

Kvalitetssikring av arbeidsmiljøanalyser. Sammenliknende laboratorieprøvinger. Runde 40. Løsemidler.

Forfatter: Merete Hersson

Prosjektleder: Merete Hersson

Dato: 25.06.2007

STAMI-rapport Årg. 8, nr. 5 (2007)

ISSN: 1502-0932



Statens
arbeidsmiljøinstitutt
Arkivseksemplar
Ikke til utsendelse

Sammendrag:

To finske, ett svensk og fire norske laboratorier mottok prøver i denne runden (nr. 40) 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 trikloretylen, toluen, n-butylacetat, n-undekan og n-propanol. 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 laboratoriene leverte svar. Tre av disse har bare påvist fire av de fem komponentene, og har derfor ikke fått sine resultater akseptert etter de oppsatte kriterier. Av de resterende fire laboratoriene er det ett som ikke får godkjent den kvantitative bestemmelsen. Dermed er det bare tre laboratorier som får resultatene godkjent, ett av dem med "karakteren" "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.....	4
4. PREPARERING AV PRØVENE.....	4
4.1 Kullrør.....	4
4.2 Diffusjonsprøvetakere (dosimetre).....	5
5. ANALYSEBETINGELSER.....	5
6. REFERANSEVERDIER.....	6
7. VURDERINGSKRITERIER.....	7
7.1 Vurdering av den kvalitative bestemmelsen.....	8
7.2 Vurdering av den kvantitative bestemmelsen.....	8
7.3 Totalvurdering av analyseresultatene.....	9
8. RESULTATER.....	9
VEDLEGG 1. RESULTATTABELLER OG FIGURER.....	14
VEDLEGG 2. RESULTATER FRA HOMOGENITETSTESTEN AV KULLRØR OG BESTEMMELSE AV REFERANSEVERDIER FOR DIFFUSJONS- PRØVETAKERE.....	29

SAMMENDRAG

To 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 trikloretylen, toluen, n-butylacetat, n-undekan og n-propanol. 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 leverte svar. Tre av disse har bare påvist fire av de fem komponentene, og har derfor ikke fått sine resultater akseptert etter de oppsatte kriterier. Av de resterende fire laboratoriene er det ett som ikke får godkjent den kvantitative bestemmelsen. Dermed er det bare tre laboratorier som får resultatene godkjent, ett av dem med ”karakteren” ”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 25. april 2007 med svarfrist 4. juni 2007 til:

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

F: J&J Analyser ANS, Øresland, 4770 Høvåg.

H: Arbetshälsoinstitutet, Helsingfors Regionbyrå, Arinatie 3A, SF-00370
Helsingfors, 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 trikloretylen, toluen, n-butylacetat, n-undekan og n-propanol. 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 strømmes 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 kullrørprøvene. 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	40 – 220	CS ₂	2,0 ml	2,0 ml	X			X
	VF5ms, 25m x 0,25mm, 0,4 µm	35 - 230							
F	Rtx-Wax, 30 m x 0,32 mm, 0,5µm	60 - 120	CS ₂	2,0 ml	2,0 ml	X		X(1)	
	Rtx-1, 30 m x 0,32 mm, 1µm								
H	NB-20M 25 m x 0,32 mm 1,0 µm	40 – 200	CS ₂ + 1% 2-propanol	1,0 ml	1,0 ml	X		X(2)	
	HP-5 25 m x 0,32 mm 1,05 µm								
N	20% SP-2100 + 0.1% CW1500	50 – 175	CS ₂	2,0 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 ₂ + DMF	2,0 ml	2,0 ml		X	X(3)	
U	HP-5, 30 m x 0,32 mm, 1 µm	34 - 200	CS ₂	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 0,25 µm	35 - 300	CS ₂ + 2% DMF	1,0 ml	3,0 ml	X		X(4)	

(1) Etylbenzen (2) 1-kloroktan (3) Pentran (metoksyfluran) (4) Klorbenzen

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 kullrør 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.

	Toluen	Trikløretylen	n-undekan	n-butylacetat	n-propanol
Kullrør ($\mu\text{g/l}$)	92,8	146	78,6	93,5	82,1
Dosimetre ($\mu\text{g/prøve}$)	98,3	151	54,8	85,4	121

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 total karakteren BRA
- Èn 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, men bare 3 har påvist alle de aktuelle komponentene. I henhold til de oppsatte kriteriene er dette en forutsetning for å få den kvalitative bestemmelsen godkjent.

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 tre av laboratoriene får resultatene fra den kvantitative bestemmelsen akseptert, og ett 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.

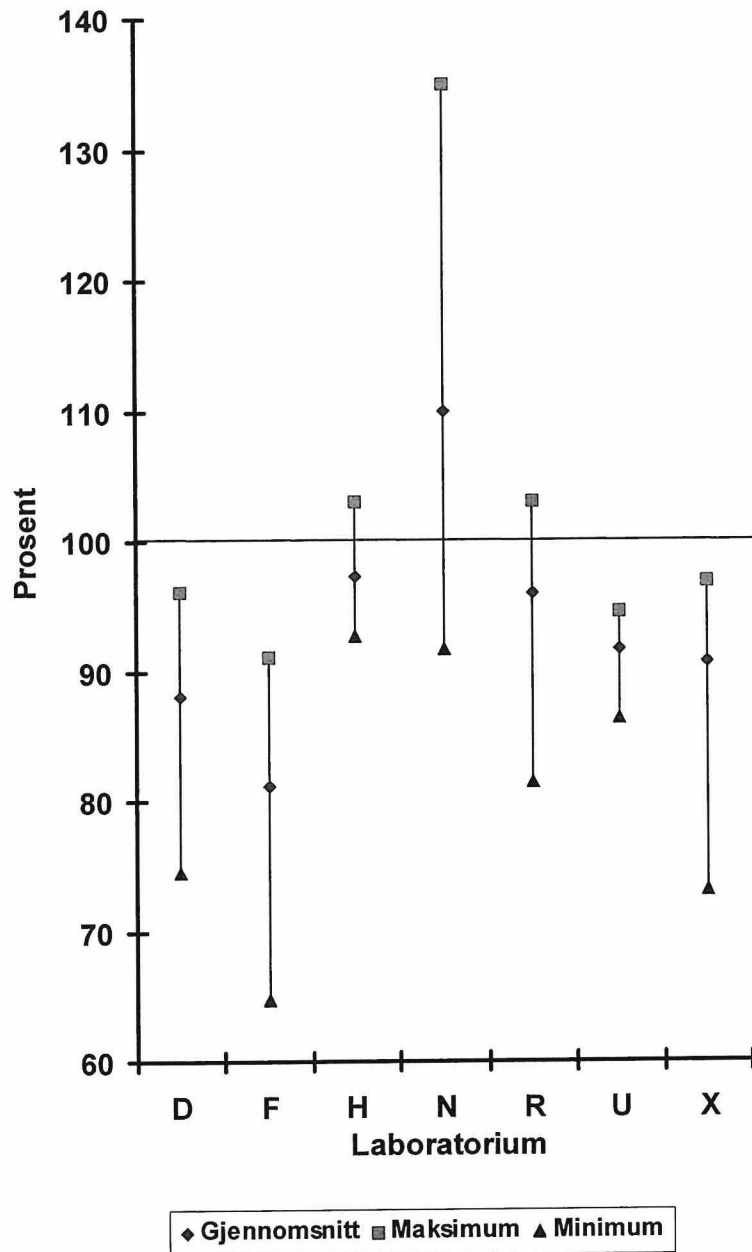
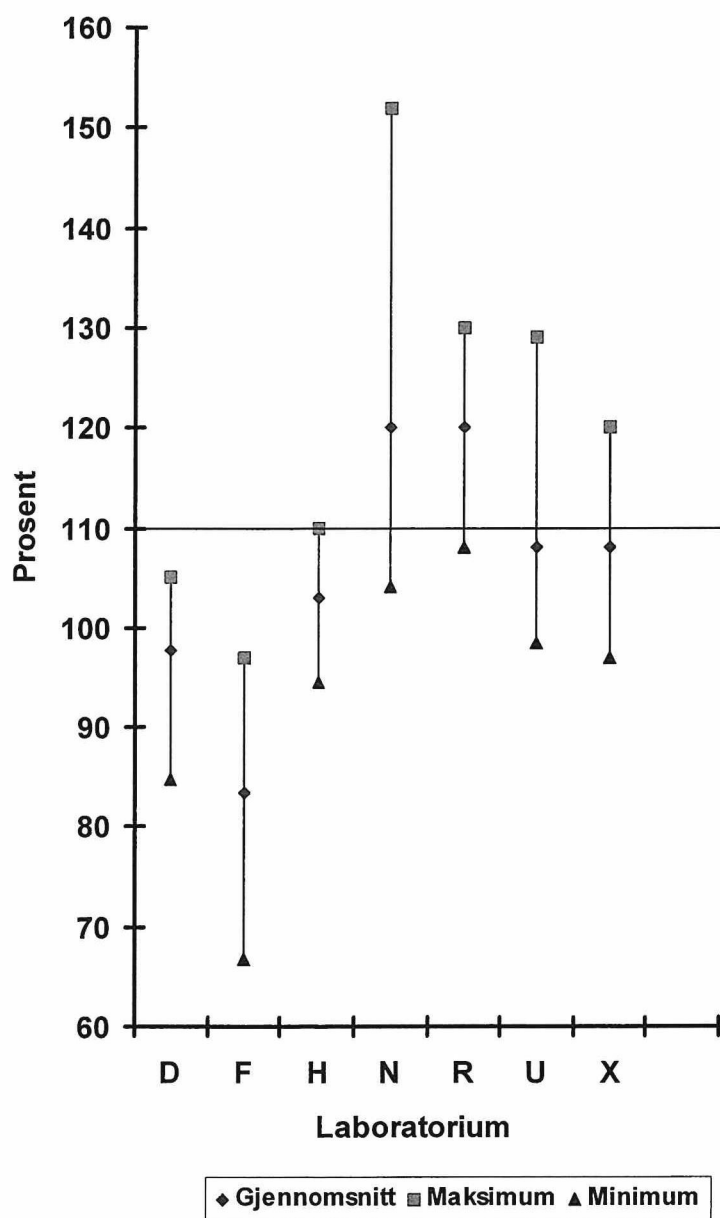


Fig. 8.2
Gjennomsnittlig gjenfinning i forhold til fasit.
Dosimetre.



Tabell 8.1 angir karakterer for alle laboratoriene fra denne prøverunden.

Tabell 8.1. Beregnede karakterer.

Lab.	Kvalitativ karakter	Kvantitativ karakter	Total karakter
D	B	A	A
F	B	I	I
H	B	B	B
N	I	A	I
R	I	I	I
U	B	A	A
X	I	A	I

* Besvarelse ikke levert

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 deltakende 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. 39 og 40). 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.

KARAKTER			
LAB.	RUNDE 39	RUNDE 40	GJELDENDE
D	B	A	A
F	A	I	A
H	B	B	B
J	B	*	
N	A	I	A
R	B	I	A
U	B	A	A
X	B	I	A

A = akseptabelt B = bra I = ikke akseptabelt

* Laboratoriet utfører ikke lenger denne typen analyser.

VEDLEGG 1.

RESULTATTABELLER OG FIGURER

D X-LAB
Laboratoriets svar i µg

	Nr.	Toluen	Triklloretylen	n-undekan	n-butylacetat	n-propanol
Rør	6	112,41	173,99	82,45	110,47	84,61
	8	124,51	190,10	94,89	122,53	105,56
	26	125,73	194,12	96,56	115,37	97,88
Dosimetre	5	98,28	151,12	51,51	87,48	109,63
	26	94,02	144,68	49,21	83,50	103,02
	30	97,56	148,66	52,92	86,55	109,88
	39	101,01	153,12	54,20	89,33	118,65
	44	98,7	151,41	54,58	86,97	116,91

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	Toluen	Triklloretylen	n-undekan	n-butylacetat	n-propanol	Luftvolum liter
Rør	6	81,5	126	59,7	80,1	61,3	1,38
	8	88,9	136	67,8	87,5	75,4	1,40
	26	89,2	138	68,5	81,8	69,4	1,41

Beregnet gjenfinning (%)

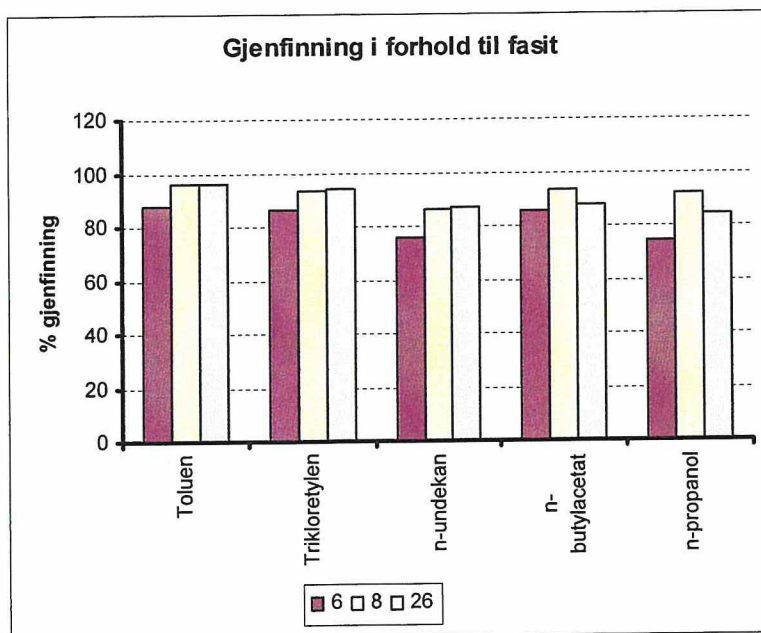
	Nr.	Toluen	Triklloretylen	n-undekan	n-butylacetat	n-propanol
	6	87,8	86,4	76,0	85,6	74,6
	8	95,8	93,0	86,3	93,6	91,8
	26	96,1	94,3	87,1	87,5	84,5
Middelverdi		93,2	91,2	83,1	88,9	83,7
Avvik*		6,8	8,8	16,9	11,1	16,3
	5	100	100	94,0	102	90,2
	26	95,6	95,9	89,8	97,8	84,8
	30	99,2	98,5	96,5	101	90,4
	39	103	101	98,9	105	97,7
	44	100	100	99,6	102	96,2
Middelverdi		99,6	99,3	95,7	102	91,9
Avvik*		0,4	0,7	4,3	1,6	8,1

* % avvik i forhold til fasit

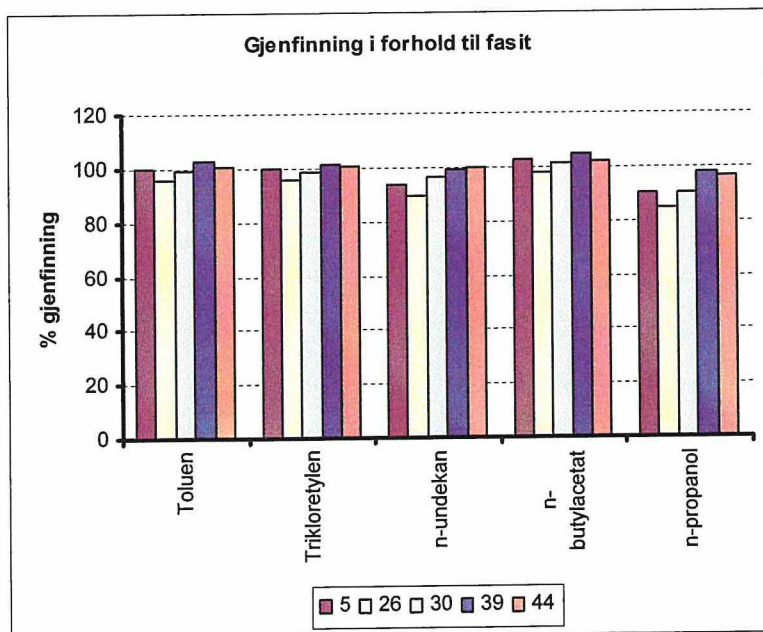
Karakterer

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

Kullrør. Laboratorium D.



Dosimetre. Laboratorium D.



F J&J Analyser ANS
Laboratoriets svar i µg

	Nr.	Toluen	Triklloretylen	n-undekan	n-butylacetat	n-propanol
Rør	2	115,0	183,8	93,5	99,6	77,9
	14	121,0	190,7	99,0	107,3	80,7
	24	110,0	180,8	90,2	95,8	72,3
Dosimetre	8	90,1	140,6	50,2	66,7	84,8
	34	84,5	131,5	46,3	61,3	81,1
	40	92,0	146,3	49,5	65,9	86,9
	45	89,1	141,0	48,9	66,2	84,5
	52	87,8	137,5	48,1	65,0	83,6

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	Toluen	Triklloretylen	n-undekan	n-butylacetat	n-propanol	Luftvolum liter
Rør	2	82,1	131	66,8	71,1	55,6	1,40
	14	82,3	130	67,3	73,0	54,9	1,47
	24	80,9	133	66,3	70,4	53,2	1,36

Beregnet gjenfinning (%).

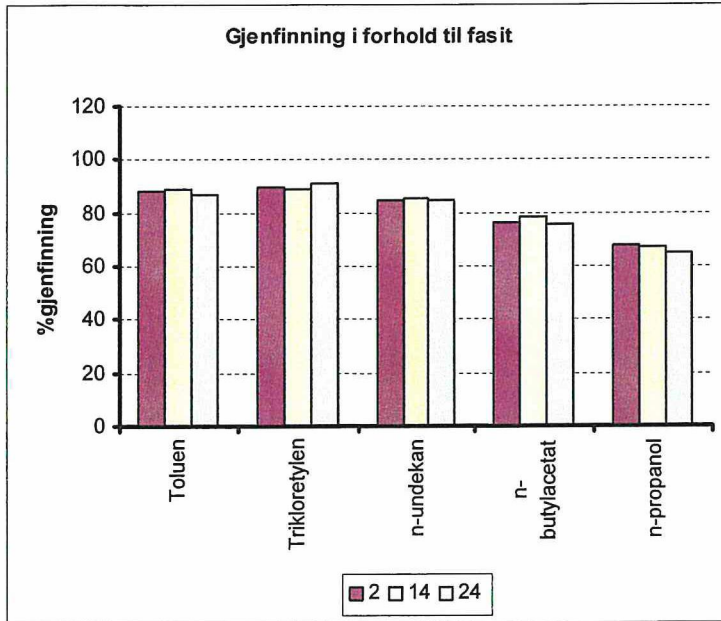
	Nr.	Toluen	Triklloretylen	n-undekan	n-butylacetat	n-propanol
	2	88,5	89,9	85,0	76,1	67,7
	14	88,7	88,9	85,7	78,1	66,8
	24	87,2	91,1	84,4	75,3	64,7
Middelverdi		88,1	90,0	85,0	76,5	66,4
Avvik*		11,9	10,0	15,0	23,5	33,6
	8	91,6	93,2	91,6	78,1	69,8
	34	85,9	87,2	84,5	71,8	66,8
	40	93,6	97,0	90,3	77,2	71,5
	45	90,6	93,5	89,2	77,5	69,6
	52	89,3	91,1	87,7	76,1	68,8
Middelverdi		90,2	92,4	88,7	76,2	69,3
Avvik*		9,8	7,6	11,3	23,8	30,7

* % avvik i forhold til fasit

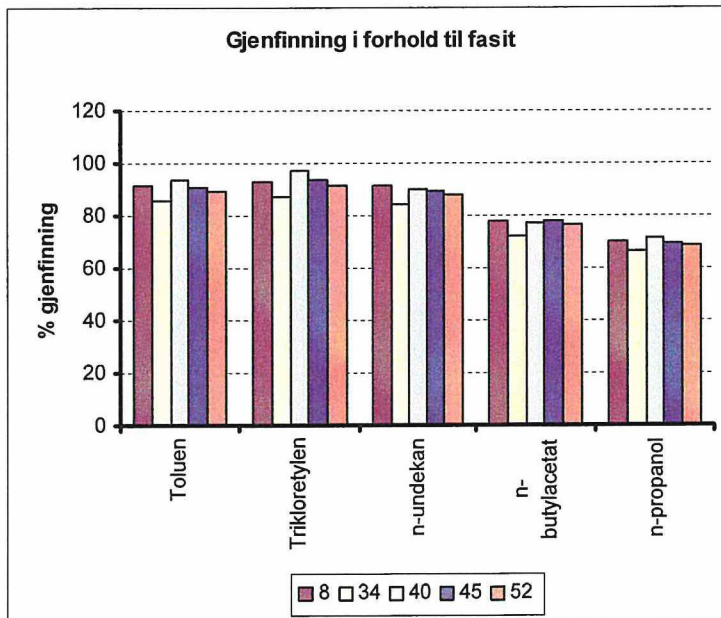
Karakterer

	Kval.kar:	Kvantitativ karakter		
		Kullrør	Dosim.	Alle
F	B	I	I	I

Kullrør. Laboratorium F.



Dosimetre. Laboratorium F.



H Arbetshälsoinstitutet, Helsingfors Regionbyrå
Laboratoriets svar i µg

	Nr.	Toluen	Triklöretylen	n-undekan	n-butylacetat	n-propanol
Rör	7	127,6	200,2	105,4	125,9	118,6
	17	128,6	202,4	104,1	126,4	116,5
	32	127,9	201,0	105,3	126,2	119,6
Dosimetre	12	107,0	166,0	58,6	91,9	129,1
	23	98,2	152,9	52,3	85,4	114,9
	25	99,8	155,4	53,9	86,4	118,0
	32	104,2	161,7	57,3	89,4	123,4
	51	105,2	164,5	57,3	90,9	124,7

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	Toluen	Triklöretylen	n-undekan	n-butylacetat	n-propanol	Luftvolum liter
Rör	7	91,1	143	75,3	89,9	84,7	1,40
	17	89,9	142	72,8	88,4	81,5	1,43
	32	90,1	142	74,2	88,9	84,2	1,42

Beregnet gjenvinning (%).

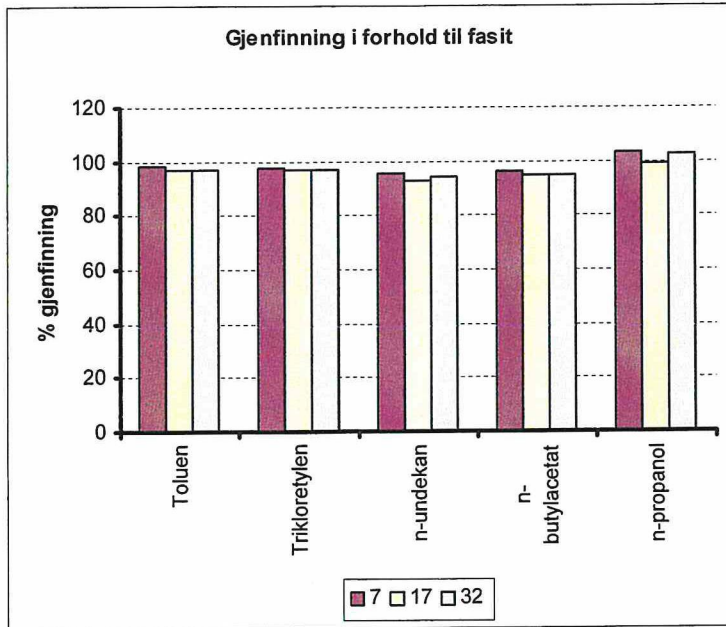
	Nr.	Toluen	Triklöretylen	n-undekan	n-butylacetat	n-propanol
	7	98,2	98,0	95,8	96,2	103
	17	96,9	97,0	92,6	94,5	99,2
	32	97,1	97,0	94,4	95,1	103
Middelverdi		97,4	97,3	94,3	95,3	102
Avvik*		2,6	2,7	5,7	4,7	1,6
	12	109	110	107	108	106
	23	99,9	101	95,4	100	94,6
	25	102	103	98,3	101	97,1
	32	106	107	105	105	102
	51	107	109	105	106	103
Middelverdi		105	106	102	104	100
Avvik*		4,6	6,1	1,9	4,0	0,4

* % avvik i forhold til fasit

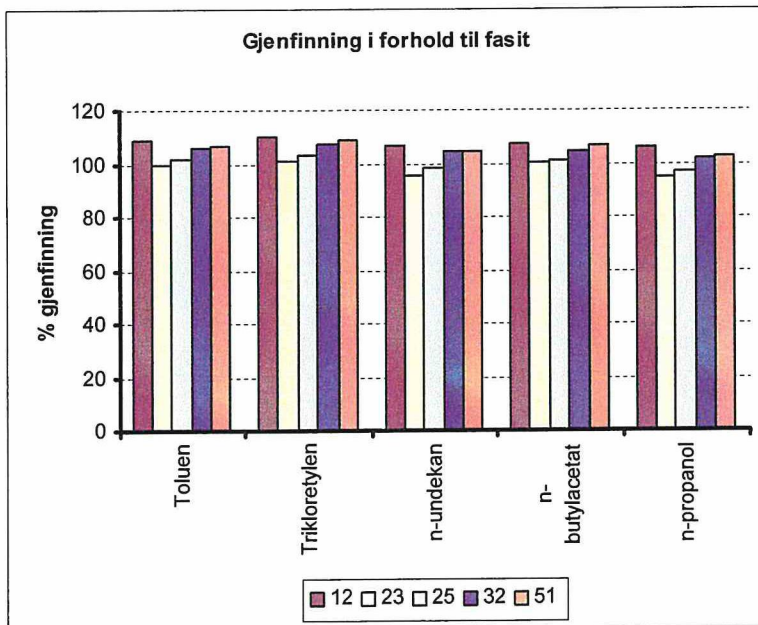
Karakterer

	Kval.kar:	Kvantitativ karakter		
		Kullrør	Dosim.	Alle
H	B	B	B	B

Kullrør. Laboratorium H.



Dosimetre. Laboratorium H.



N Intertek Westlab AS
Laboratoriets svar i µg

	Nr.	Toluen	Trikløretylen	n-undekan	n-butylacetat	n-propanol
Rør	15	138	271	116	144	
	25	134	273	114	128	
	30	126	261	107	120	
Dosimetre	6	111	215	63	94	
	10	114	230	66	99	
	29					
	41	108	215	61	95	
	53	104	207	59	89	

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	Toluen	Trikløretylen	n-undekan	n-butylacetat	n-propanol	Luftvolum liter
Rør	15	100	196	84,1	104		1,38
	25	96,4	196	82,0	92,1		1,39
	30	90,0	186	76,4	85,7		1,40

Beregnet gjenfinning (%).

	Nr.	Toluen	Trikløretylen	n-undekan	n-butylacetat	n-propanol
	15	108	135	107	112	
	25	104	135	104	98,5	
	30	97,0	128	97,3	91,7	
Middelverdi		103	132	103	101	
Avvik*		2,9	32,3	2,9	0,6	
	6	113	143	115	110	
	10	116	152	120	116	
	29**					
	41	110	143	111	111	
	53	106	137	108	104	
Middelverdi		111	144	114	110	
Avvik*		11,1	43,7	13,6	10,4	

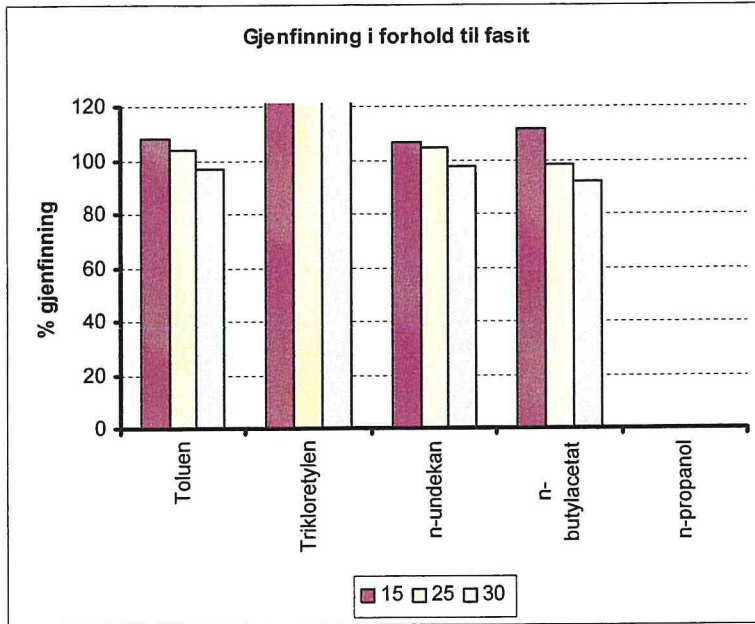
* % avvik i forhold til fasit

**Resultater for prøve 29 mangler pga et uhell på laboratoriet

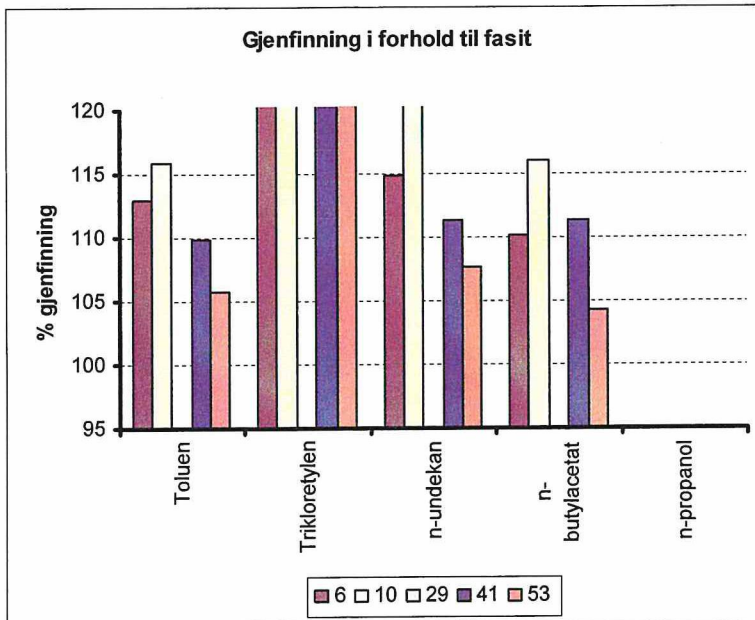
Karakterer

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

Kullrør. Laboratorium N.



Dosimetre. Laboratorium N.



R Sahlgrenska Universitetssjukhus, Göteborg
Laboratoriets svar i µg

	Nr.	Toluen	Triklöretylen	n-undekan	n-butylacetat	n-propanol
Rør	1	139,4	173,6	116,1	135,8	
	20	134,3	173,1	111,0	130,2	
	39	122,0	173,9	100,4	117,5	
Dosimetre	14	128,2	189,3	69,2	98,8	
	17	119,2	190,9	71,1	101,1	
	20	118,1	189,5	63,1	93,6	
	22	113,1	189,1	62,6	92,2	
	46	116,3	190,6	64,2	92,9	

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	Toluen	Triklöretylen	n-undekan	n-butylacetat	n-propanol	Luftvolum liter
Rør	1	95,5	119	79,5	93,0		1,46
	20	93,9	121	77,6	91,0		1,43
	39	93,8	134	77,2	90,4		1,30

Beregnet gjennfinning (%).

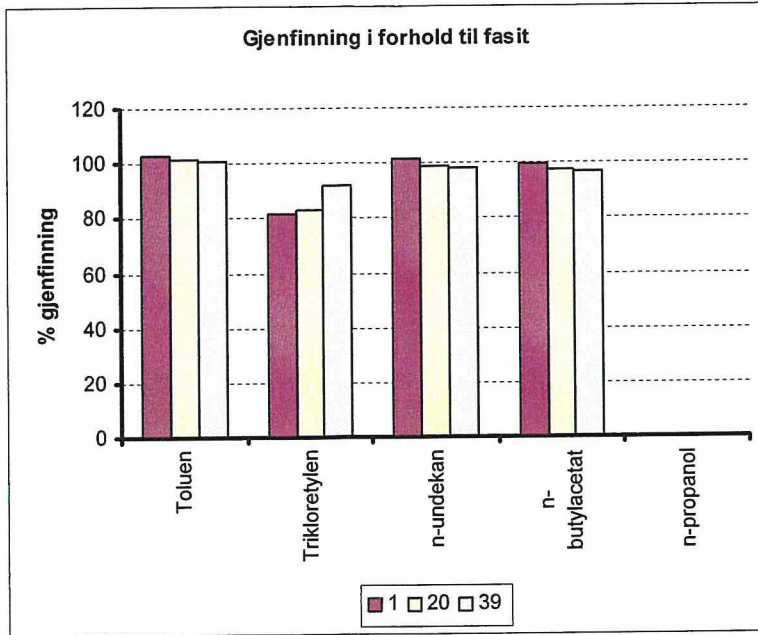
	Nr.	Toluen	Triklöretylen	n-undekan	n-butylacetat	n-propanol
	1	103	81,5	101	99,5	
	20	101	82,9	98,8	97,4	
	39	101	91,6	98,3	96,7	
Middelverdi		102	85,3	99,4	97,8	
Avvik*		1,7	14,7	0,6	2,2	
	14	130	125	126	116	
	17	121	127	130	118	
	20	120	126	115	110	
	22	115	125	114	108	
	46	118	126	117	109	
Middelverdi		121	126	120	112	
Avvik*		21,0	25,9	20,5	12,1	

* % avvik i forhold til fasit

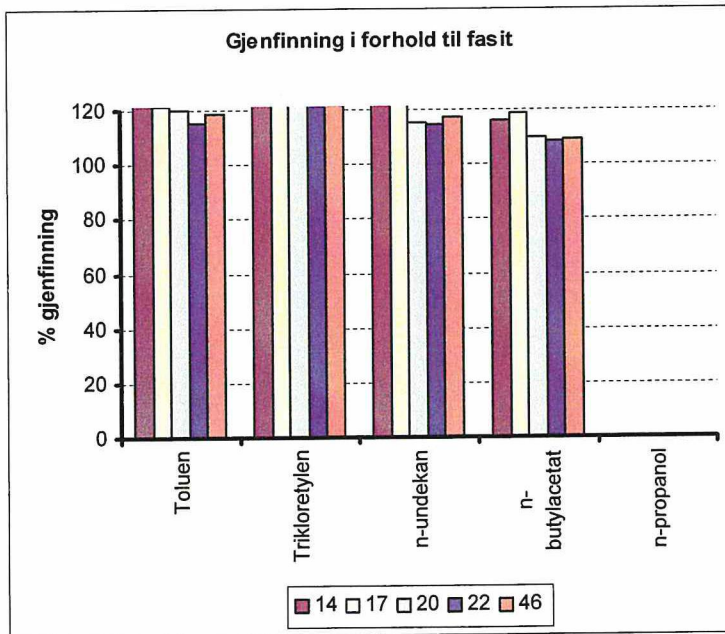
Karakterer

	Kvantitativ karakter			
	Kval.kar:	Kullrør	Dosim.	Alle
R	I	A	I	I

Kullrør. Laboratorium R.



Dosimetre. Laboratorium R.



U Arbetshälsoinstitutet Tampere
Laboratoriets svar i µg

	Nr.	Toluen	Triklöretylen	n-undekan	n-butylacetat	n-propanol
Rör	22	128	203	103	126	105
	27	122	192	99	120	102
	35	114	180	93	113	98
Dosimetre	2	106	159	58	89	157
	15	106	159	60	89	153
	33	100	150	56	84	147
	38	105	158	57	88	153
	54	101	151	57	85	143

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	Toluen	Triklöretylen	n-undekan	n-butylacetat	n-propanol	Luftvolum liter
Rör	22	86,5	137,2	69,6	85,1	70,9	1,48
	27	87,8	138,1	71,2	86,3	73,4	1,39
	35	87,0	137,4	71,0	86,3	74,8	1,31

Beregnet gjenfinning (%)

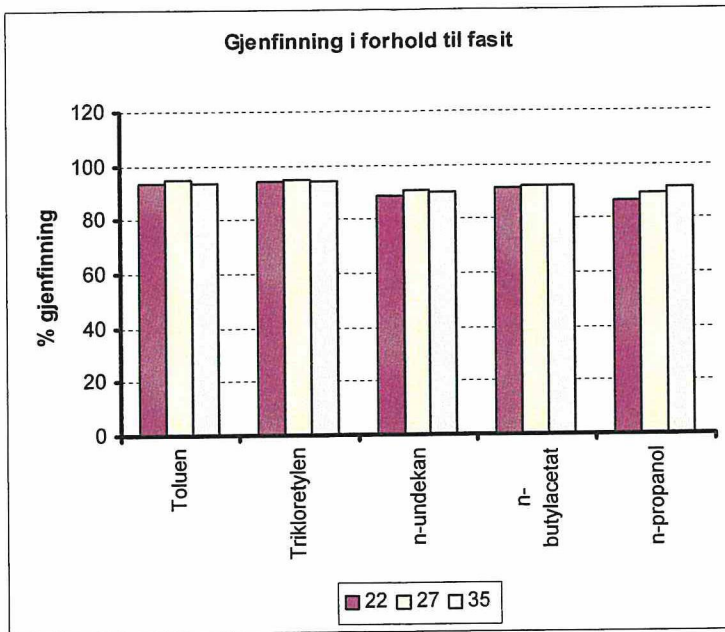
	Nr.	Toluen	Triklöretylen	n-undekan	n-butylacetat	n-propanol
	22	93,2	94,0	88,6	91,1	86,4
	27	94,6	94,6	90,6	92,3	89,3
	35	93,8	94,1	90,3	92,3	91,1
Middelverdi		93,9	94,2	89,8	91,9	88,9
Avvik*		6,1	5,8	10,2	8,1	11,1
	2	108	105	106	104	129
	15	108	105	109	104	126
	33	102	99,4	102	98,4	121
	38	107	105	104	103	126
	54	103	100	104	100	118
Middelverdi		105	103	105	102	124
Avvik*		5,4	3,0	5,1	1,9	24,0

* % avvik i forhold til fasit

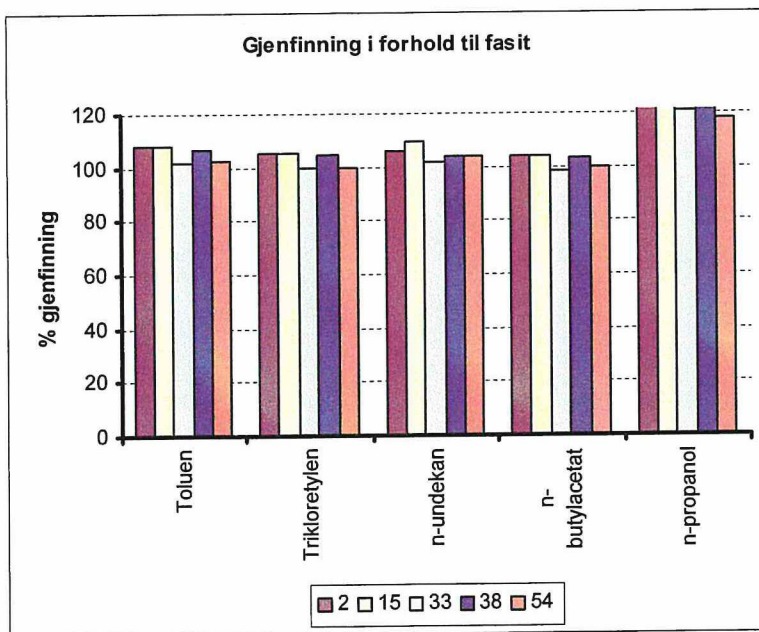
Karakterer

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

Kullrør. Laboratorium U.



Dosimetre. Laboratorium U.



X Dynea
Laboratoriets svar i µg

	Nr.	Toluen	Trikløretylen	n-undekan	n-butylacetat	n-propanol
Rør	9	118,5	177,8	92,4	110,5	
	16	123,2	186,2	94,1	119,6	
	34	124,7	197,7	82,7	118,3	
Dosimetre	4	105,8	158,6	56,6	91,4	
	7	105,3	162,0	53,1	94,0	
	31	111,9	172,0	57,9	99,4	
	43	100,6	181,7	51,4	91,6	
	49	107,8	161,9	57,2	97,9	

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	Toluen	Trikløretylen	n-undekan	n-butylacetat	n-propanol	Luftvolum liter
Rør	9	89,8	135	70,0	83,7		1,32
	16	89,9	136	68,7	87,3		1,37
	34	86,6	137	57,4	82,2		1,44

Beregnet gjenfinning (%).

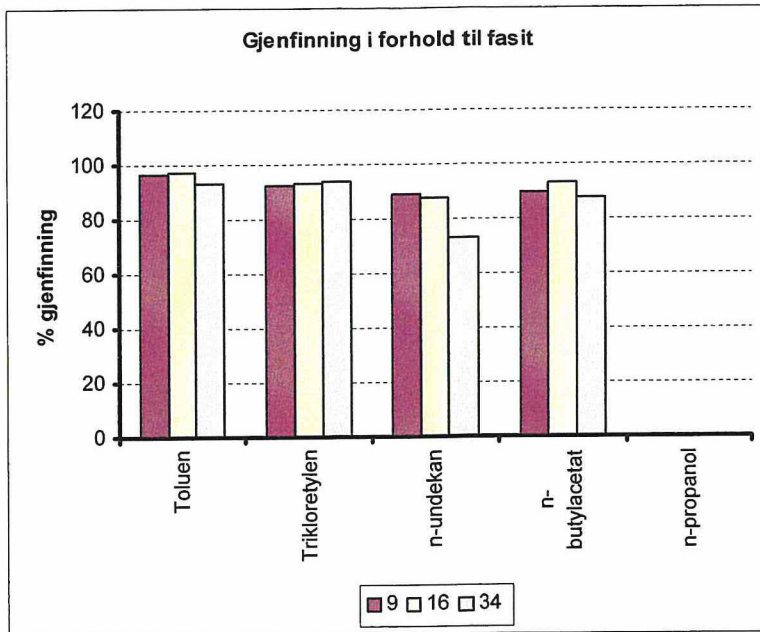
	Nr.	Toluen	Trikløretylen	n-undekan	n-butylacetat	n-propanol
	9	96,7	92,3	89,1	89,5	
	16	96,9	93,1	87,4	93,4	
	34	93,3	94,1	73,1	87,9	
Middelverdi		95,7	93,2	83,2	90,3	
Avvik*		4,3	6,8	16,8	9,7	
	4	108	105	103	107	
	7	107	107	96,9	110	
	31	114	114	106	116	
	43	102	120	93,8	107	
	49	110	107	104	115	
Middelverdi		108	111	101	111	
Avvik*		8,1	10,9	0,8	11,1	

* % avvik i forhold til fasit

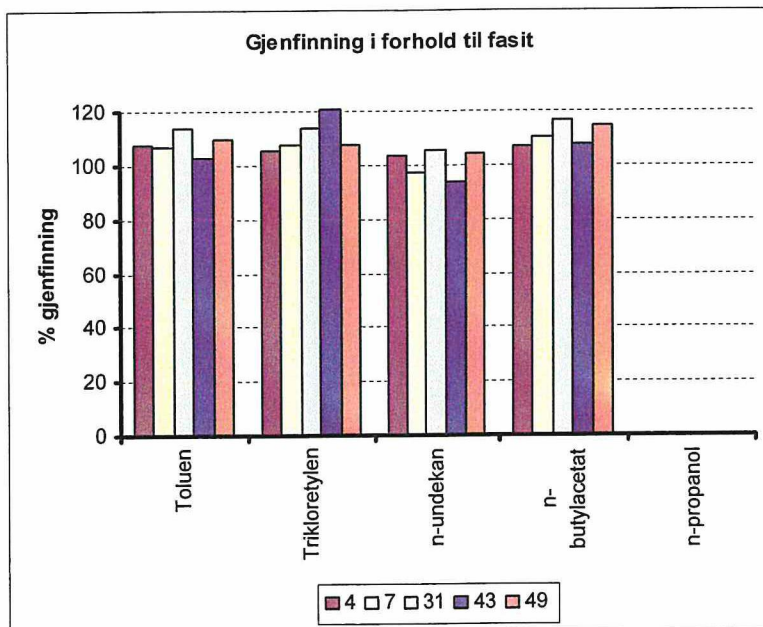
Karakterer

	Kval.kar:	Kvantitativ karakter		
		Kullrør	Dosim.	Alle
X	I	A	B	I

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 40 utført ved Statens arbeidsmiljøinstitutt.

Analysebetingelser:

Desorpsjonsmiddel: : CS₂ med 2% DMF

Kromatograf 1: Agilent 6890 N med autosampler Agilent 7683

Kolonne 1: TCEP 50 m x 0,25 mm, df 0,40 µm

Temp.-progr 1: 35 °C i 10 min. 4°C/min, 100°C i 10 min.

Kromatograf 2: Hewlett Packard 5890 Series II med autosampler Hewlett Packard 7673

Kolonne 2: HP-5 25 m x 0,32 mm, df 1,05 µm

Temp.-progr 2: 35 °C i 8 min. 10°C/min, 240°C i 1 min.

Tabell 1
Konsentrasjon i µg/l

Rør nr.	Toluen	Trikløretylen	n-undekan	n-butylacetat	n-propanol
4	92,6	145	74,8	88,5	83,2
10	89,7	147	75,1	91,1	83,4
11	91,6	149	76,2	93,0	83,8
12	90,5	146	73,1	88,7	82,2
13	93,2	152	77,9	94,9	86,2
18	91,8	150	76,1	93,5	83,8
21	90,9	149	75,6	92,5	84,6
29	90,4	148	75,3	92,3	81,2
31	88,0	148	75,0	89,5	81,2
38	89,2	146	74,9	91,2	82,3

Tabell 2
% gjenfinning

Rør nr.	Toluen	Trikløretylen	n-undekan	n-butylacetat	n-propanol
4	99,8	99,6	95,2	94,7	101
10	96,7	100	95,6	97,4	102
11	98,7	102	96,9	99,4	102
12	97,5	100	93,0	94,9	100
13	100	104	99,1	101	105
18	98,9	103	96,8	100	102
21	97,9	102	96,3	99,0	103
29	97,4	102	95,8	98,7	98,9
31	94,8	101	95,4	95,7	98,8
38	96,1	100	95,3	97,5	100
Middel	97,8	101	95,9	97,9	101
Stdav	1,7	1,5	1,6	2,3	1,9

Bestemmelse av referanseverdier for diffusjonsprøvetakerne ved sammenliknende laboratorieprøving 40 utført ved Statens arbeidsmiljøinstitutt.

Analysebetingelser:

Desorpsjonsmiddel: : CS₂ med 2% DMF

Kromatograf 1: Agilent 6890 N med autosampler Agilent 7683

Kolonne 1: TCEP 50 m x 0,25 mm, df 0,40 µm

Temp.-progr 1: 35 °C i 10 min. 4°C/min, 100°C i 10 min.

Kromatograf 2: Hewlett Packard 5890 Series II med autosampler Hewlett Packard 7673

Kolonne 2: HP-5 25 m x 0,32 mm, df 1,05 µm

Temp.-progr 2: 35 °C i 8 min. 10°C/min, 240°C i 1 min.

Tabell 3
Konsentrasjon i µg/prøve

Dos nr.	Toluen	Trikloretylen	n-undekan	n-butylacetat	n-propanol
1	98,1	150	54,2	86,6	120
9	100	147	54,8	87,4	120
11	99,2	148	55,8	86,5	125
16	99,4	152	56,4	86,8	120
21	95,4	151	54,7	82,2	124
27	100	154	56,2	86,8	120
35	96,8	152	52,7	82,2	119
42	99,2	152	54,0	86,6	125
50	100	150	56,1	85,3	122
55	95,4	153	53,4	83,3	120
Middel	98,3	151	54,8	85,4	121
Rel. Stdav.	1,8	1,4	2,3	2,4	2,1