

Kvalitetssikring av arbeidsmiljøanalyser. Interkalibrering 34. Løsemidler.



Forfattere: Merete Gjølstad og Syvert Thorud

Prosjektansvarlig: Merete Gjølstad

Dato: 14.08.2001

Serie: STAMI-rapport Årg. 2, nr. 3 (2001) **ISSN:**1502-0932

Sammendrag:

Seks finske, ett svensk og sju norske laboratorier har deltatt i denne interkalibreringen (runde 34) 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, Yrkeshygienisk seksjon, som også har bearbeidet resultatene.

Alle prøvene var eksponert for den samme løsemiddelblandingen, som inneholdt diklormetan, metylcykloheksan, tetrakloreten, toluen, 1-propanol og 1-butanol. Laboratoriene ble bedt om å foreta både kvalitativ og kvantitativ analyse 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.

Elleve av de fjorten laboratoriene leverte svar innen fristens utløp. Seks av disse har etter de oppsatte kriterier fått sine resultater akseptert. Ett laboratorium tilfredsstillte kravene til klassifisering bra. Av de fem laboratoriene som ikke har fått resultatene akseptert, er det to som ikke har klart den kvalitative bestemmelsen. Begge disse laboratoriene har imidlertid utført tilfredsstillende kvantitativ bestemmelse; ett av dem til klassifisering bra.

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

Stikkord:

Interkalibrering
Løsemiddelbestemmelse
Diffusjonsprøvetakere
Kullrør

Key words:

Interlaboratory trial
Solvent measurement
Diffusive samplers
Charcoal tubes

INNHOLDSFORTEGNELSE

1. SAMMENDRAG.....	3
2. INNLEDNING.....	3
3. DELTAKENDE LABORATORIER.....	4
4. PREPARERING AV PRØVENE.....	5
4.1 Kullrør.....	5
4.2 Diffusjonsprøvetakere (dosimetre).....	5
5. ANALYSEBETINGELSER.....	6
6. REFERANSEVERDIER.....	7
7. VURDERINGSKRITERIER.....	8
7.1 Vurdering av den kvalitative analysen.....	8
7.2 Vurdering av den kvantitative analysen.....	8
7.3 Totalvurdering av analyseresultatene.....	9
8. RESULTATER.....	9
VEDLEGG 1. RESULTATTABELLER OG FIGURER	
VEDLEGG 2. RESULTATER FRA HOMOGENITETSTESTEN AV KULLRØR OG BESTEMMELSE AV REFERANSEVERDIER FOR DIFFUSJONS- PRØVETAKERE.	

1. SAMMENDRAG

Seks finske, ett svensk og sju norske laboratorier som bestemmer løsemidler i arbeidsatmosfære har mottatt prøver i denne interkalibreringen. Prøveserien som besto av kullrør og diffusjonsprøvetakere, ble tillaget ved Statens arbeidsmiljøinstitutt, Yrkeshygienisk seksjon, som også har bearbeidet resultatene.

Prøvene var eksponert for en løsemiddelblanding bestående av diklormetan, metylcykloheksan, tetrakloreten, toluen, 1-propanol og 1-butanol. Laboratoriene ble bedt om å foreta både kvalitativ og kvantitativ analyse av åtte prøver: tre kullrør og fem diffusjonsprøvetakere. Med hver prøveserie fulgte to ekstra kullrør med de samme komponenter, til hjelp i den kvalitative analysen.

Elleve av de fjorten laboratoriene leverte svar innen fristens utløp. Seks av laboratoriene har etter de oppsatte kriterier fått sine resultater akseptert. Ett av disse tilfredsstillende kravene til klassifiseringen bra. Av de fem laboratoriene som ikke har fått resultatene akseptert, er det to som ikke har klart den kvalitative bestemmelsen. Begge disse laboratoriene har imidlertid utført tilfredsstillende kvantitativ bestemmelse; ett av dem til klassifiseringen bra.

2. INNLEDNING

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

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.

Instituttets interkalibreringer for løsemiddelanalyser arrangeres én gang pr. år. Prøvene som sendes ut inneholder forskjellige løsemidler i kjente mengder. Det skal foretas både kvalitativ og kvantitativ analyse av prøvene.

3. DELTAKENDE LABORATORIER

Prøvene ble sendt ut den 7. mai 2001 til følgende laboratorier:

B: Telemark sentralsjukehus, Avd. for Yrkes- og miljømedisin, 3710 Skien.

D: X-LAB AS, Ibsensgt. 104, 5052 Bergen.

E: SINTEF Unimed, Ekstreme arbeidsmiljø, 7465 Trondheim.

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

H: Nyland regioninstitut för arbetshygien, Arinatie 3A, SF-00370 Helsingfors, Finland.

J: Kuopion aluetyöterveyslaitos, PL 93, SF-70701 Kuopio, Finland.

L: SERO A/S, avd. Norsk Analyse Center, Postboks 24, 1375 Billingstad.

N: Westlab A/S, Oljevn. 2, 4056 Tananger.

R: Sahlgrenska universitetssjukhuset, Yrkes- och miljömed., St.Sigfridsgt. 85, S-412 66 Gøteborg, Sverige.

S: Lappeenrannan aluetyöterveyslaitos, Laserkatu 6, SF-53850 Lappeenranta, Finland.

T: Oulun aluetyöterveyslaitos, Aapistie 1, SF-90220 Oulu, Finland.

U: Tampere Regional Institute of Occup. Health, PO Box 486, SF-33101 Tampere, Finland.

W: Åbo regioninstitut för arbetshygien, Tavastgatan 10, SF-20500 Åbo, Finland.

X: Dynea ASA, Postboks 160, 2001 Lillestrøm.

Svarfristen var 14. juni 2001.

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 analysen. Løsemiddelblandingen besto av diklormetan, metylcykloheksan, tetrakloreten, toluen, 1-propanol og 1-butanol. 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 væskeblanding 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. Da dysene i prøvetakeren ikke er helt like, vil mengden av løsemidler pr. kullrør variere, men luftkonsentrasjonen blir den samme for alle prøver. Dysene i prøvetakeren er på forhånd kalibrert til kjent luftvolum/tid ved hjelp av et såpeboble-flowmeter. Luften suges gjennom kullrørene og dysene ved hjelp av en pumpe.

4.2. Diffusjonsprøvetakere (dosimetre)

Ved dosering av diffusjonsprøvetakerne 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 diffusjonsprøvetakerne eksponeres for, lar seg ikke like lett beregne som for kullrør. Det skyldes at diffusjonsprøvetakerne 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 doseringskammeret, vil beregnet konsentrasjonstap i kammeret være ca. 5 prosent.

5. ANALYSEBETINGELSER

For å kunne sammenligne de analyseprosedyrene som laboratoriene vanligvis benytter ved denne typen analyser, er laboratoriene blitt oppfordret til å la prøvene gå inn i den normale analyserutinen.

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.		Standard		Intern	
				volum		med kull		standard	
				Rør	Dos.	Ja	Nei	Ja	Nei
B	CP 5 CB		CS ₂	5,0 ml	2,0 ml	X			X
	CP Wax 52								
D	20% SP-2100+0,1% CW 1500 på Supelcoport 100/120	90	CS ₂	2,0 ml	2,0 ml	X			X
	10% TCEP 80/100 Chrom. PAW	70							
	10% FFAP 80/100 Chrom WAW	70							
E	Supelcowax 10 60m x 0,75mm	40 - 200	CS ₂	2,0 ml	2,0 ml	X			X
	Supelco SBP1 60m x 0,75mm								
H	NB-20M 25m x 0,32mm	40 - 200	CS ₂	1,0 ml	1,0 ml	X		X(1)	
	HP-5 25m x 0,32mm	40 - 200							
J	Carbowax 20M 50m	50 - 140	CS ₂ + 5% butylkarbitol	2,0 ml	2,0 ml	X		X (2)	
L	DB - WAX 30m x 0,32	35 - 125	CS ₂	2,0 ml	3,0 ml	X		X (3)	
	DB-1 30m x 0,33mm	35 - 125							
N	CP-Sil 5 CB 25m x 0,32mm	175	CS ₂	4,0 ml	2,0 ml	X			X
	20% SP 2100 + 0,1% CW 1500	175							
R	J & W DB-1 60m x 1mm	50 - 250	CS ₂ + DMF	2,0 ml	2,0 ml	X		X(4)	
U	HP 5 HP Innowax	35 - 200	CS ₂	2,0 ml	1,5 ml	X			X
W	NB-1701 25m x 0,32mm NB-54 25m x 0,32mm	35 - 140	DMF	2,0 ml	5,0 ml	X		X(4)	
X	J & W DB-WAX, 30mx0,32 mm 0,25µm	35 - 200	CS ₂	1,5 ml	3,0 ml	X		X(5)	
	CP Sil 8CB 25mx 0,32mm 1,0µm	35 - 220							

(1) 1-kloroktan
(2) Limonen

(3) Benzen
(4) Pentran (metoksyfluran)

(5) Klorbenzen

6. REFERANSEVERDIER

Prøvetakerne eksponeres i luft som inneholder løsemiddeldamper i konsentrasjoner som kan tilsvare luften på arbeidsplasser. Løsemiddelblandingen er veiet 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, se 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 middelverdien av analyseresultatene for 10 tilfeldige dosimetre analysert ved Statens arbeidsmiljøinstitutt, se vedlegg 2, tabell 3.

Analysene 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.

	diklormetan	metylcykloheksan	tetrakloreten	toluen	1-propanol	1-butanol
Kullrør	102	88,9	126	32,6	97,3	75,7
Dosimetre	148	95,2	132	37,4	142	117

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 analyse:

1. Identifikasjon 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 analysen

For den kvalitative analysen 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 analysen

For den kvantitative analysen 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

Størrelsen på standardavviket er satt på grunnlag av homogenitetstesten av prøvene gjort ved Statens arbeidsmiljøinstitutt (beskrevet i avsnitt 6). Ved fastsetting av kriteriene for denne prøverunden er det likevel benyttet et standardavvik på 3% for kullrør og 3,5% for diffusjonsprøvetakere.

For denne prøverunden gjelder dermed følgende vurderingskriterier for henholdsvis kullrør og dosimetre:

- 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 analysen. 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

Når det gjelder den kvalitative analysen, får to laboratorier ikke godkjent resultatene fordi de bare har påvist henholdsvis 5 og 4 av de 6 komponentene i prøvene.

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 seks av de elleve laboratoriene som har levert svar, får resultatene akseptert, ett av disse har fått karakteren «BRA». De to laboratoriene som ikke tilfredsstilte kravene til den kvalitative analysen, har begge utført kvantitative bestemmelser som tilfredsstillende de oppsatte godkjenningskriteriene, ett av dem til 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.

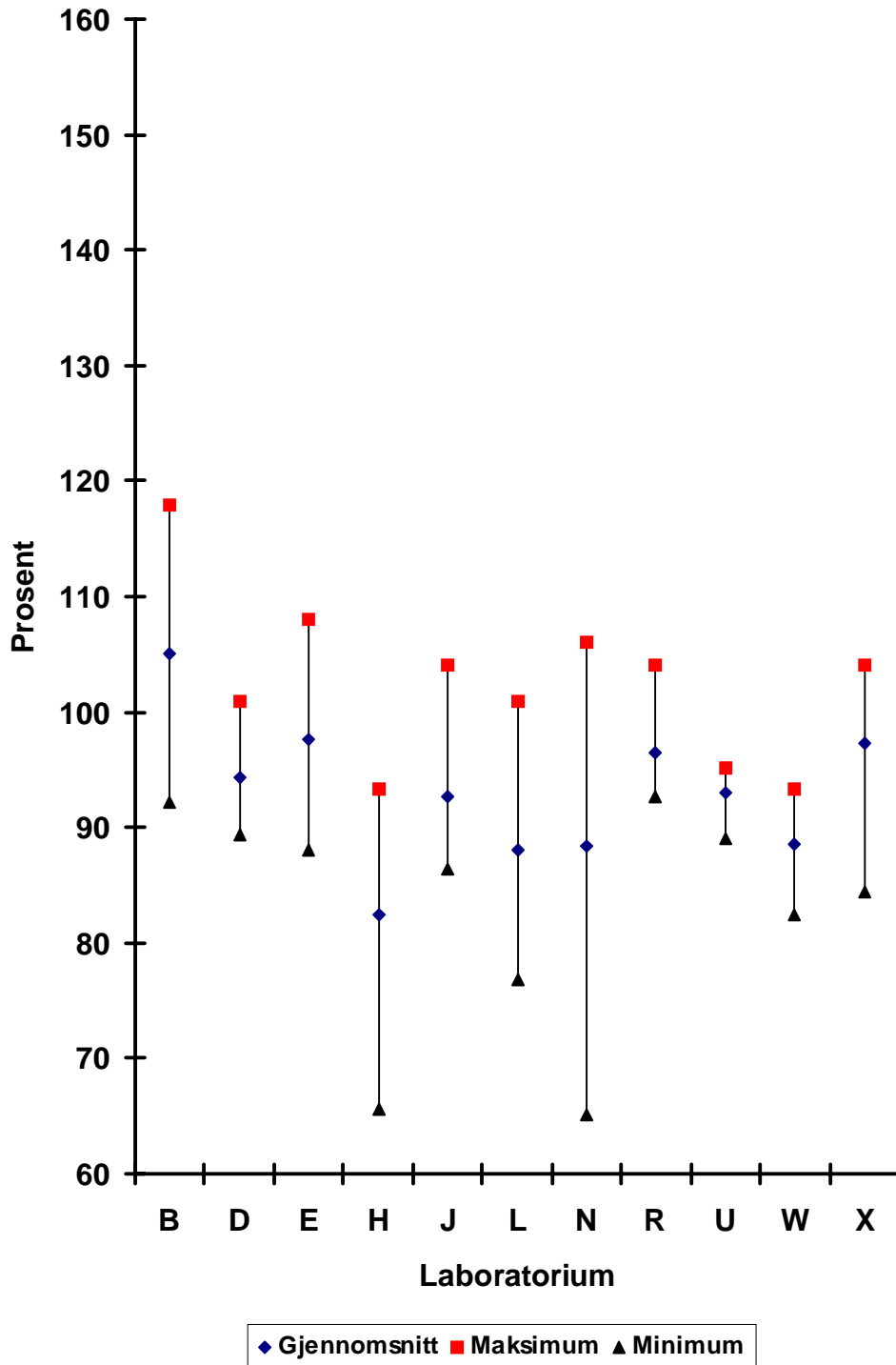
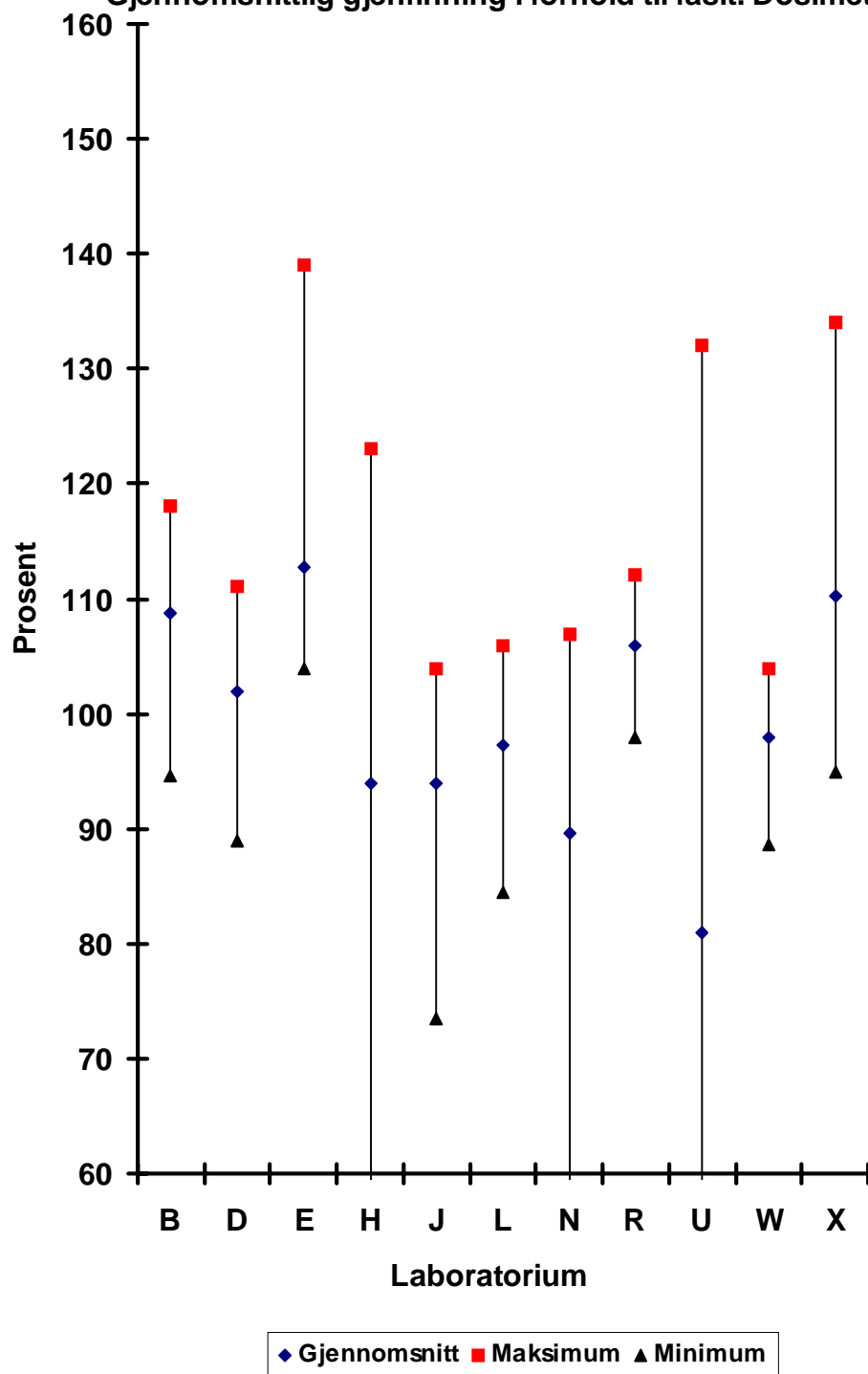


Fig. 8.2

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	B	A	A
D	B	B	B
E	B	A	A
F	-	-	-
H	B	I	I
J	B	A	A
L	B	I	I
N	I	A	I
R	I	B	I
S	-	-	-
T	-	-	-
U	B	I	I
W	B	A	A
X	B	A	A

- svar ikke levert

Det understrekes at deltakelse i eller karakter for interkalibreringen 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 interlaboratoriekontrollene. 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 interkalibrering. 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. 33 og 34). 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 33	RUNDE 34	GJELDENDE
B	A	A	A
D*		B	
E	B	A	A
F	A		
H	B	I	A
J	A	A	A
L	B	I	A
N	B	I	A
R	B	I	A
S	B		
T	I		
U*		I	
W	B	A	A
X	B	A	A

* Laboratoriet har ikke deltatt tidligere.

A = akseptabelt

B = bra

I = ikke akseptabelt

VEDLEGG 1.

RESULTATTABELLER OG FIGURER

B Telemark sentralsjukehus
Laboratoriets svar i µg

	Nr.	diklor- metan	metyl- cykloheksan	tetraklor- eten	toluen	1-propanol	1-butanol
Rør	3	162	130	172	43	152	121
	32	151	131	161	44	162	121
	54	151	129	160	45	157	122
Dosimetre	3	155	111	146	41	167	113
	52	149	117	146	42	162	116
	54	146	115	154	41	152	113
	69	147	116	147	41	159	116
	83	140	111	146	38	163	117

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	diklor- metan	metyl- cykloheksan	tetraklor- eten	toluen	1-propanol	1-butanol	Luftvolum liter
Rør	3	113	90,9	120	30,1	106	84,6	1,43
	32	106	92,3	113	31,0	114	85,2	1,42
	54	110	94,2	117	32,8	115	89,1	1,37

Beregnet gjenfinning (%).

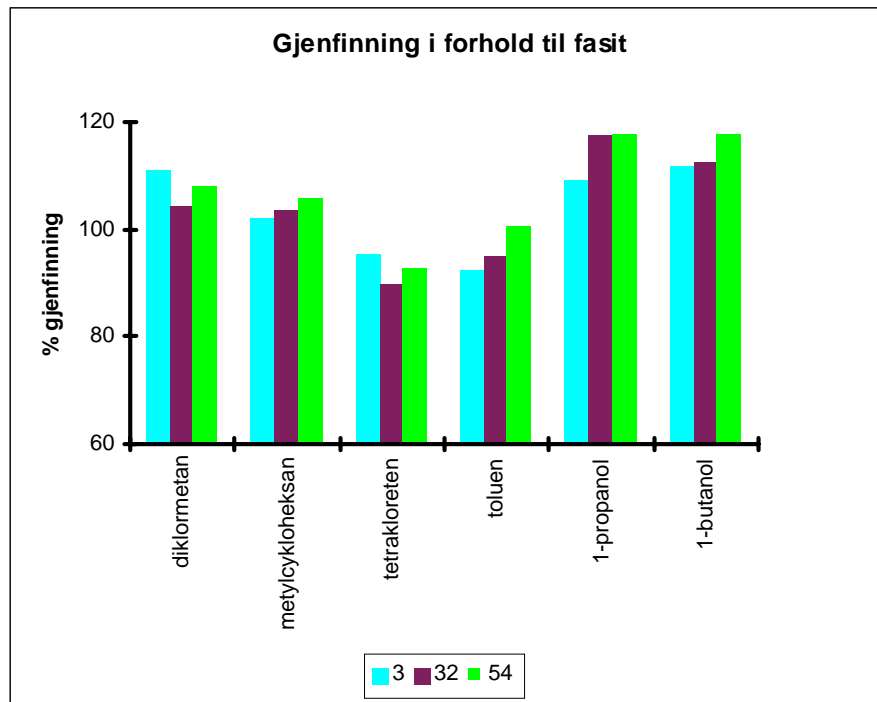
	Nr.	diklor- metan	metyl- cykloheksan	tetraklor- eten	toluen	1-propanol	1-butanol
	3	111	102	95,5	92,2	109	112
	32	104	104	90,0	95,0	117	113
	54	108	106	92,7	101	118	118
Middelverdi		108	104	92,7	96,0	115	114
Avvik*		7,8	4,0	-7,3	-4,0	14,8	14,0
	3	105	117	111	110	118	96,6
	52	101	123	111	112	114	99,1
	54	98,6	121	117	110	107	96,6
	69	99,3	122	111	110	112	99,1
	83	94,6	117	111	102	115	100
Middelverdi		100	120	112	109	113	98,3
Avvik*		-0,4	19,7	12,0	8,6	13,1	-1,7

* % avvik i forhold til fasit

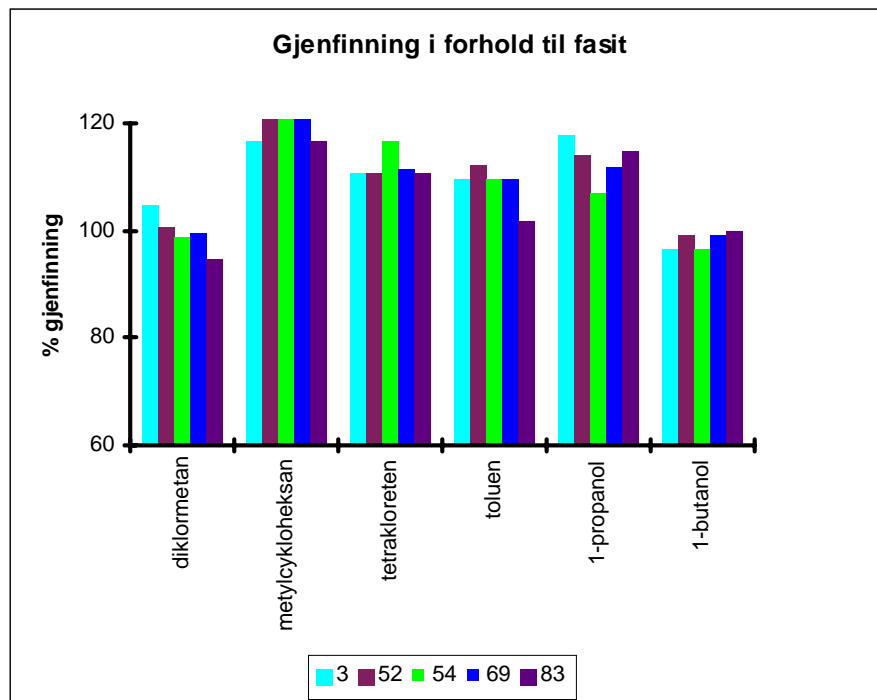
Karakterer

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

Kullrør. Laboratorium B.



Dosimetre. Laboratorium B.



D X-LAB
Laboratoriets svar i µg

	Nr.	diklor- metan	metyl- cykloheksan	tetraklor- eten	toluen	1-propanol	1-butanol
Rør	25	137	116	165	42,3	134	101
	29	133	110	156	39,4	133	99
	57	138	119	162	43,8	134	101
Dosimetre	7	147	97	135	38,6	157	109
	29	155	102	131	41,0	158	111
	39	148	99	135	38,8	155	108
	59	153	97	133	38,8	151	104
	75	147	95	131	37,6	159	111

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	diklor- metan	metyl- cykloheksan	tetraklor- eten	toluen	1-propanol	1-butanol	Luftvolum liter
Rør	25	98,6	83,5	119	30,4	96,4	72,7	1,39
	29	98,5	81,5	116	29,2	98,5	73,3	1,35
	57	95,8	82,6	113	30,4	93,1	70,1	1,44

Beregnet gjenfinning (%).

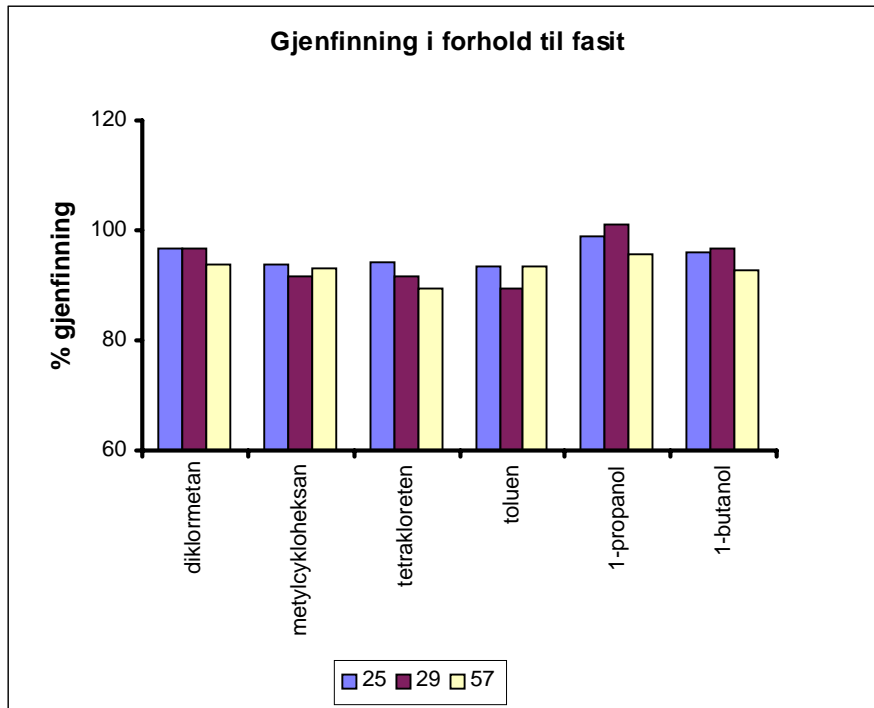
	Nr.	diklor- metan	metyl- cykloheksan	tetraklor- eten	toluen	1-propanol	1-butanol
	25	96,6	93,9	94,2	93,3	99,1	96,0
	29	96,6	91,7	91,7	89,5	101	96,9
	57	94,0	93,0	89,3	93,3	95,6	92,7
Middelverdi		95,7	92,8	91,7	92,1	98,7	95,2
Avvik*		-4,3	-7,2	-8,3	-7,9	-1,3	-4,8
	7	99,3	102	102	103	111	93,2
	29	105	107	99,2	110	111	94,9
	39	100	104	102	104	109	92,3
	59	103	102	101	104	106	88,9
	75	99,3	99,8	99,2	101	112	94,9
Middelverdi		101	103	101	104	110	92,8
Avvik*		1,4	2,9	0,8	4,2	9,9	-7,2

* % avvik i forhold til fasit

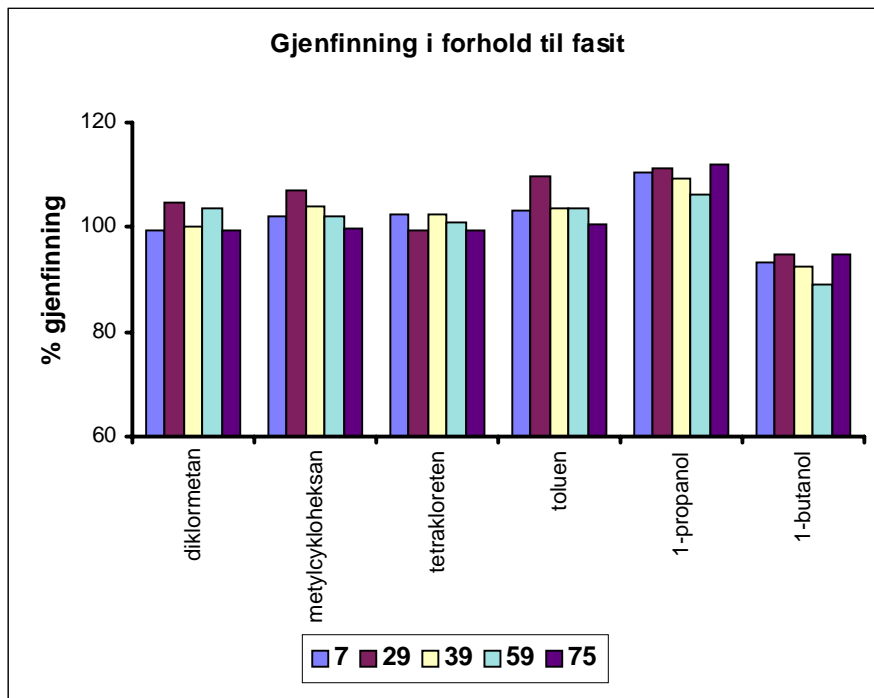
Karakterer

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

Kullrør. Laboratorium D.



Dosimetre. Laboratorium D.



E SINTEF
Laboratoriets svar i µg

	Nr.	diklor- metan	metyl- cykloheksan	tetraklor- eten	toluen	1-propanol	1-butanol
Rør	20	132	127	167	45	154	115
	44	132	121	180	44	151	113
	62	132	123	175	44	151	113
Dosimetre	10	177	102	143	43	190	125
	28	165	102	145	40	190	125
	49	165	107	143	41	197	129
	64	162	104	140	40	185	122
	81	162	100	141	40	183	123

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	diklor- metan	metyl- cykloheksan	tetraklor- eten	toluen	1-propanol	1-butanol	Luftvolum liter
Rør	20	91,7	88,2	116	31,3	107	79,9	1,44
	44	91,7	84,0	125	30,6	105	78,5	1,44
	62	89,8	83,7	119	29,9	103	76,9	1,47

Beregnet gjenfinning (%).

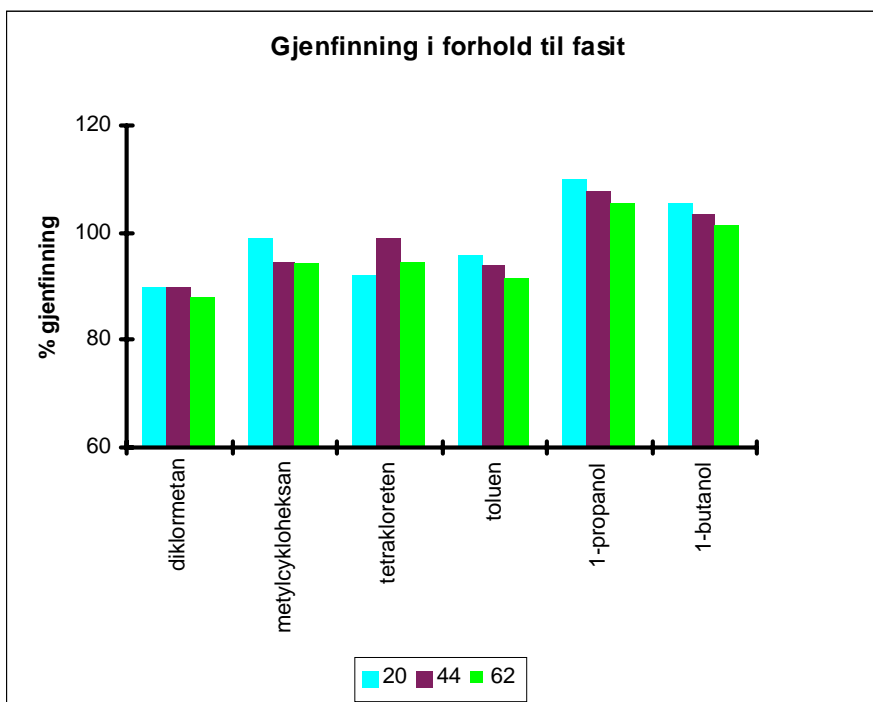
	Nr.	diklor- metan	metyl- cykloheksan	tetraklor- eten	toluen	1-propanol	1-butanol
	20	89,9	99,2	92,0	95,9	110	105
	44	89,9	94,5	99,2	93,7	108	104
	62	88,0	94,1	94,5	91,8	106	102
Middelverdi		89,3	95,9	95,2	93,8	108	104
Avvik*		-10,7	-4,1	-4,8	-6,2	7,8	3,6
	10	120	107	108	115	134	107
	28	111	107	110	107	134	107
	49	111	112	108	110	139	110
	64	109	109	106	107	130	104
	81	109	105	107	107	129	105
Middelverdi		112	108	108	109	133	107
Avvik*		12,3	8,2	7,9	9,1	33,1	6,7

* % avvik i forhold til fasit

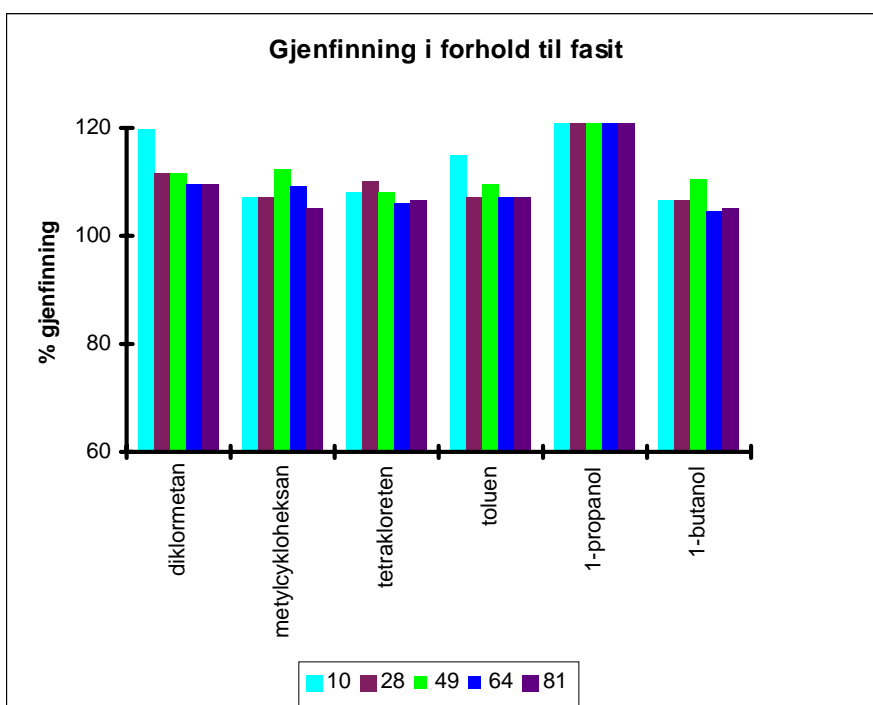
Karakterer

	Kval.kar:	Kvantitativ karakter			Samlet karakter
		Kullrør	Dosim.	Alle	
E	B	B	A	A	A

Kullrør. Laboratorium E.



Dosimetre. Laboratorium D.



H Regioninstituttet i Helsingfors
Laboratoriets svar i µg

	Nr.	diklor- metan	metyl- cykloheksan	tetraklor- eten	toluen	1-propanol	1-butanol
Rør	34*						
	52	133,2	114,4	159,5	40,5	89,4	77,0
	56	130,0	109,2	150,5	38,2	88,5	71,4
Dosimetre	11	147,6	95,5	130,2	35,5	175,2	114,9
	30	152,9	99,6	134,4	37,3	145,2	100,2
	67	148,6	97,4	133,6	36,6	167,3	114,2
	79	138,8	92,6	125,3	34,1	96,6	70,3
	84	134,4	90,6	122,6	33,2	86,8	64,5

* På grunn av et uhell på laboratoriet kunne det ikke leveres svar på denne prøven.

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	diklor- metan	metyl- cykloheksan	tetraklor- eten	toluen	1-propanol	1-butanol	Luftvolum liter
Rør	34							1,35
	52	95,1	81,7	114	28,9	63,9	55,0	1,40
	56	94,2	79,1	109	27,7	64,1	51,7	1,38

Beregnet gjenfinning (%)

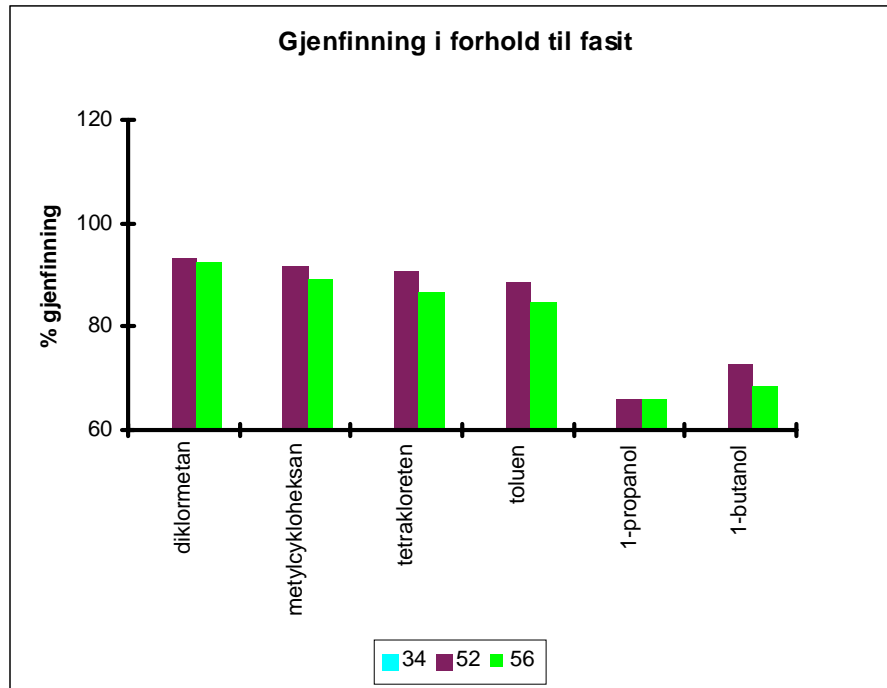
	Nr.	diklor- metan	metyl- cykloheksan	tetraklor- eten	toluen	1-propanol	1-butanol
	34						
	52	93,3	91,9	90,4	88,7	65,6	72,7
	56	92,4	89,0	86,6	84,9	65,9	68,3
Middelverdi		92,8	90,5	88,5	86,8	65,8	70,5
Avvik*		-7,2	-9,5	-11,5	-13,2	-34,2	-29,5
	11	100	100	98,6	94,9	123	98,2
	30	103	105	102	100	102	85,6
	67	100	102	101	97,9	118	97,6
	79	93,8	97,3	94,9	91,2	68,0	60,1
	84	90,8	95,2	92,9	88,8	61,1	55,1
Middelverdi		97,6	100	97,9	94,5	94,5	79,3
Avvik*		-2,4	-0,1	-2,1	-5,5	-5,5	-20,7

* % avvik i forhold til fasit

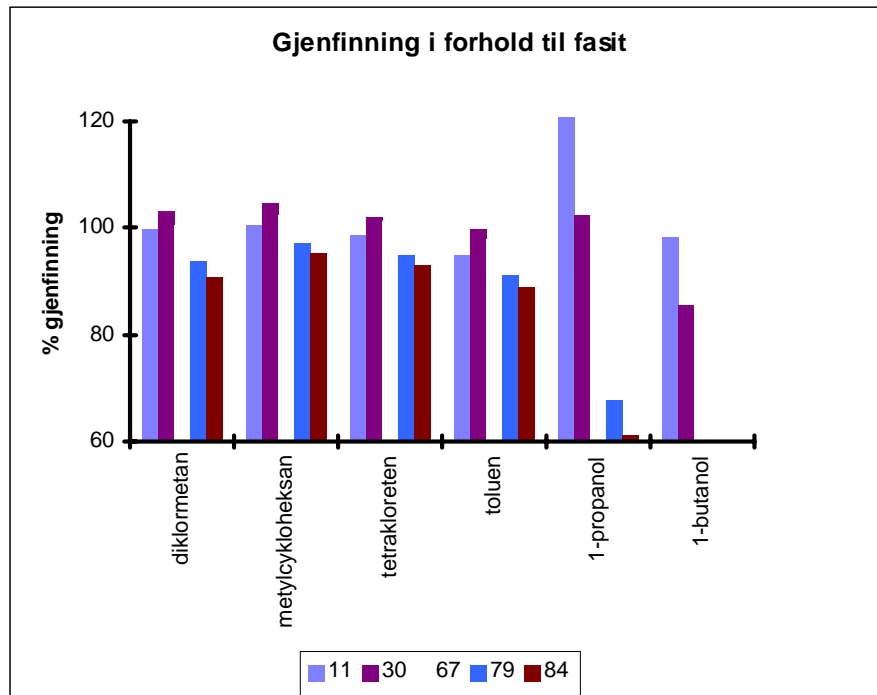
Karakterer

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

Kullrør. Laboratorium H.



Dosimetre. Laboratorium H.



J Kuopio aluetyöterveyslaitos**Laboratoriets svar i µg**

	Nr.	diklor- metan	metyl- cykloheksan	tetraklor- eten	toluen	1-propanol	1-butanol
Rør	9	123	111	151	39	116	89
	18	132	118	160	41	123	95
	40	124	111	152	39	116	89
Dosimetre	12	142	95	125	37	135	94
	34	142	95	128	37	136	94
	53	146	99	132	38	139	98
	74	139	94	124	37	135	94
	80	135	93	123	36	121	86

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	diklor- metan	metyl- cykloheksan	tetraklor- eten	toluen	1-propanol	1-butanol	Luftvolum liter
Rør	9	91,8	82,8	113	29,1	86,6	66,4	1,34
	18	103	92,2	125	32,0	96,1	74,2	1,28
	40	91,2	81,6	112	28,7	85,3	65,4	1,36

Beregnet gjenfinning (%).

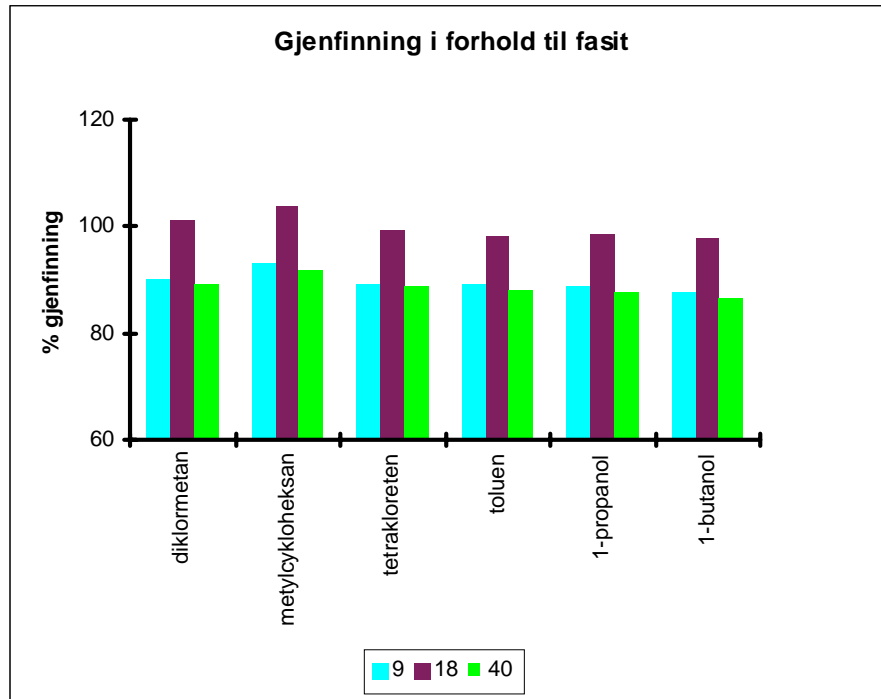
	Nr.	diklor- metan	metyl- cykloheksan	tetraklor- eten	toluen	1-propanol	1-butanol
	9	90,0	93,2	89,4	89,3	89,0	87,7
	18	101	104	99,2	98,3	98,8	98,0
	40	89,4	91,8	88,7	88,0	87,7	86,4
Middelverdi		93,5	96,2	92,4	91,8	91,8	90,7
Avvik*		-6,5	-3,8	-7,6	-8,2	-8,2	-9,3
	12	95,9	99,8	94,7	98,9	95,1	80,3
	34	95,9	99,8	97,0	98,9	95,8	80,3
	53	98,6	104	100	102	97,9	83,8
	74	93,9	98,7	93,9	98,9	95,1	80,3
	80	91,2	97,7	93,2	96,3	85,2	73,5
Middelverdi		95,1	100	95,8	98,9	93,8	79,7
Avvik*		-4,9	0,0	-4,2	-1,1	-6,2	-20,3

* % avvik i forhold til fasit

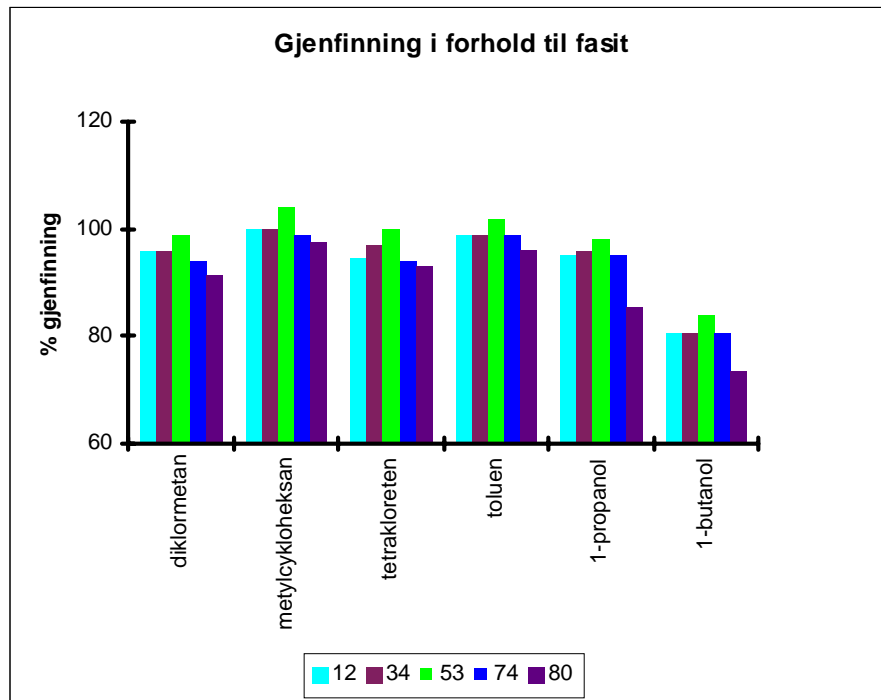
Karakterer

	Kval.kar:	Kvantitativ karakter			Samlet karakter
		Kullrør	Dosim.	Alle	
J	B	B	A	A	A

Kullrør. Laboratorium J.



Dosimetre. Laboratorium J.



L SERO AS, avd. Norsk Analyse Center
 Laboratoriets svar i µg

	Nr.	diklor- metan	metyl- cykloheksan	tetraklor- eten	toluen	1-propanol	1-butanol
Rør	8	112	112	170	41,9	107	90,6
	15	110	109	165	40,7	104	88,2
	31	116	115	173	42,6	110	93,4
Dosimetre	1	134	92,7	139	39,4	149	107
	8	125	94,9	132	39,7	147	107
	41	128	89,1	139	38,4	137	102
	47	128	85,0	137	39,0	149	108
	76	130	86,4	137	38,6	149	108

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	diklor- metan	metyl- cykloheksan	tetraklor- eten	toluen	1-propanol	1-butanol	Luftvolum liter
Rør	8	83,6	83,6	127	31,3	79,9	67,6	1,34
	15	79,1	78,4	119	29,3	74,8	63,5	1,39
	31	82,3	81,6	123	30,2	78,0	66,2	1,41

Beregnet gjenfinning (%).

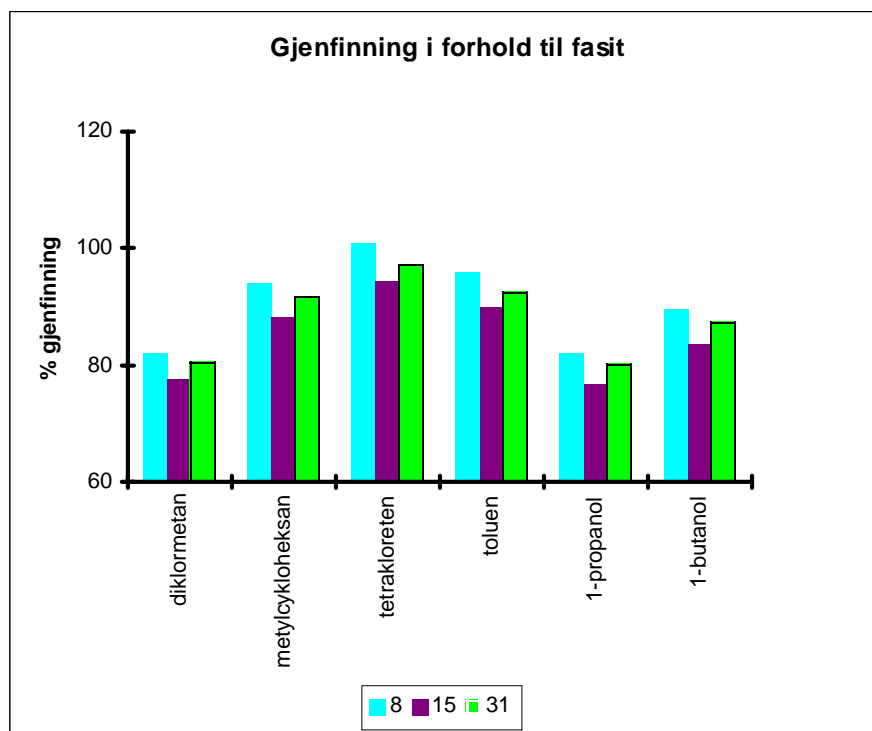
	Nr.	diklor- metan	metyl- cykloheksan	tetraklor- eten	toluen	1-propanol	1-butanol
	8	81,9	94,0	101	95,9	82,1	89,3
	15	77,6	88,2	94,2	89,8	76,9	83,8
	31	80,7	91,7	97,4	92,7	80,2	87,5
Middelverdi		80,1	91,3	97,4	92,8	79,7	86,9
Avvik*		-19,9	-8,7	-2,6	-7,2	-20,3	-13,1
	1	90,5	97,4	105	105	105	91,5
	8	84,5	99,7	100	106	104	91,5
	41	86,5	93,6	105	103	96,5	87,2
	47	86,5	89,3	104	104	105	92,3
	76	87,8	90,8	104	103	105	92,3
Middelverdi		87,2	94,1	104	104	103	90,9
Avvik*		-12,8	-5,9	3,6	4,3	3,0	-9,1

* % avvik i forhold til fasit

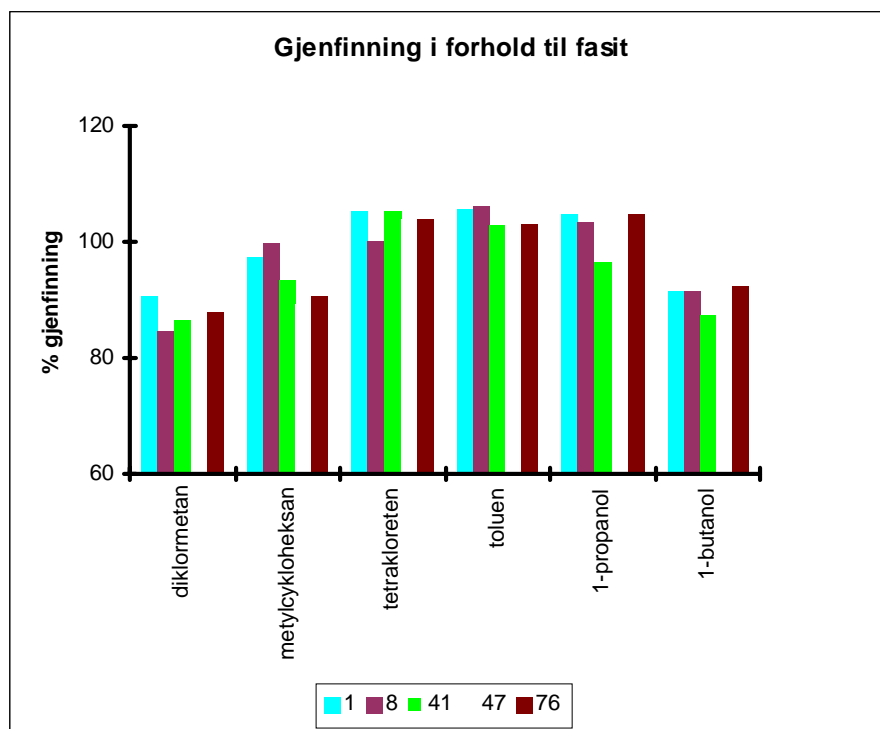
Karakterer

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

Kullrør. Laboratorium L.



Dosimetre. Laboratorium L.



N Westlab A/S

Laboratoriets svar i µg

	Nr.	diklor- metan	metyl- cykloheksan	tetraklor- eten	toluen	*	1-butanol
Rør	7		114	191	46,4		90,9
	24		102	170	41,6		67,8
	36		106	179	43,5		71,0
Dosimetre	20		93,5	128	36,7		56,3
	43		95,1	129	36,5		53,5
	58		102	140	39,7		72,8
	63		102	138	40,1		66,2
	78		97,8	131	38,2		57,9

* Laboratoriet har ikke påvist diklormetan og 1-propanol.

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	diklor- metan	metyl- cykloheksan	tetraklor- eten	toluen	1-propanol	1-butanol	Luftvolum liter
Rør	7		79,7	134	32,4		63,6	1,43
	24		75,0	125	30,6		49,9	1,36
	36		73,6	124	30,2		49,3	1,44

Beregnet gjenfinning (%).

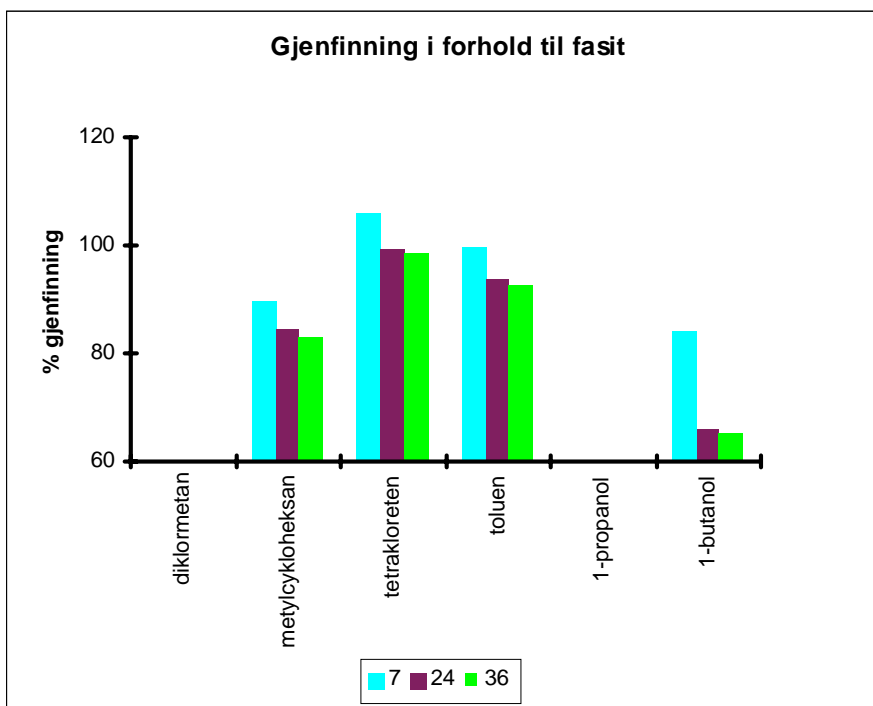
	Nr.	diklor- metan	metyl- cykloheksan	tetraklor- eten	toluen	1-propanol	1-butanol
	7		89,7	106	99,5		84,0
	24		84,4	99,2	93,8		65,9
	36		82,8	98,7	92,7		65,1
Middelverdi			85,6	101	95,3		71,7
Avvik*			-14,4	1,3	-4,7		-28,3
	20		98,2	97,0	98,1		48,1
	43		100	97,7	97,6		45,7
	58		107	106	106		62,2
	63		107	105	107		56,6
	78		103	99,2	102		49,5
Middelverdi			103	101	102		52,4
Avvik*			3,0	0,9	2,2		-47,6

* % avvik i forhold til fasit

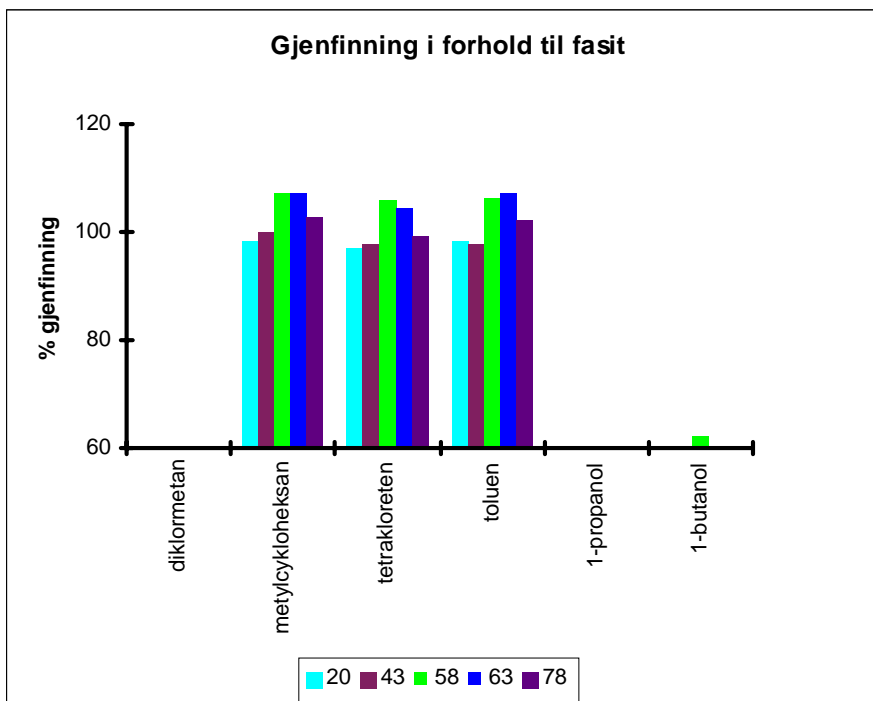
Karakterer

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

Kullrør. Laboratorium N.



Dosimetre. Laboratorium N.



R Sahlgrenska sjukhuset, Göteborg
Laboratoriets svar i µg

	Nr.	diklor- metan	metyl- cykloheksan	tetraklor- eten	toluen	* 1-propanol	1-butanol
Rør	14	139,2	124,9	176,9	46,5		115,2
	23	136,9	123,2	175,1	45,9		112,1
	48	129,1	114,6	162,0	41,7		105,2
Dosimetre	5	155,5	96,8	137,0	40,5		131,3
	23	156,5	98,9	139,2	41,2		130,1
	38	157,7	100,9	141,9	41,9		128,6
	62	152,7	98,2	137,9	41,1		125,8
	72	151,5	96,0	134,9	39,8		114,7

* Laboratoriet har ikke påvist 1-propanol.

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	diklor- metan	metyl- cykloheksan	tetraklor- eten	toluen	1-propanol	1-butanol	Luftvolum liter
Rør	14	94,7	85,0	120	31,6		78,4	1,47
	23	94,4	85,0	121	31,7		77,3	1,45
	48	94,9	84,3	119	30,7		77,4	1,36

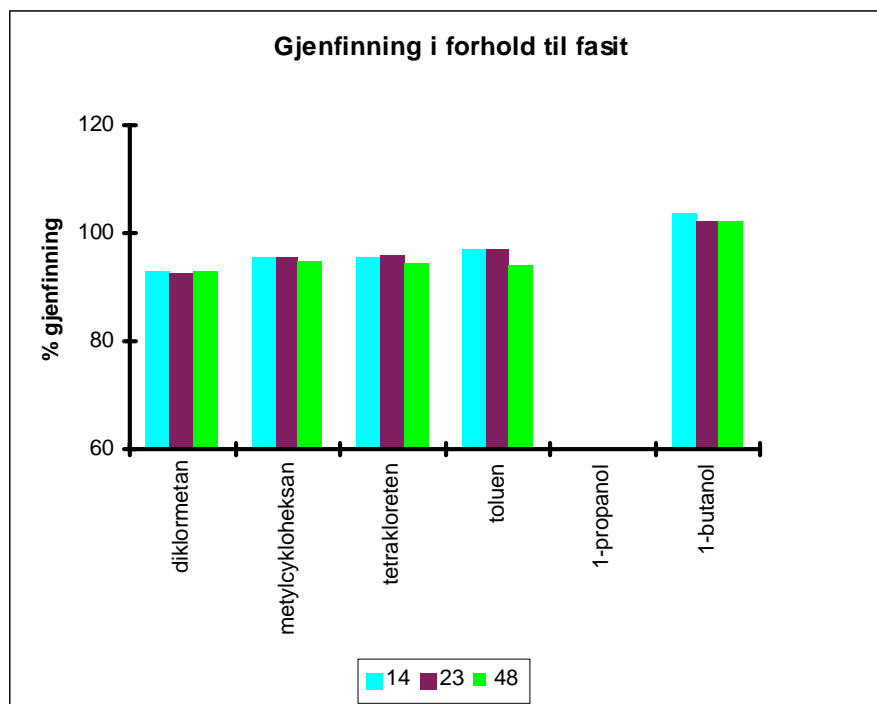
Beregnet gjenfinning (%).

	Nr.	diklor- metan	metyl- cykloheksan	tetraklor- eten	toluen	1-propanol	1-butanol
	14	92,8	95,6	95,5	97,0		104
	23	92,6	95,6	95,8	97,1		102
	48	93,1	94,8	94,5	94,1		102
Middelverdi		92,8	95,3	95,3	96,1		103
Avvik*		-7,2	-4,7	-4,7	-3,9		2,6
	5	105	102	104	108		112
	23	106	104	105	110		111
	38	107	106	108	112		110
	62	103	103	104	110		108
	72	102	101	102	106		98,0
Middelverdi		105	103	105	109		108
Avvik*		4,6	3,1	4,7	9,4		7,8

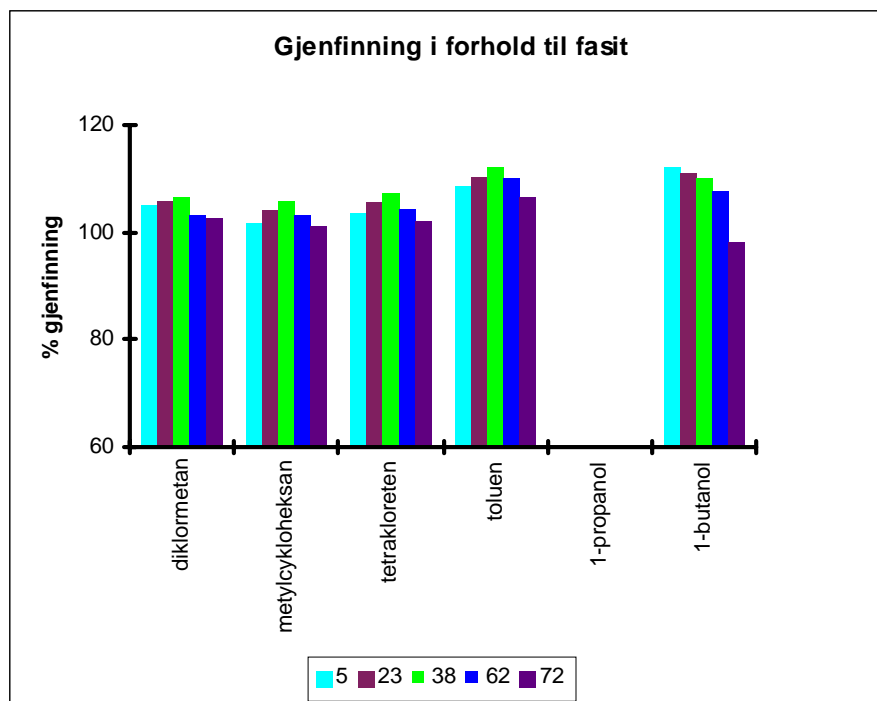
Karakterer

	Kval.kar:	Kvantitativ karakter			Samlet karakter
		Kullrør	Dosim.	Alle	
R	I	B	B	B	I

Kullrør. Laboratorium R.



Dosimetre. Laboratorium R.



U Tampere Regional Institute
Laboratoriets svar i µg

	Nr.	diklor- metan	metyl- cykloheksan	tetraklor- eten	toluen	1-propanol	1-butanol
Rør	21	140,0	121,7	172,8	44,3	125,6	100,6
	35	125,9	110,5	157,4	40,4	115,0	91,9
	43	134,0	116,7	166,5	42,7	120,8	95,8
Dosimetre	13	127,4	113,0	146,9	43,7	20,6	55,5
	22	123,9	111,9	144,5	49,2	19,4	52,2
	26	124,4	110,9	144,3	43,0	20,3	55,1
	36	119,5	107,6	139,5	41,5	19,4	52,5
	61	121,8	111,0	142,8	42,4	18,2	50,2

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	diklor- metan	metyl- cykloheksan	tetraklor- eten	toluen	1-propanol	1-butanol	Luftvolum liter
Rør	21	96,6	83,9	119	30,6	86,6	69,4	1,45
	35	95,4	83,7	119	30,6	87,1	69,6	1,32
	43	96,4	84,0	120	30,7	86,9	68,9	1,39

Beregnet gjenfinning (%)

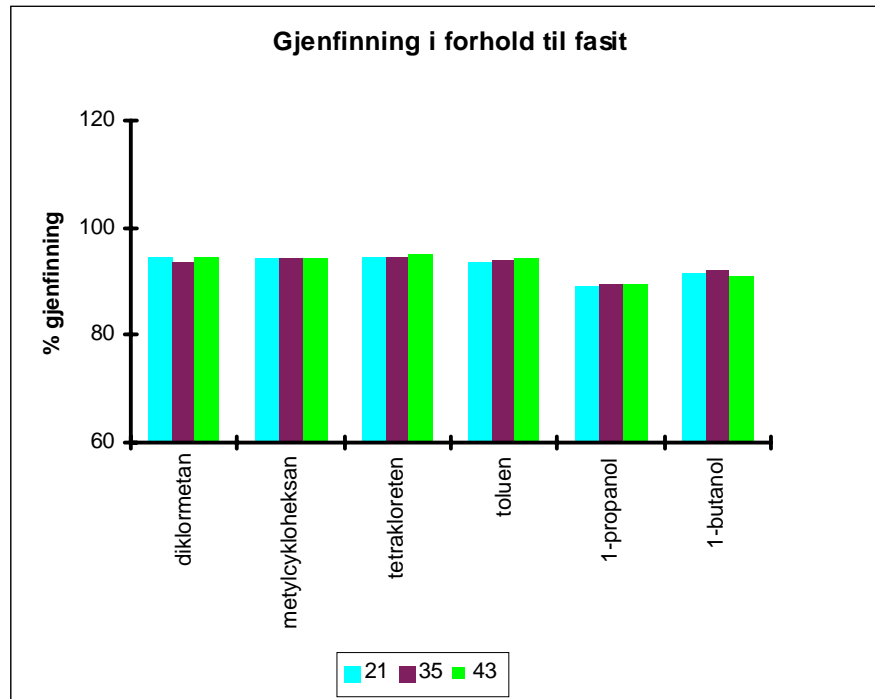
	Nr.	diklor- metan	metyl- cykloheksan	tetraklor- eten	toluen	1-propanol	1-butanol
	21	94,7	94,4	94,6	93,7	89,0	91,7
	35	93,5	94,2	94,6	93,9	89,5	92,0
	43	94,5	94,4	95,1	94,2	89,3	91,0
Middelverdi		94,2	94,3	94,8	93,9	89,3	91,6
Avvik*		-5,8	-5,7	-5,2	-6,1	-10,7	-8,4
	13	86,1	119	111	117	14,5	47,4
	22	83,7	118	109	132	13,7	44,6
	26	84,1	116	109	115	14,3	47,1
	36	80,7	113	106	111	13,7	44,9
	61	82	117	108	113	12,8	42,9
Middelverdi		83,4	116	109	118	13,8	45,4
Avvik*		-16,6	16,5	8,8	17,5	-86,2	-54,6

* % avvik i forhold til fasit

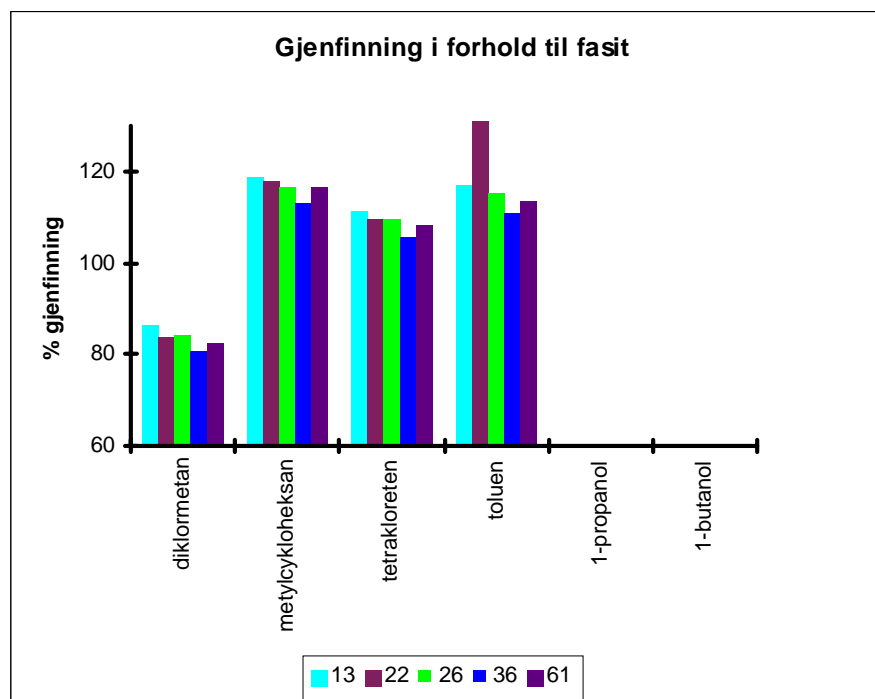
Karakterer

	Kval.kar:	Kvantitativ karakter			Samlet karakter
		Kullrør	Dosim.	Alle	
U	B	B	I	I	I

Kullrør. Laboratorium U.



Dosimetre. Laboratorium U.



W **Regioninstituttet i Åbo**
Laboratoriets svar i µg

	Nr.	diklor- metan	metyl- cykloheksan	tetraklor- eten	toluen	1-propanol	1-butanol
Rør	55	132	113	163	38	113	94
	59	139	118	170	40	120	97
	63	122	108	159	37	110	97
Dosimetre	18	145	96	133	38	137	107
	46	145	96	128	37	137	122
	50	145	98	134	38	136	122
	65	145	96	132	38	136	122
	71	135	91	122	34	126	107

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	diklor- metan	metyl- cykloheksan	tetraklor- eten	toluen	1-propanol	1-butanol	Luftvolum liter
Rør	55	95,0	81,3	117	27,3	81,3	67,6	1,39
	59	95,2	80,8	116	27,4	82,2	66,4	1,46
	63	89,1	78,8	116	27,0	80,3	70,8	1,37

Beregnet gjenfinning (%).

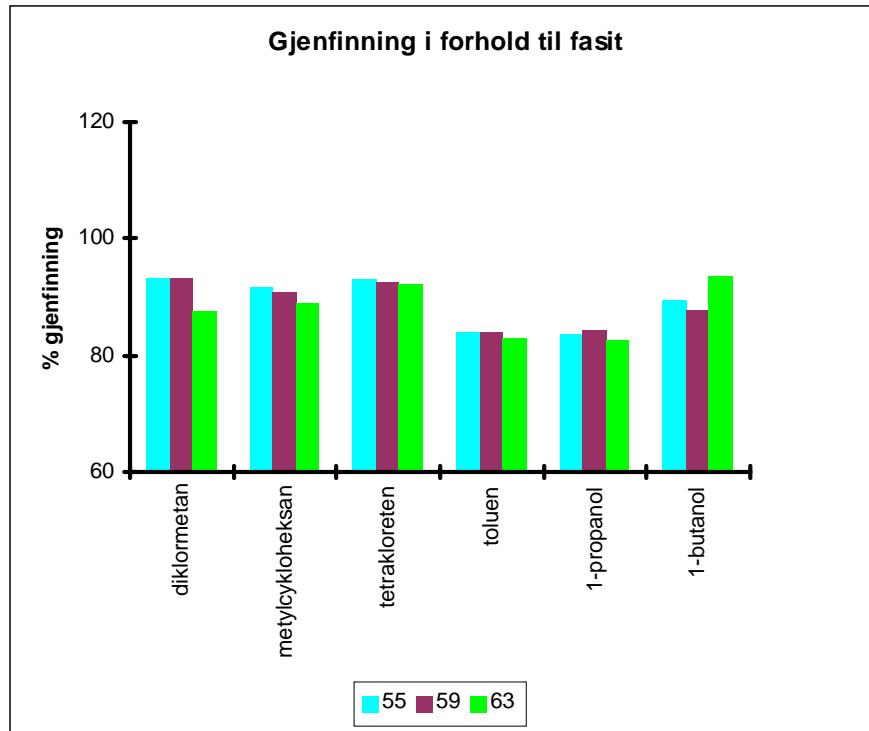
	Nr.	diklor- metan	metyl- cykloheksan	tetraklor- eten	toluen	1-propanol	1-butanol
	55	93,1	91,4	93,1	83,9	83,6	89,3
	59	93,3	90,9	92,4	84,0	84,5	87,8
	63	87,3	88,7	92,1	82,8	82,5	93,5
Middelverdi		91,2	90,3	92,5	83,6	83,5	90,2
Avvik*		-8,8	-9,7	-7,5	-16,4	-16,5	-9,8
	18	98,0	101	101	102	96,5	91
	46	98,0	101	97,0	98,9	96,5	104
	50	98,0	103	102	102	95,8	104
	65	98,0	101	100	102	95,8	104
	71	91,2	95,6	92,4	90,9	88,7	91
Middelverdi		96,6	100	98,3	99	94,6	99
Avvik*		-3,4	0,2	-1,7	-1,1	-5,4	-0,9

* % avvik i forhold til fasit

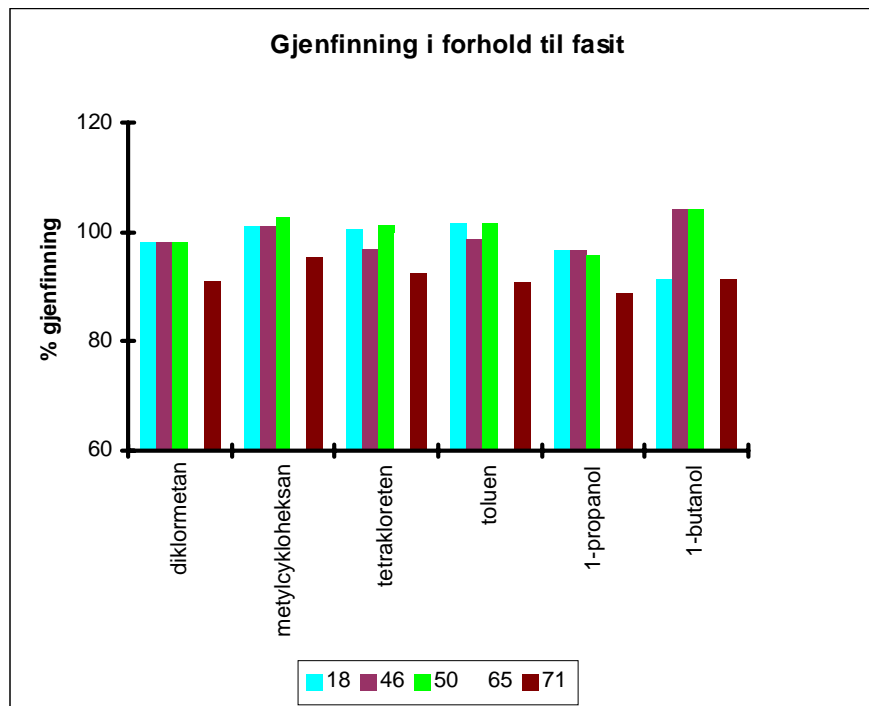
Karakterer

	Kval.kar:	Kvantitativ karakter			Samlet karakter
		Kullrør	Dosim.	Alle	
W	B	A	B	A	A

Kullrør. Laboratorium W.



Dosimetre. Laboratorium W.



X Dynea ASA
Laboratoriets svar i µg

	Nr.	diklor- metan	metyl- cykloheksan	tetraklor- eten	toluen	1-propanol	1-butanol
Rør	6	150	129	162	45,5	139	103
	19	149	127	160	44,9	135	101
	38	152	120	152	42,8	136	104
Dosimetre	25	166	101	132	43,4	181	118
	37	171	103	134	42,6	190	123
	55	164	103	135	42,7	169	114
	60	164	105	134	43,6	165	111
	85	168	101	132	41,7	186	121

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	diklor- metan	metyl- cykloheksan	tetraklor- eten	toluen	1-propanol	1-butanol	Luftvolum liter
Rør	6	106	91,5	115	32,3	98,6	73,0	1,41
	19	106	90,1	113	31,8	95,7	71,6	1,41
	38	106	83,9	106	29,9	95,1	72,7	1,43

Beregnet gjenfinning (%).

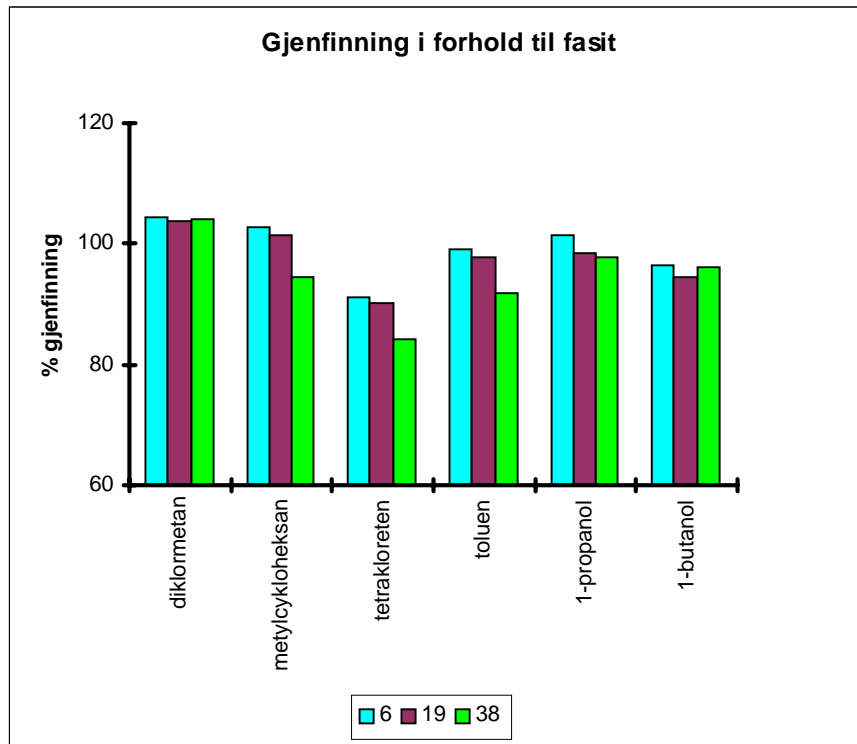
	Nr.	diklor- metan	metyl- cykloheksan	tetraklor- eten	toluen	1-propanol	1-butanol
	6	104	103	91,2	99,0	101	96,5
	19	104	101	90,1	97,7	98,4	94,6
	38	104	94,4	84,4	91,8	97,7	96,1
Middelverdi		104	100	88,5	96,2	99,2	95,7
Avvik*		4,0	-0,5	-11,5	-3,8	-0,8	-4,3
	25	112	106	100	116	127	101
	37	116	108	102	114	134	105
	55	111	108	102	114	119	97,4
	60	111	110	102	117	116	94,9
	85	114	106	100	111	131	103
Middelverdi		113	108	101	114	125	100
Avvik*		12,6	7,8	1,1	14,4	25,5	0,3

* % avvik i forhold til fasit

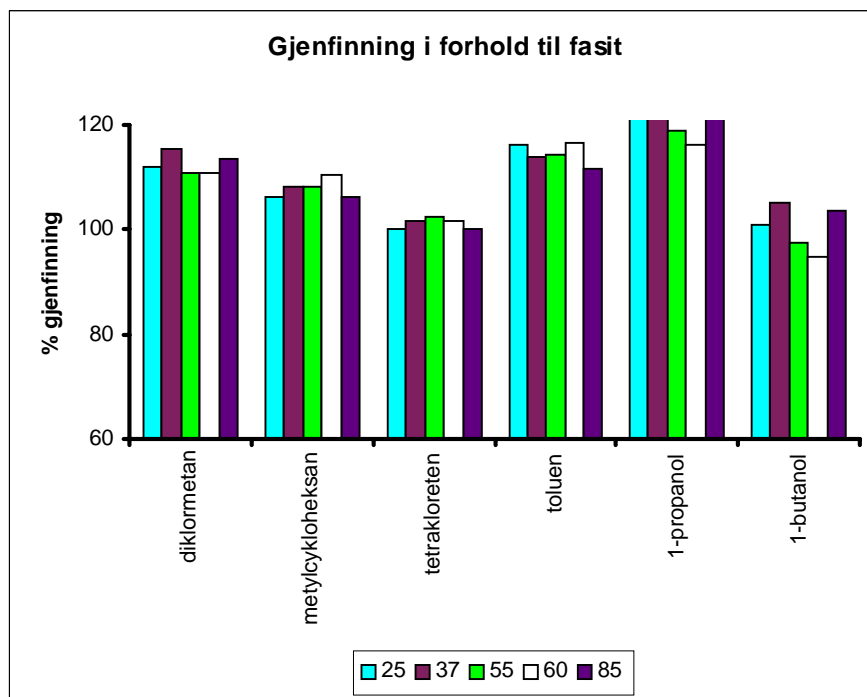
Karakterer

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

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 til interlaboratoriekontroll 34 utført ved Statens arbeidsmiljøinstitutt.

Analysebetingelser:

Desorpsjonsmiddel: DMF

Kromatograf: Carlo Erba Fractovap 2150 med FID og Dani 3940 autosampler

Kolonne: 2m 10% CW 400 på 80/100 Supelcoport

Kolonnetemp.: 70 °C

Tabell 1

Rør nr.	Konsentrasjon i µg/liter					
	diklor- metan	metyl- cykloheksan	tetraklor- eten	toluen	1-propanol	1-butanol
4	97,1	85,2	117	29,7	92,0	70,3
10	95,1	83,2	114	30,1	88,9	67,6
11	98,7	85,9	119	29,9	93,8	71,9
12	99,4	87,1	121	31,0	93,6	72,4
26	98,5	87,0	121	30,9	93,1	71,1
27	97,2	86,0	119	30,1	91,3	70,2
30	97,9	85,6	118	30,1	91,9	68,1
45	99,4	81,9	117	30,4	95,8	71,9
47	95,9	83,1	115	30,2	90,3	70,2
64	95,9	82,1	119	30,0	90,4	70,4

Tabell 2

Rør nr.	% Gjenfinning					
	diklor- metan	metyl- cykloheksan	tetraklor- eten	toluen	1-propanol	1-butanol
4	95,2	95,9	93,0	91,0	94,5	92,9
10	93,3	93,6	90,7	92,3	91,4	89,3
11	96,7	96,6	94,5	91,7	96,4	94,9
12	97,4	98,0	96,3	95,2	96,2	95,6
26	96,6	97,9	96,0	94,7	95,6	93,9
27	95,3	96,7	94,2	92,5	93,8	92,7
30	96,0	96,3	93,7	92,5	94,5	90,0
45	97,5	92,1	92,9	93,3	98,5	95,0
47	94,0	93,4	90,9	92,6	92,8	92,7
64	94,1	92,4	94,4	92,0	92,9	93,0
Middel	95,6	95,3	93,7	92,8	94,7	93,0
Stdav	1,5	2,2	1,9	1,3	2,1	2,1

Bestemmelse av referanseverdier for diffusjonsprøvetakerne ved interlaboratoriekontroll 34 utført ved Statens arbeidsmiljøinstitutt.

Analysebetingelser:

Desorpsjonsmiddel: DMF

Kromatograf: Carlo Erba Fractovap 2150 med FID og Dani 3940 autosampler

Kolonne: 2m 10% CW 400 på 80/100 Supelcoport

Kolonnetemp.: 70 °C

Tabell 3
Konsentrasjon i µg/prøve

Dos nr.	diklor- metan	metyl- cykloheksan	tetraklor- eten	toluen	1-propanol	1-butanol	
6	148	93,6	131	37,4	138	115	
9	152	97,0	131	37,1	140	117	
16	152	97,5	137	39,0	148	120	
31	153	98,9	137	37,1	147	119	
35	148	91,2	131	37,4	141	116	
45	141	94,6	130	37,1	139	115	
51	152	97,2	137	39,0	147	119	
66	147	97,0	133	38,1	145	118	
70	142	92,6	126	36,2	137	112	
82	145	92,6	130	35,8	138	115	
Middel	148	95,2	132	37,4	142	117	Ref.verdi (fasit)
Rel.stdav.	2,9	2,8	2,8	2,8	3,0	2,5	