjøres på grunnlag av en samlet vurdering av karakterene for både den kvalitative og den kvantitative bestemmelsen. Det benyttes følgende kriterier:

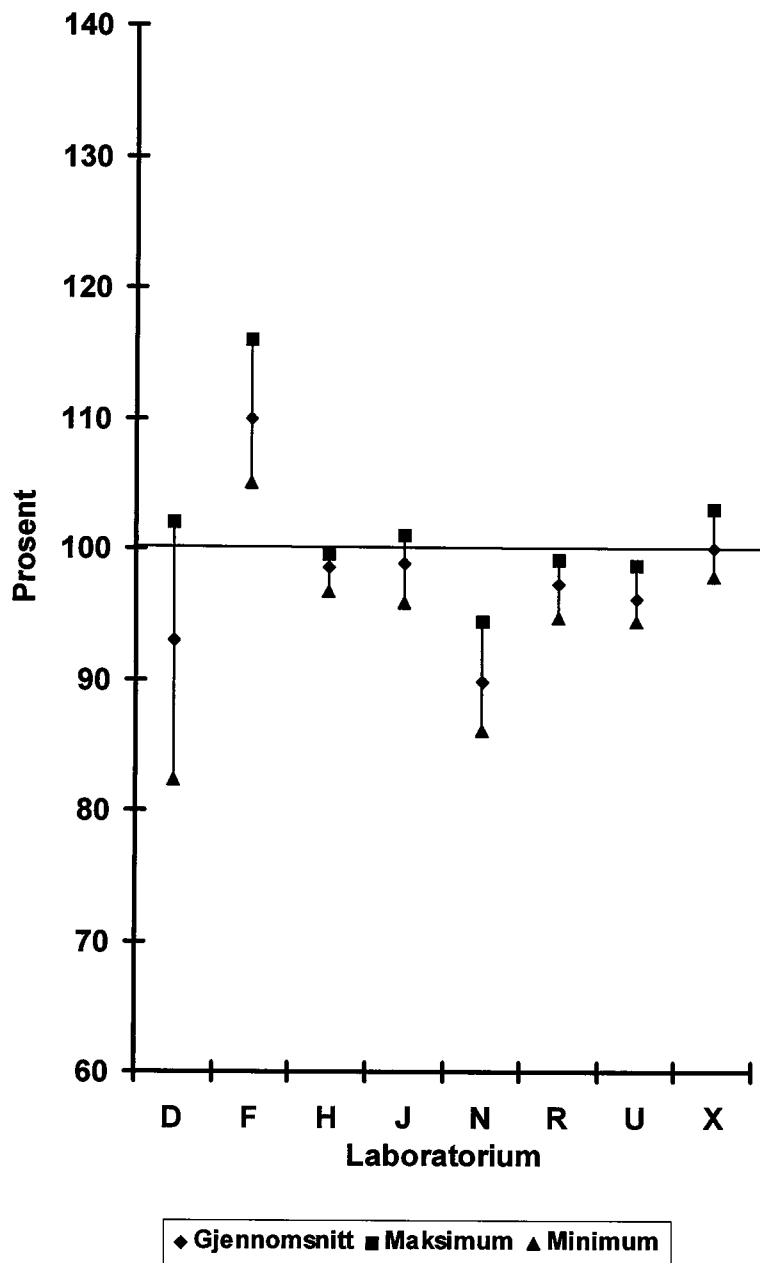
- Alle karakterer BRA gir totalkarakteren BRA
- Én eller flere IKKE AKSEPTABELT gir karakter IKKE AKSEPTABELT for serien.
- Ikke levert analysesvar er IKKE AKSEPTABELT.
- Alle andre kombinasjoner er AKSEPTABELT.

## 8. RESULTATER

Alle laboratoriene har levert svar, og alle har foretatt en korrekt identifisering av de aktuelle komponentene.

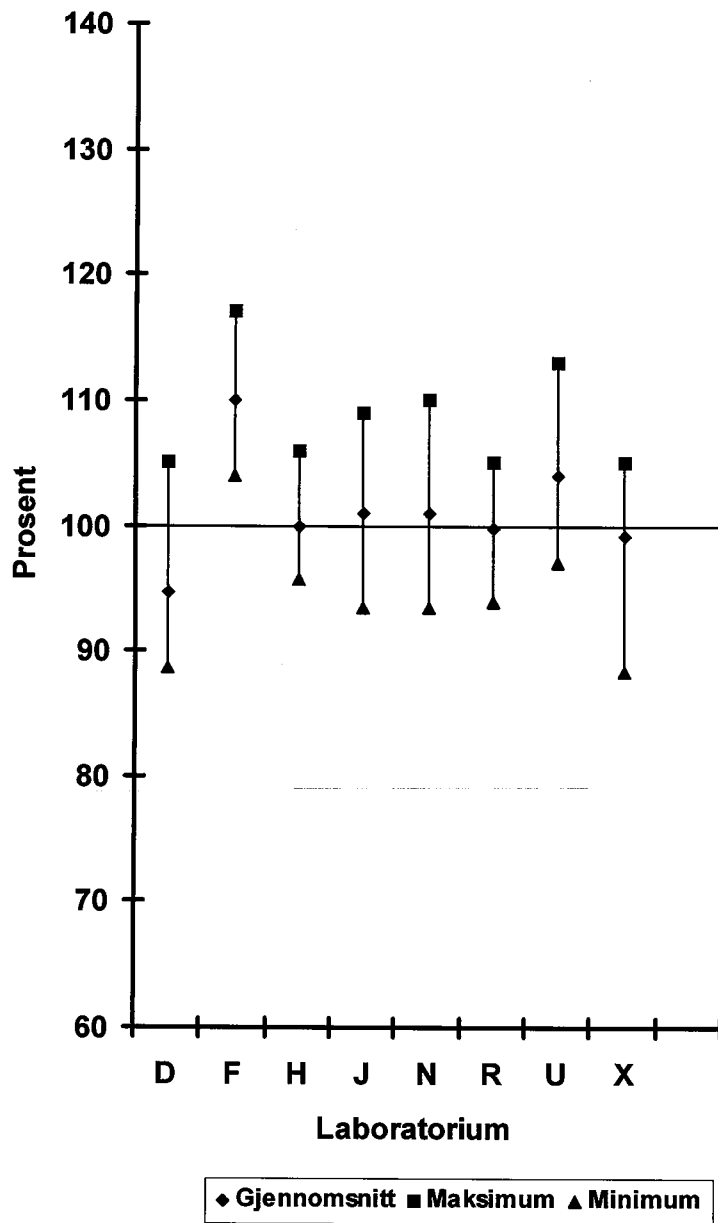
Vurderingen av den kvantitative bestemmelsen er foretatt på grunnlag av gjenfinningsprosent i forhold til fasit for hver komponent. Av tabell 8.1 fremgår det at alle laboratoriene får resultatene akseptert, og 6 av disse har fått karakteren «BRA». Figur 8.1 viser en samlet oversikt over kullrørsresultatene som gjennomsnittlig gjenfinningsprosent i forhold til fasit. Figur 8.2 viser tilsvarende oversikt for dosimetrene.

Fig. 8.1.  
Gjennomsnittlig gjenfinning i forhold til fasit.  
Kullrør.





**Fig. 8.2**  
**Gjennomsnittlig gjenfinning i forhold til fasit.**  
**Dosimetre.**



Tabell 8.1 angir karakterer for alle laboratoriene fra denne prøverunden.

Tabell 8.1. Beregnede karakterer.

Lab.	Kvalitativ karakter	Kvantitativ karakter	Total karakter
<b>D</b>	B	B	<b>B</b>
<b>F</b>	B	A	<b>A</b>
<b>H</b>	B	B	<b>B</b>
<b>J</b>	B	B	<b>B</b>
<b>N</b>	B	A	<b>A</b>
<b>R</b>	B	B	<b>B</b>
<b>U</b>	B	B	<b>B</b>
<b>X</b>	B	B	<b>B</b>

Det understrekes at deltakelse i eller karakter for laboratorieprøvingen ikke innebærer noen offentlig godkjenning av laboratoriene som sådan. Det har videre vært en klar forutsetning både fra Direktoratet for arbeidstilsynet og de deltagende laboratoriene at det ved offentliggjøring av resultatene alltid gjøres en totalvurdering på bakgrunn av de to siste prøverundene. For at gjeldende karakter skal være «BRA», må begge de to siste rundene ha denne karakteren. Forøvrig blir det beste resultatet av siste og forrige runde stående som laboratoriets karakter inntil neste prøverunde. Hensikten med dette er å unngå at enkeltstående uhell skal få store konsekvenser.

Tabell 8.2 angir gjeldende karakterer basert på karakterene for forrige og denne prøverunde (nr. 38 og 39). De angitte karakterene er basert på de vurderingskriteriene som til enhver tid har ligget til grunn.

Tabell 8.2. Gjeldende karakterer basert på de to siste interkalibreringene.

LAB.	KARAKTER		
	RUNDE 38	RUNDE 39	GJELDENDE
<b>D</b>	B	B	<b>B</b>
<b>F</b>	A	A	<b>A</b>
<b>H</b>	B	B	<b>B</b>
<b>J</b>	I	B	<b>A</b>
<b>N</b>	A	A	<b>A</b>
<b>R</b>	A	B	<b>A</b>
<b>U</b>	B	B	<b>B</b>
<b>X</b>	A	B	<b>A</b>

A = akseptabelt B = bra I = ikke akseptabelt

**VEDLEGG 1.**

**RESULTATTABELLER OG FIGURER**

**D X-LAB**  
**Laboratoriets svar i µg**

	Nr.	Etyl-benzen	m-xylen	o-xylen	1,3,5-trimetyl-benzen	1,2,4-trimetyl-benzen
<b>Rør</b>	40	116,56	116,64	112,40	101,32	102,91
	41	125,96	125,16	123,32	116,25	118,89
	43	123,62	124,06	122,37	119,29	121,12
<b>Dosimetre</b>	10	93,60	91,67	90,73	82,15	85,09
	25	86,49	85,62	84,39	76,63	79,72
	27	85,63	85,24	84,35	76,65	79,81
	54	85,76	85,51	84,68	76,64	80,49
	55	91,45	90,59	89,70	81,37	84,67

**Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)**

	Nr.	Etyl-benzen	m-xylen	o-xylen	1,3,5-trimetyl-benzen	1,2,4-trimetyl-benzen	Luft-volum (liter)
<b>Rør</b>	40	87,6	94,1	84,5	76,2	77,4	1,33
	41	91,3	89,9	89,4	84,2	86,2	1,38
	43	89,6	89,9	88,7	86,4	87,8	1,38

**Beregnet gjenfinning (%)**

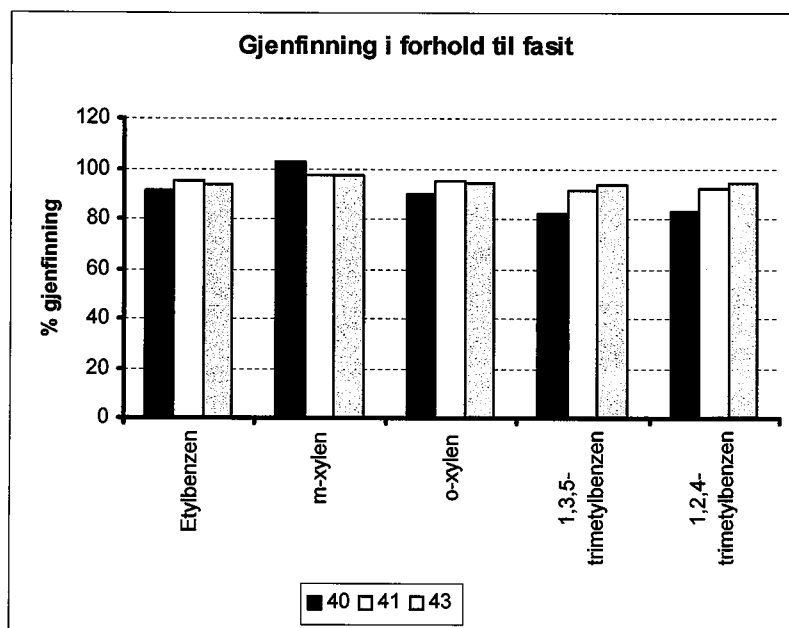
	Nr.	Etyl-benzen	m-xylen	o-xylen	1,3,5-trimetyl-benzen	1,2,4-trimetyl-benzen
	40	91,5	102	90,1	82,3	83,0
	41	95,3	97,7	95,3	91,0	92,4
	43	93,5	97,7	94,6	93,4	94,1
<b>Middelverdi</b>		<b>93,4</b>	<b>99,2</b>	<b>93,3</b>	<b>88,9</b>	<b>89,8</b>
<b>Avvik*</b>		<b>6,6</b>	<b>0,8</b>	<b>6,7</b>	<b>11,1</b>	<b>10,2</b>
	10	97,9	102	95,3	100	99,5
	25	90,4	94,9	88,7	93,5	93,2
	27	89,5	94,5	88,6	93,5	93,3
	54	89,7	94,8	89,0	93,5	94,1
	55	95,6	100	94,2	99,3	99,0
<b>Middelverdi</b>		<b>92,6</b>	<b>97,2</b>	<b>91,2</b>	<b>96,0</b>	<b>95,8</b>
<b>Avvik*</b>		<b>7,4</b>	<b>2,8</b>	<b>8,8</b>	<b>4,0</b>	<b>4,2</b>

\* % avvik i forhold til fasit

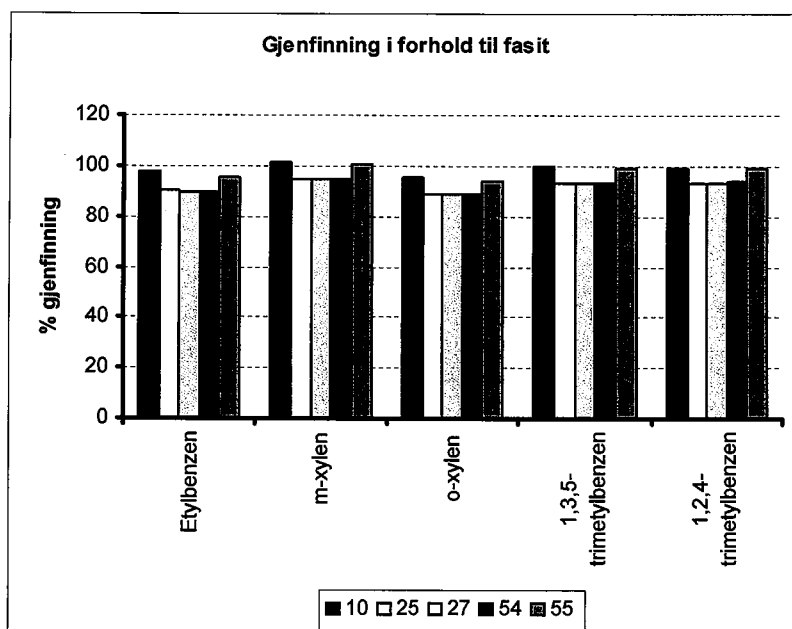
**Karakterer**

	Kval.kar:	Kvantitativ karakter		
		Kullrør	Dosim.	Alle
<b>D</b>	<b>B</b>	B	B	<b>B</b>

Kullrør. Laboratorium D.



Dosimetre. Laboratorium D.



**F Høgskolen i Agder**  
**Laboratoriets svar i µg**

	Nr.	Etyl- benzen	m-xylene	o-xylene	1,3,5- trimetyl- benzen	1,2,4- trimetyl- benzen
<b>Rør</b>	13	154,3	146,0	143,0	136,3	137,7
	21	159,4	151,0	148,8	142,1	144,6
	23	158,9	150,7	148,8	141,8	144,7
<b>Dosimetre</b>	1	111,0	103,5	102,0	88,3	90,5
	13	111,7	103,3	102,9	88,7	90,6
	20	108,3	101,4	100,9	86,7	89,3
	40	110,7	103,9	102,6	89,6	92,5
	48	110,0	103,3	102,2	87,9	91,0

**Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)**

	Nr.	Etyl- benzen	m-xylene	o-xylene	1,3,5- trimetyl- benzen	1,2,4- trimetyl- benzen	Luft- volum (liter)
<b>Rør</b>	13	110	104	102	97,4	98,4	1,40
	21	111	105	103	98,7	100	1,44
	23	110	105	103	98,5	100	1,44

**Beregnet gjenfinning (%).**

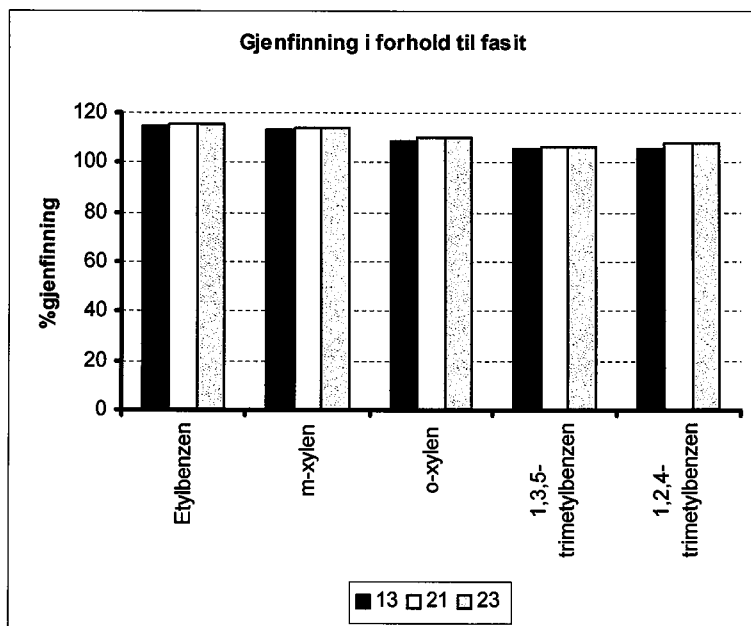
	Nr.	Etyl- benzen	m-xylene	o-xylene	1,3,5- trimetyl- benzen	1,2,4- trimetyl- benzen
	13	115	113	109	105	105
	21	116	114	110	107	108
	23	115	114	110	106	108
<b>Middelverdi</b>		<b>115</b>	<b>114</b>	<b>110</b>	<b>106</b>	<b>107</b>
<b>Avvik*</b>		<b>15,2</b>	<b>13,7</b>	<b>9,8</b>	<b>6,1</b>	<b>7,0</b>
	1	116	115	107	108	106
	13	117	114	108	108	106
	20	113	112	106	106	104
	40	116	115	108	109	108
	48	115	114	107	107	106
<b>Middelverdi</b>		<b>115</b>	<b>114</b>	<b>107</b>	<b>108</b>	<b>106</b>
<b>Avvik*</b>		<b>15,4</b>	<b>14,2</b>	<b>7,3</b>	<b>7,6</b>	<b>6,1</b>

\* % avvik i forhold til fasit

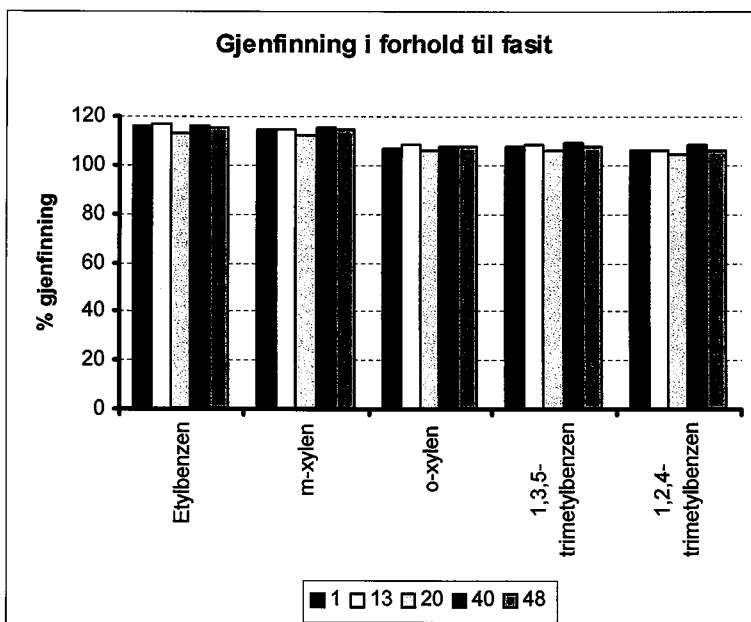
**Karakterer**

	Kval.kar:	Kvantitativ karakter		
		Kullrør	Dosim.	Alle
<b>F</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>

Kullrør. Laboratorium F.



Dosimetre. Laboratorium F.



**H Arbetshälsoinstitutet, Helsingfors Regionbyrå**  
**Laboratoriets svar i µg**

	Nr.	Etyl- benzen	m-xylen	o-xylen	1,3,5- trimetyl- benzen	1,2,4- trimetyl- benzen
<b>Rör</b>	26	131,7	129,0	130,7	129,6	130,8
	33	134,3	131,5	133,0	132,5	133,5
	53	133,4	130,7	132,3	131,4	132,5
<b>Dosimetre</b>	9	94,9	91,4	92,6	84,8	86,4
	15	93,8	90,1	91,1	83,6	84,9
	33	94,6	91,5	92,7	85,2	86,8
	37	96,6	93,4	94,4	86,8	88,3
	43	93,4	90,3	91,2	83,7	85,0

**Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)**

	Nr.	Etyl- benzen	m-xylen	o-xylen	1,3,5- trimetyl- benzen	1,2,4- trimetyl- benzen	Luft- volum (liter)
<b>Rör</b>	26	93,4	91,5	92,7	91,9	92,8	1,41
	33	93,3	91,3	92,4	92,0	92,7	1,44
	53	92,6	90,8	91,9	91,3	92,0	1,44

**Beregnet gjenfinning (%).**

	Nr.	Etyl- benzen	m-xylen	o-xylen	1,3,5- trimetyl- benzen	1,2,4- trimetyl- benzen
	26	97,5	99,4	98,8	99,3	99,5
	33	97,3	99,3	98,5	99,4	99,4
	53	96,7	98,7	98,0	98,6	98,7
<b>Middelverdi</b>		<b>97,2</b>	<b>99,1</b>	<b>98,4</b>	<b>99,1</b>	<b>99,2</b>
<b>Avvik*</b>		<b>2,8</b>	<b>0,9</b>	<b>1,6</b>	<b>0,9</b>	<b>0,8</b>
	9	99,2	101	97,3	103	101
	15	98,1	100	95,7	102	99,2
	33	98,9	101	97,4	104	101
	37	101	104	99,2	106	103
	43	97,7	100	95,8	102	99,4
<b>Middelverdi</b>		<b>99,0</b>	<b>101</b>	<b>97,1</b>	<b>103</b>	<b>101</b>
<b>Avvik*</b>		<b>1,0</b>	<b>1,2</b>	<b>2,9</b>	<b>3,5</b>	<b>0,9</b>

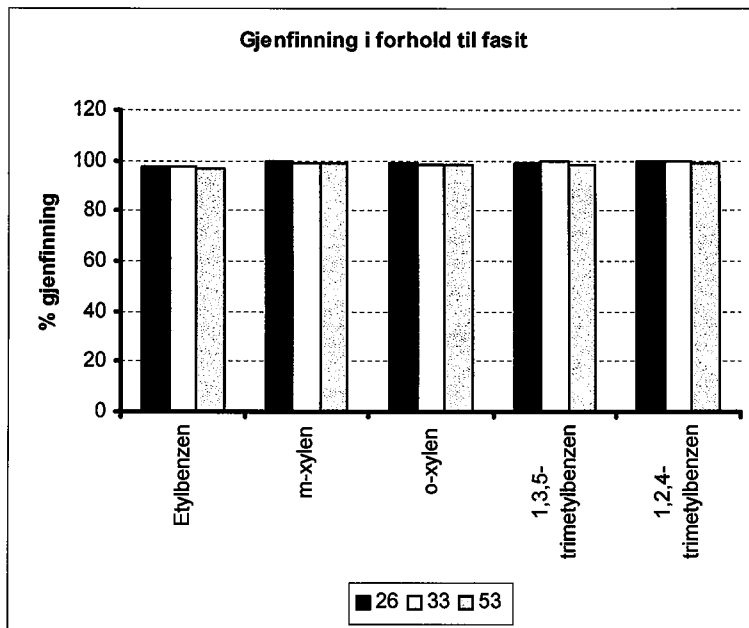
\* % avvik i forhold til fasit

**Karakterer**

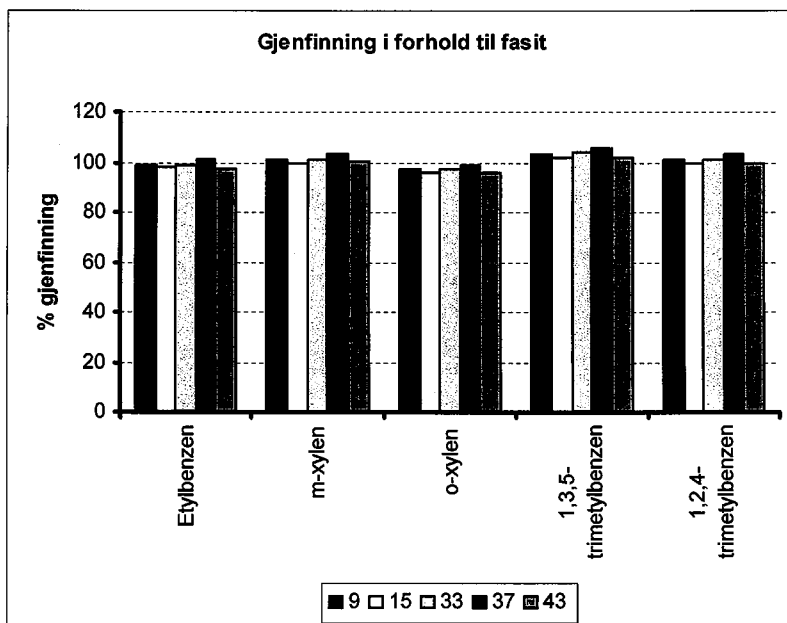
	Kval.kar:	Kvantitativ karakter		
		Kullrør	Dosim.	Alle
<b>H</b>	<b>B</b>	B	B	<b>B</b>



Kullrør. Laboratorium H.



Dosimetre. Laboratorium H.



**J Arbetshälsoinstitutet Kuopio**  
**Laboratoriets svar i µg**

	Nr.	Etyl- benzen	m-xylen	o-xylen	1,3,5- trimetyl- benzen	1,2,4- trimetyl- benzen
<b>Rör</b>	36	134	133	132	133	136
	38	127	126	125	127	129
	51	134	134	133	134	137
<b>Dosimetre</b>	16	92	94	91	84	87
	17	97	98	95	88	91
	18	93	95	92	85	88
	22	91	90	89	82	85
	35	93	92	92	85	88

**Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)**

	Nr.	Etyl- benzen	m-xylen	o-xylen	1,3,5- trimetyl- benzen	1,2,4- trimetyl- benzen	Luft- volum (liter)
<b>Rör</b>	36	93,1	92,4	91,7	92,4	94,4	1,44
	38	92,7	92,0	91,2	92,7	94,2	1,37
	51	91,8	91,8	91,1	91,8	93,8	1,46

**Beregnet gjenfinning (%).**

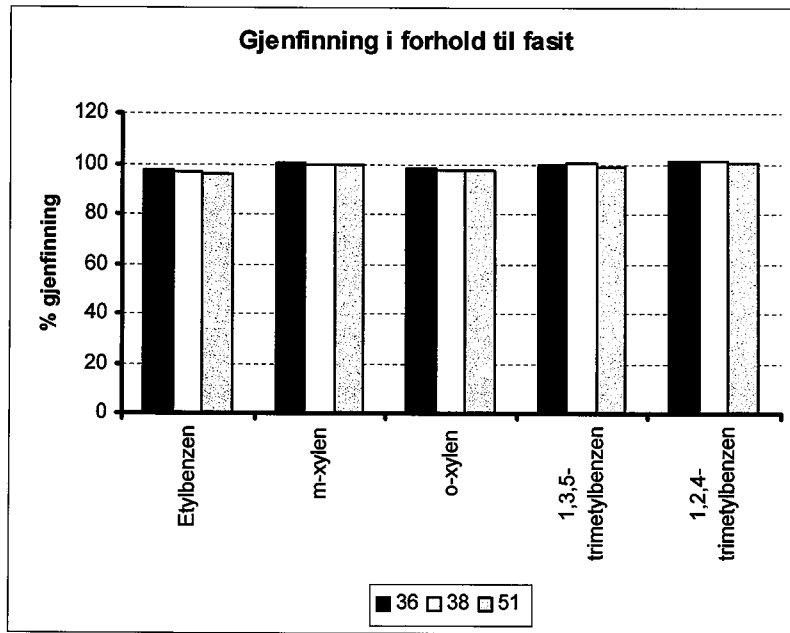
	Nr.	Etyl- benzen	m-xylen	o-xylen	1,3,5- trimetyl- benzen	1,2,4- trimetyl- benzen
	36	97,1	100	97,8	99,8	101
	38	96,7	100	97,3	100	101
	51	95,8	99,8	97,1	99,2	101
<b>Middelverdi</b>		<b>96,6</b>	<b>100</b>	<b>97,4</b>	<b>99,7</b>	<b>101</b>
<b>Avvik*</b>		<b>3,4</b>	<b>0,0</b>	<b>2,6</b>	<b>0,3</b>	<b>1,0</b>
	16	96,2	104	95,6	102	102
	17	101	109	100	107	106
	18	97,2	105	96,7	104	103
	22	95,2	100	93,5	100	99,4
	35	97,2	102	96,7	104	103
<b>Middelverdi</b>		<b>97,5</b>	<b>104</b>	<b>96,5</b>	<b>103</b>	<b>103</b>
<b>Avvik*</b>		<b>2,5</b>	<b>3,9</b>	<b>3,5</b>	<b>3,4</b>	<b>2,6</b>

\* % avvik i forhold til fasit

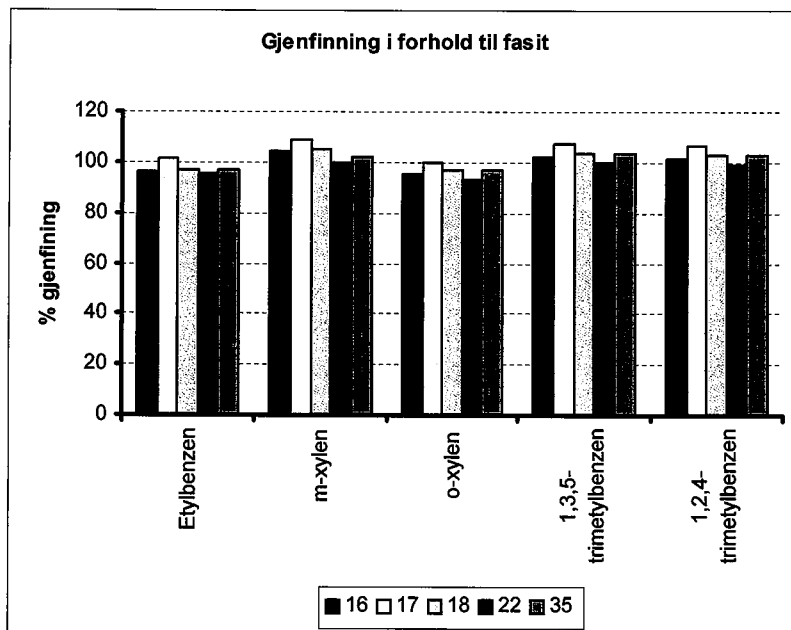
**Karakterer**

	Kvantitativ karakter			
	Kval.kar:	Kullrør	Dosim.	Alle
<b>J</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>B</b>

**Kullrør. Laboratorium J.**



**Dosimetre. Laboratorium J.**



N Intertek Westlab AS  
Laboratoriets svar i µg

	Nr.	Etyl- benzen	m-xylen	o-xylen	1,3,5- trimetyl- benzen	1,2,4- trimetyl- benzen
<b>Rør</b>	32	121	122	117	118	118
	34	112	113	109	112	112
	45	130	132	126	130	130
<b>Dosimetre</b>	6	96	95	90	84	83
	7	102	99	95	89	87
	11	93	96	89	84	82
	41	96	93	90	84	85
	47	96	93	90	84	83

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	Etyl- benzen	m-xylen	o-xylen	1,3,5- trimetyl- benzen	1,2,4- trimetyl- benzen	Luft- volum (liter)
<b>Rør</b>	32	85,2	85,9	82,4	83,1	83,1	1,42
	34	83,0	83,7	80,7	83,0	83,0	1,35
	45	85,5	86,8	82,9	85,5	85,5	1,52

Beregnet gjenfinning (%).

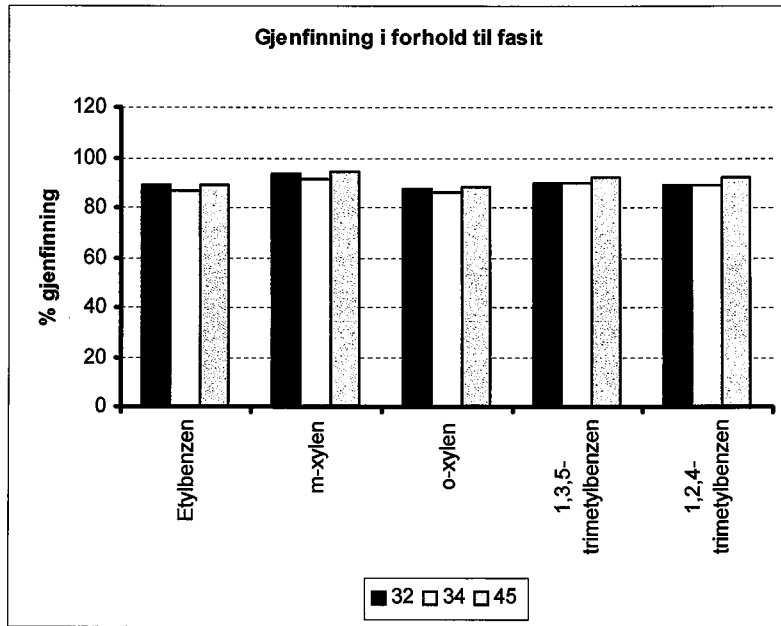
	Nr.	Etyl- benzen	m-xylen	o-xylen	1,3,5- trimetyl- benzen	1,2,4- trimetyl- benzen
	32	88,9	93,4	87,9	89,8	89,1
	34	86,6	91,0	86,1	89,7	89,0
	45	89,3	94,4	88,4	92,4	91,7
<b>Middelverdi</b>		<b>88,3</b>	<b>92,9</b>	<b>87,5</b>	<b>90,6</b>	<b>89,9</b>
<b>Avvik*</b>		<b>11,7</b>	<b>7,1</b>	<b>12,5</b>	<b>9,4</b>	<b>10,1</b>
	6	100	105	94,6	102	97,0
	7	107	110	100	109	102
	11	97,2	106	93,5	102	95,9
	41	100	103	94,6	102	99,4
	47	100	103	94,6	102	97,0
<b>Middelverdi</b>		<b>101</b>	<b>105</b>	<b>95,4</b>	<b>104</b>	<b>98,2</b>
<b>Avvik*</b>		<b>1,0</b>	<b>5,5</b>	<b>4,6</b>	<b>3,7</b>	<b>1,8</b>

\* % avvik i forhold til fasit

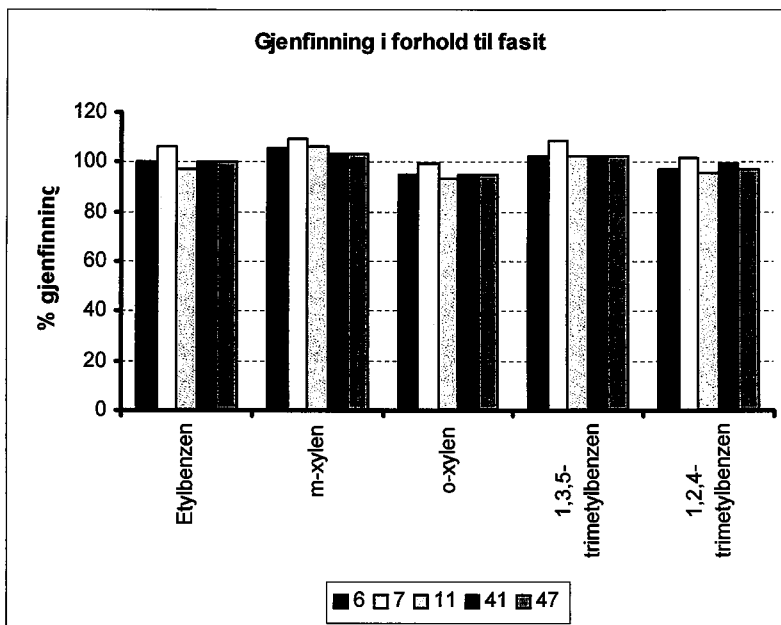
Karakterer

	Kval.kar:	Kvantitativ karakter		
		Kullrør	Dosim.	Alle
N	B	A	B	A

**Kullrør. Laboratorium N.**



**Dosimetre. Laboratorium N.**



**R Sahlgrenska Universitetssjukhus, Göteborg**  
**Laboratoriets svar i µg**

	Nr.	Etyl- benzen	m-xylen	o-xylen	1,3,5- trimetyl- benzen	1,2,4- trimetyl- benzen
<b>Rør</b>	20	133,2	128,0	127,0	129,5	127,7
	27	130,6	126,2	124,8	126,1	124,3
	55	131,5	127,0	125,9	128,5	126,7
<b>Dosimetre</b>	8	95,4	90,8	89,7	85,1	84,3
	12	96,9	92,1	90,9	86,3	85,5
	26	95,5	91,2	89,6	85,4	84,5
	29	96,6	91,8	90,4	86,3	85,7
	44	95,3	90,9	89,4	85,2	84,4

**Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)**

	Nr.	Etyl- benzen	m-xylen	o-xylen	1,3,5- trimetyl- benzen	1,2,4- trimetyl- benzen	Luft- volum (liter)
<b>Rør</b>	20	93,1	89,5	88,8	90,6	89,3	1,43
	27	94,0	90,8	89,8	90,7	89,4	1,39
	55	93,9	90,7	89,9	91,8	90,5	1,40

**Beregnet gjenfinning (%).**

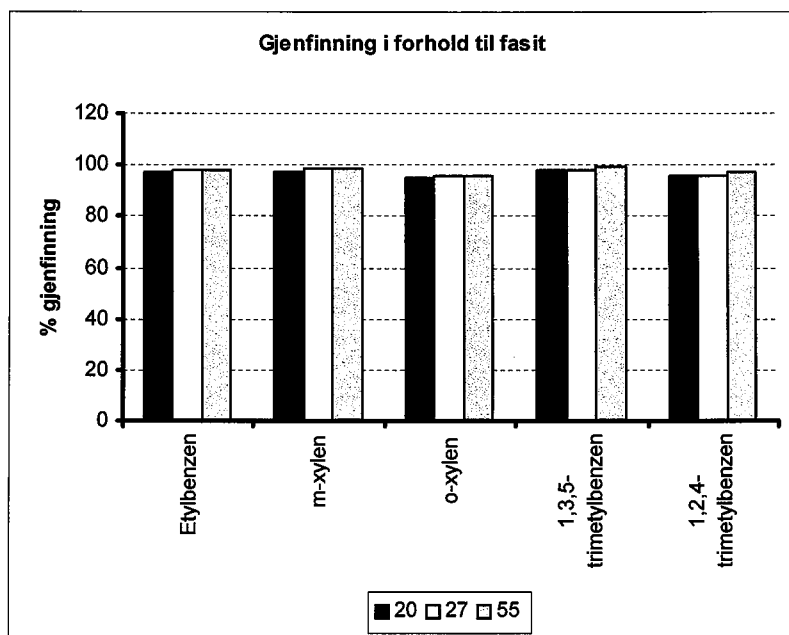
	Nr.	Etyl- benzen	m-xylen	o-xylen	1,3,5- trimetyl- benzen	1,2,4- trimetyl- benzen
	20	97,2	97,3	94,7	97,9	95,8
	27	98,1	98,7	95,7	98,0	95,9
	55	98,0	98,6	95,9	99,2	97,1
<b>Middelverdi</b>		<b>97,8</b>	<b>98,2</b>	<b>95,4</b>	<b>98,4</b>	<b>96,3</b>
<b>Avvik*</b>		<b>2,2</b>	<b>1,8</b>	<b>4,6</b>	<b>1,6</b>	<b>3,7</b>
	8	100	101	94,2	104	98,5
	12	101	102	95,5	105	100
	26	100	101	94,1	104	98,8
	29	101	102	95,0	105	100
	44	100	101	93,9	104	98,7
<b>Middelverdi</b>		<b>100</b>	<b>101</b>	<b>94,6</b>	<b>104</b>	<b>99,2</b>
<b>Avvik*</b>		<b>0,3</b>	<b>1,2</b>	<b>5,4</b>	<b>4,5</b>	<b>0,8</b>

\* % avvik i forhold til fasit

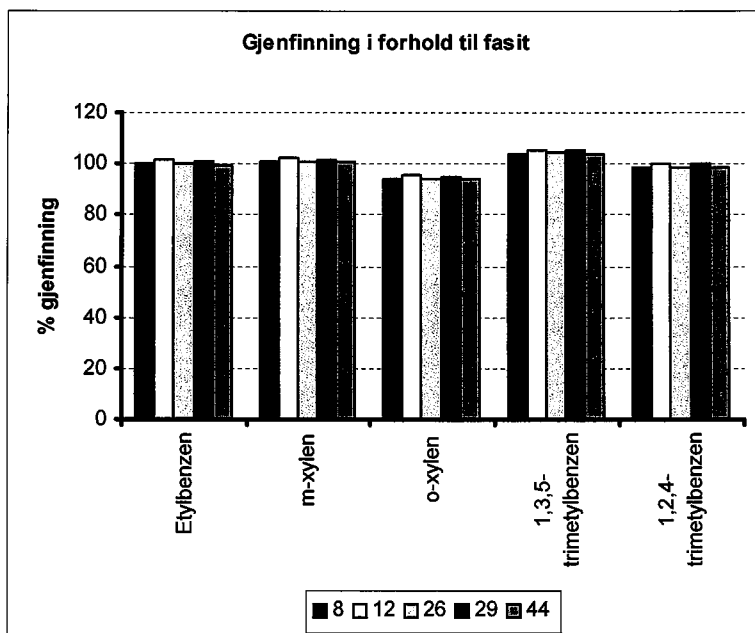
**Karakterer**

<b>R</b>	<b>Kval.kar:</b>	<b>Kvantitativ karakter</b>		
		<b>Kullrør</b>	<b>Dosim.</b>	<b>Alle</b>
<b>B</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>B</b>

**Kullrør. Laboratorium R.**



**Dosimetre. Laboratorium R.**



**U Arbetshälsoinstitutet Tampere**  
**Laboratoriets svar i µg**

	Nr.	Etyl- benzen	m-xylen	o-xylen	1,3,5- trimetyl- benzen	1,2,4- trimetyl- benzen
<b>Rør</b>	35	120	119	119	116	117
	39	119	118	118	115	116
	48	123	122	122	119	120
<b>Dosimetre</b>	30	97	102	98	87	86
	31	96	101	98	87	86
	39	95	98	95	83	83
	49	98	102	99	87	86
	50	96	101	97	86	85

**Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)**

	Nr.	Etyl- benzen	m-xylen	o-xylen	1,3,5- trimetyl- benzen	1,2,4- trimetyl- benzen	Luft- volum (liter)
<b>Rør</b>	35	91,6	90,8	90,8	88,5	89,3	1,31
	39	91,5	90,8	90,8	88,5	89,2	1,30
	48	90,4	89,7	89,7	87,5	88,2	1,36

**Beregnet gjenfinning (%).**

	Nr.	Etyl- benzen	m-xylen	o-xylen	1,3,5- trimetyl- benzen	1,2,4- trimetyl- benzen
	35	95,6	98,7	96,9	95,7	95,8
	39	95,5	98,7	96,8	95,6	95,7
	48	94,4	97,5	95,7	94,6	94,6
<b>Middelverdi</b>		<b>95,2</b>	<b>98,3</b>	<b>96,4</b>	<b>95,3</b>	<b>95,4</b>
<b>Avvik*</b>		<b>4,8</b>	<b>1,7</b>	<b>3,6</b>	<b>4,7</b>	<b>4,6</b>
	30	101	113	103	106	101
	31	100	112	103	106	101
	39	99,3	109	100	101	97,0
	49	102	113	104	106	101
	50	100	112	102	105	99,4
<b>Middelverdi</b>		<b>101</b>	<b>112</b>	<b>102</b>	<b>105</b>	<b>100</b>
<b>Avvik*</b>		<b>0,8</b>	<b>11,7</b>	<b>2,3</b>	<b>4,9</b>	<b>0,4</b>

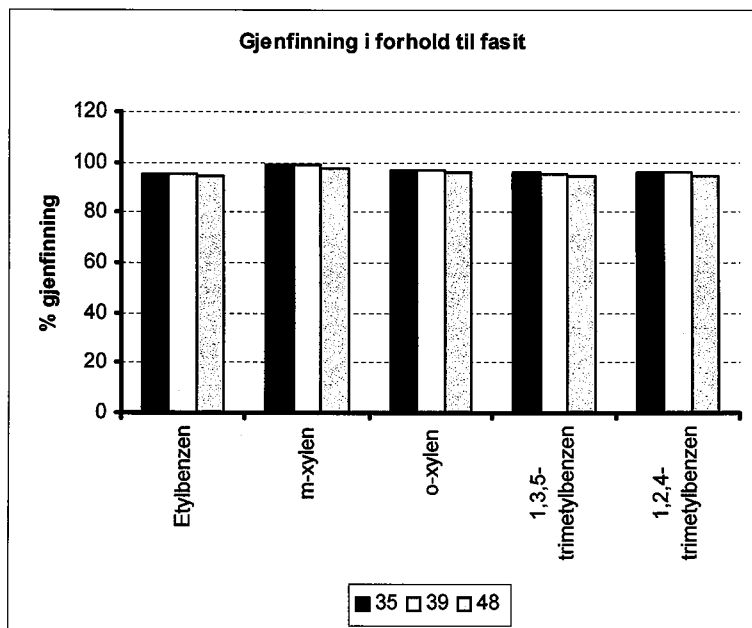
\* % avvik i forhold til fasit

**Karakterer**

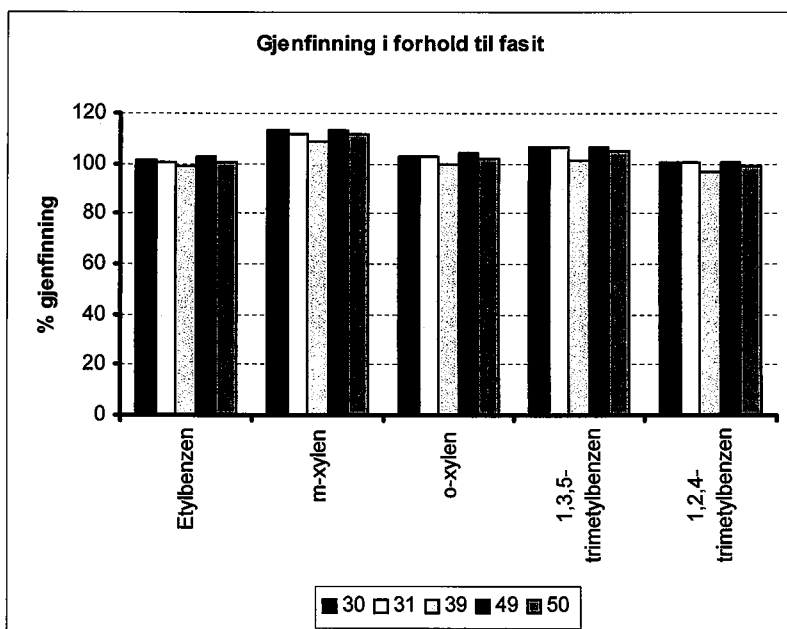
	Kval.kar:	Kvantitativ karakter		
		Kullrør	Dosim.	Alle
<b>U</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>B</b>



Kullrør. Laboratorium U.



Dosimetre. Laboratorium U.



**X Dynea**  
Laboratoriets svar i µg

	Nr.	Etyl- benzen	m-xylen	o-xylen	1,3,5- trimetyl- benzen	1,2,4- trimetyl- benzen
<b>Rør</b>	37	151,2	149,4	149,2	148,7	149,0
	46	133,1	131,4	131,7	130,4	130,8
	50	122,0	120,5	120,4	119,6	119,7
<b>Dosimetre</b>	2	94,2	91,7	91,9	83,2	83,6
	28	94,4	92,0	92,2	84,1	84,7
	36	95,8	93,4	93,9	85,3	86,3
	42	96,2	93,8	94,2	85,8	86,5
	53	95,1	92,7	92,9	84,6	85,3

**Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)**

	Nr.	Etyl- benzen	m-xylen	o-xylen	1,3,5- trimetyl- benzen	1,2,4- trimetyl- benzen	Luft- volum (liter)
<b>Rør</b>	37	95,7	94,6	94,4	94,1	94,3	1,58
	46	94,4	93,2	93,4	92,5	92,8	1,41
	50	93,8	92,7	92,6	92,0	92,1	1,30

**Beregnet gjenfinning (%).**

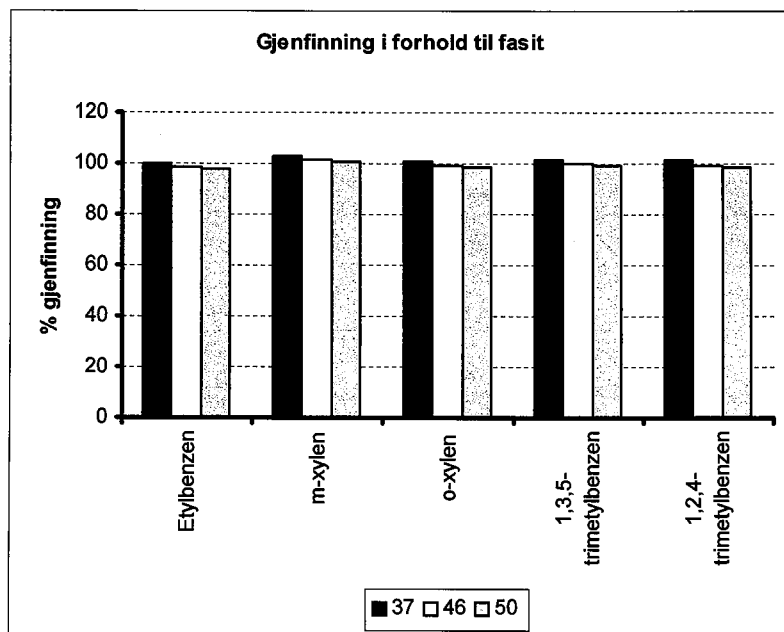
	Nr.	Etyl- benzen	m-xylen	o-xylen	1,3,5- trimetyl- benzen	1,2,4- trimetyl- benzen
	37	99,9	103	101	102	101
	46	98,5	101	99,6	99,9	99,5
	50	97,9	101	98,8	99,4	98,8
<b>Middelverdi</b>		<b>98,8</b>	<b>102</b>	<b>99,7</b>	<b>100</b>	<b>99,8</b>
<b>Avvik*</b>		<b>1,2</b>	<b>1,6</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>	<b>0,2</b>
	2	98,5	102	96,6	101	97,7
	28	98,7	102	96,9	103	99,0
	36	100	104	98,7	104	101
	42	101	104	99,0	105	101
	53	99,4	103	97,6	103	100
<b>Middelverdi</b>		<b>99,5</b>	<b>103</b>	<b>97,7</b>	<b>103</b>	<b>100</b>
<b>Avvik*</b>		<b>0,5</b>	<b>2,7</b>	<b>2,3</b>	<b>3,2</b>	<b>0,3</b>

\* % avvik i forhold til fasit

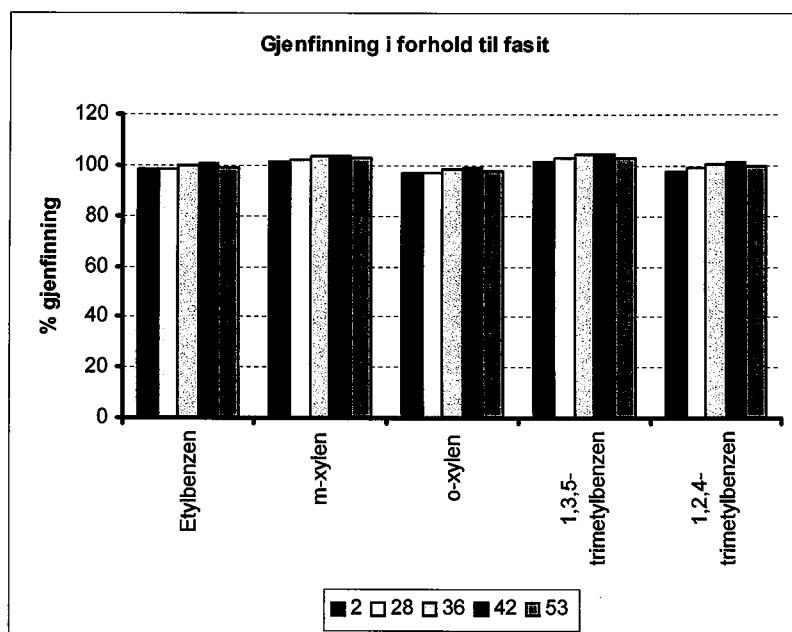
**Karakterer**

	Kval.kar:	Kvantitativ karakter		
		Kullrør	Dosim.	Alle
<b>X</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>B</b>

**Kullrør. Laboratorium X.**



**Dosimetre. Laboratorium X.**



## VEDLEGG 2

RESULTATER FRA HOMOGENITETSTESTEN AV KULLRØR OG BESTEMMELSE  
AV REFERANSEVERDIER FOR DIFFUSJONSPRØVETAKERE UTFØRT VED  
STATENS ARBEIDSMILJØINSTITUTT.

**Verifisering av referanseverdier og testing av homogenitet av 10 tilfeldig valgte kullrør ved sammenliknende laboratorieprøving 39 utført ved Statens arbeidsmiljøinstitutt.**

**Analysebetingelser:**

Desorpsjonsmiddel: : CS<sub>2</sub> med 2% DMF  
 Kromatograf: Agilent 6890 N med autosampler Agilent 7683  
 Kolonne: TCEP 50 m x 0,25 mm, df 0,40 µm  
 Temp.-progr.: 35 °C i 10 min. 4°C/min, 100°C i 10 min.

**Tabell 1**  
 Konsentrasjon i µg/l

Rør nr.	Etylbenzen	m-xylen	o-xylen	1,3,5-trimetyl- benzen	1,2,4-trimetyl- benzen
11	96,0	91,5	94,1	93,5	92,2
12	94,3	92,1	91,2	89,4	92,8
14	95,2	90,1	94,8	94,0	92,4
18	94,6	88,4	91,7	89,7	88,4
25	93,1	89,0	91,7	90,1	88,3
28	96,2	93,4	95,6	92,4	89,6
42	93,1	88,7	92,6	92,1	91,2
47	95,9	88,3	90,8	88,6	88,5
57	97,9	91,7	92,9	91,4	90,0
58	96,1	91,7	95,6	93,9	92,1

**Tabell 2**  
 % gjenfinning

Rør nr.	Etylbenzen	m-xylen	o-xylen	1,3,5-trimetyl- benzen	1,2,4-trimetyl- benzen
11	100	99,4	100	101	98,8
12	98,5	100	97,3	96,7	99,5
14	99,4	98,0	101	102	99,1
18	98,7	96,1	97,8	97,0	94,8
25	97,1	96,7	97,8	97,4	94,7
28	100	101	102	100	96,1
42	97,1	96,4	98,7	99,6	97,9
47	100	96,0	96,9	95,8	94,9
57	102	99,7	99,1	98,7	96,5
58	100	99,7	102	101	98,8
<b>Middel</b>	<b>99,4</b>	<b>98,4</b>	<b>99,3</b>	<b>98,9</b>	<b>97,1</b>
<b>Stdav</b>	<b>1,6</b>	<b>2,0</b>	<b>1,9</b>	<b>2,1</b>	<b>1,9</b>

**Bestemmelse av referanseverdier for diffusjonsprøvetakerne ved sammenliknende laboratorieprøving 39 utført ved Statens arbeidsmiljøinstitutt.**

**Analysebetingelser:**

Desorpsjonsmiddel: : CS<sub>2</sub> med 2% DMF

Kromatograf: Agilent 6890 N med autosampler Agilent 7683

Kolonne: TCEP 50 m x 0,25 mm, df 0,40 µm

Temp.-progr.: 35 °C i 10 min. 4°C/min, 100°C i 10 min.

**Tabell 3**  
Konsentrasjon i µg/prøve

Dos nr.	Etylbenzen	m-xylen	o-xylen	1,3,5-trimetyl- benzen	1,2,4-trimetyl- benzen
3	94,0	91,6	98,7	84,9	86,3
5	95,3	90,5	94,6	80,0	83,4
14	94,4	88,4	95,8	80,6	85,3
24	97,6	90,2	93,2	80,3	85,8
32	97,3	92,4	97,5	84,1	89,1
34	94,5	91,2	94,9	80,8	85,3
38	94,9	88,4	94,8	80,2	84,6
45	96,5	86,9	93,1	82,2	84,2
51	96,0	91,8	96,5	84,6	87,8
52	95,8	90,9	92,7	82,1	83,6
<b>Middel</b>	<b>95,6</b>	<b>90,2</b>	<b>95,2</b>	<b>82,0</b>	<b>85,5</b>
<b>Rel. Stdav.</b>	<b>1,3</b>	<b>2,0</b>	<b>2,0</b>	<b>2,4</b>	<b>2,1</b>