



**Kvalitetssikring av arbeidsmiljøanalyser.
Sammenliknende laboratorieprøvinger.
Runde 35. Løsemidler.**

Forfattere: Merete Gjølstad og Syvert Thorud

Prosjektansvarlig: Merete Gjølstad

Dato: 19.08.2002

Serie: STAMI-rapport Årg. 3, nr. 3 (2002) ISSN:1502-0932

Sammendrag:

Seks finske, ett svensk og sju norske laboratorier mottok prøver i denne runden (nr. 35) 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 cykloheksan, diklormetan, 2-propanol, metylmetakrylat og n-butylacetat. 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.

Ti av de fjorten laboratoriene leverte svar. Åtte av disse har etter de oppsatte kriterier fått sine resultater akseptert. To laboratorier tilfredsstillt kravene til klassifiseringen "Bra". De to laboratoriene som totalt sett ikke har fått resultatene godkjent, har begge utført en tilfredsstillende kvalitativ bestemmelse.

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

Stikkord:

Sammenliknende laboratorieprøving
Løsemiddelbestemmelse
Diffusjonsprøvetakere
Kullrør

Key words:

Proficiency testing
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 bestemmelsen.....	8
7.2 Vurdering av den kvantitative bestemmelsen.....	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 runden av sammenliknende laboratorieprøvinger. 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, cykloheksan, 2-propanol, metylmetakrylat, og n-butylacetat. 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 eksponert for de samme komponentene. I tillegg mottok laboratoriene én blindprøve (blank) av hver prøvetype.

Ti av de fjorten laboratoriene har levert svar. Åtte laboratorier har etter de oppsatte kriterier fått sine resultater akseptert. To av disse tilfredsstillt kravene til klassifiseringen bra. For de to laboratoriene som ikke har fått resultatene akseptert er det den kvantitative bestemmelsen som ligger utenfor de oppsatte kriteriene for å få resultatet godkjent.

2. 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.

3. DELTAKENDE LABORATORIER

Prøvene ble sendt ut den 23. mai 2002 til følgende laboratorier:

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

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

E: SINTEF Unimed, Ekstremer 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: West Lab Services A/S, Postboks 139, 4056 Tananger.

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

S: Lappeenranta 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 24. juni 2002.

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 diklormetan, cykloheksan, 2-propanol, metylmetakrylat og n-butylacetat. 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. 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 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	Doc	Ja	Nei	Ja	Nei
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							
F	PE-1 30m x 0,32mm	60 - 120	CS ₂	2,0 ml	2,0 ml	X		X(6)	
H	NB-20M 25m x 0,32mm 1,0µm	40 - 200	CS ₂ + 2- butanol	1,0 ml	1,0 ml	X		X(1)	
	HP-5 25m x 0,32mm 1,05µm	40 - 200							
J	Carbowax 20M 50m	50 - 140	DMF	2,0 ml	2,0 ml	X		X(2)	
L	DB - WAX 30m x 0,32mm	35 - 125	CS ₂	2,0 ml	3,0 ml	X		X(3)	
	DB-1 30m x 0,32mm	35 - 125							
R	J & W DB-1 60m x 0,25 mm, 1 µm	50 - 250	CS ₂ + DMF	2,0 ml	2,0 ml	X		X(4)	
T	BP-1 25m x 0,53mm 5,0 µm	40 - 200	CS ₂	2,0 ml	2,0 ml	X			X
U	HP 5 HP Innowax	34 - 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, 30m x 0,25 mm 0,5µm	30 - 200	CS ₂	1,5 ml	3,0 ml	X		X(5)	
	CP Sil 8CB 25mx 0,32mm 1,0µm	30 - 300							

(1) 1-kloroktan
(2) Limonen

(3) Benzen
(4) Pentran (metoksyfluran)

(5) Klorbenzen
(6) Toluen

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 aritmetisk middel av resultatene for 10 tilfeldige dosimetre analysert ved Statens arbeidsmiljøinstitutt, se 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.

	diklormetan	cykloheksan	2-propanol	metylmetakrylat	n-butylacetat
Kullrør	148	102	87,7	53,3	115
Dosimetre	210	114	146	53,9	110

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

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 bestemmelsen. Det benyttes følgende kriterier:

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

8. RESULTATER

Fire av laboratoriene som fikk tilsendt prøver har ikke levert svar. Ett av disse (laboratorium B) har i ettertid opplyst at de ikke lenger analyserer denne type luftprøver, og at videre deltakelse derfor er uaktuelt for dem. De tre andre laboratoriene har ikke levert svar på grunn av praktiske vanskeligheter ved laboratoriet i den aktuelle perioden.

De laboratoriene som har levert svar har alle påvist riktig antall komponenter i prøvene, men tre laboratorier har feilidentifisert én komponent (metylmetakrylat).

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 åtte av de ti laboratoriene som har levert svar, får resultatene akseptert, to av disse har fått karakteren «BRA». De to laboratoriene som denne gang totalt sett ikke tilfredsstiller de oppsatte godkjenningkriteriene, har begge utført en akseptabel kvalitativ bestemmelse av prøvene. 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.

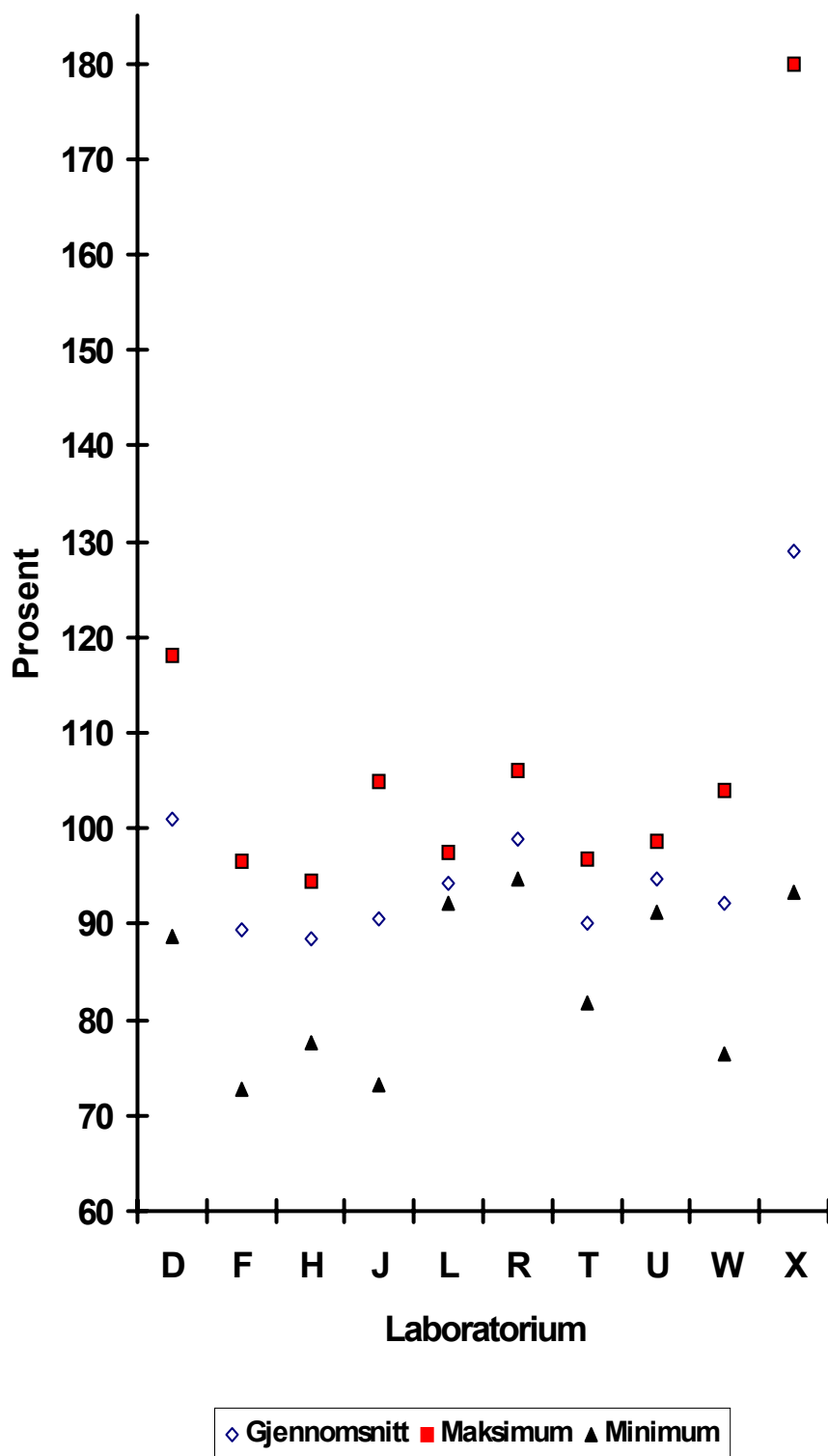
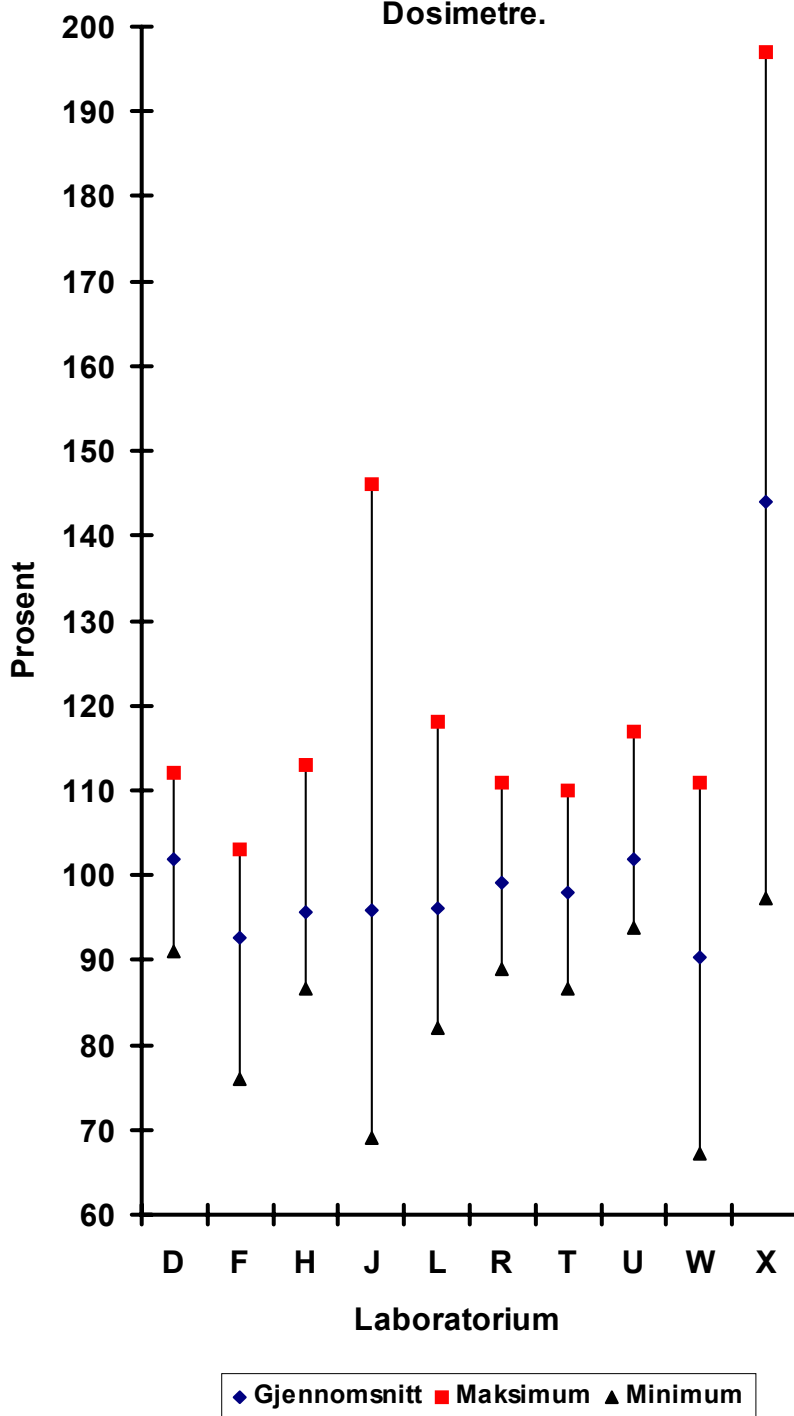


Fig. 8.2
Gjennomsnittlig gjenfinning i forhold til fasit.
Dosimetre.



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

- svar 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. 34 og 35). 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 34	RUNDE 35	GJELDENDE
B	A	I*	A
D	B	A	A
E	A	I*	A
F	I*	A	A
H	I	A	A
J	A	A	A
L	I	A	A
N	I	I*	I
R	I	B	A
S	I*	I*	I
T	I*	A	A
U	I	B	A
W	A	I	A
X	A	I	A

* Laboratoriet har ikke levert svar.

A = akseptabelt

B = bra

I = ikke akseptabelt

VEDLEGG 1.

RESULTATTABELLER OG FIGURER

D X-LAB
Laboratoriets svar i µg

	Nr.	diklor- metan	cykloheksan	2-propanol	metyl- metakrylat	n-butyl- acetat
Rør	24**					
	61	224	141	147	67,2	152
	67	220	139	143	66,9	151
Dosimetre	54	195	110	157	57,4	108
	60	201	114	163	59,4	111
	61	191	108	153	56,5	107
	85	200	111	160	57,8	109
	86	198	111	162	58,5	111

**Prøven forkastet av laboratoriet p.gr.a. et uhell

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	diklor- metan	cykloheksan	2-propanol	metyl- metakrylat	n-butyl- acetat	Luftvolum liter
Rør	24						1,36
	61	158	99,3	104	47,3	107	1,42
	67	158	100	103	48,1	109	1,39

Beregnet gjenfinning (%).

	Nr.	diklor- metan	cykloheksan	2-propanol	metyl- metakrylat	n-butyl- acetat
	24					
	61	107	97,3	118	88,8	93,0
	67	107	98,0	117	90,3	94,3
Middelverdi		107	97,7	118	89,6	93,6
Avvik*		6,8	-2,3	17,7	-10,4	-6,4
	54	92,9	96,5	108	107	98,5
	60	95,7	100	112	110	101
	61	91,0	94,7	105	105	97,6
	85	95,2	97,4	110	107	99,5
	86	94,3	97,4	111	109	101
Middelverdi		93,8	97,2	109	108	100
Avvik*		-6,2	-2,8	8,9	7,5	-0,4

* % avvik i forhold til fasit

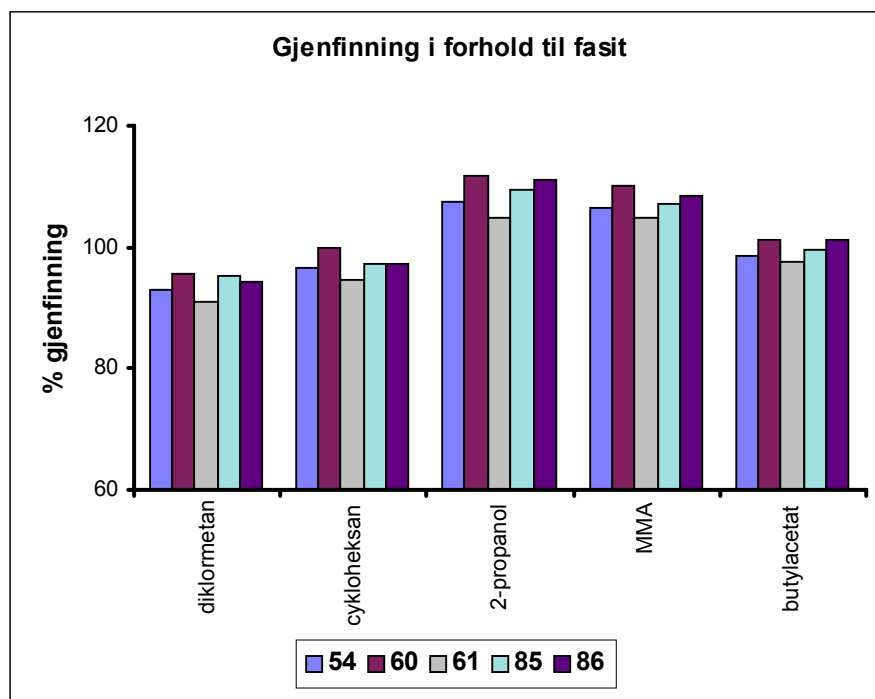
Karakterer

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

Kullrør. Laboratorium D.



Dosimetre. Laboratorium D.



F Høgskolen i Agder
Laboratoriets svar i µg

	Nr.	diklor- metan	cykloheksan	2-propanol	**metyl- metakrylat	n-butyl- acetat
Rør	47	195,9	134,6	104,5		147,8
	54	172,8	130,2	90,6		146,8
	65	175,1	133,6	88,1		149,2
Dosimetre	5	199,9	109,8	110,8		107,7
	36	199,7	106,7	114,3		103,1
	38	212,3	117,9	123,7		111,1
	57	196,6	109,0	113,8		107,5
	62	202,5	110,7	119,0		105,8

** Komponenten er feilidentifisert av laboratoriet

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	diklor- metan	cykloheksan	2-propanol	metyl- metakrylat	n-butyl- acetat	Luftvolum liter
Rør	47	143	98,2	76,3		108	1,37
	54	128	96,4	67,1		109	1,35
	65	127	96,8	63,8		108	1,38

Beregnet gjenfinning (%).

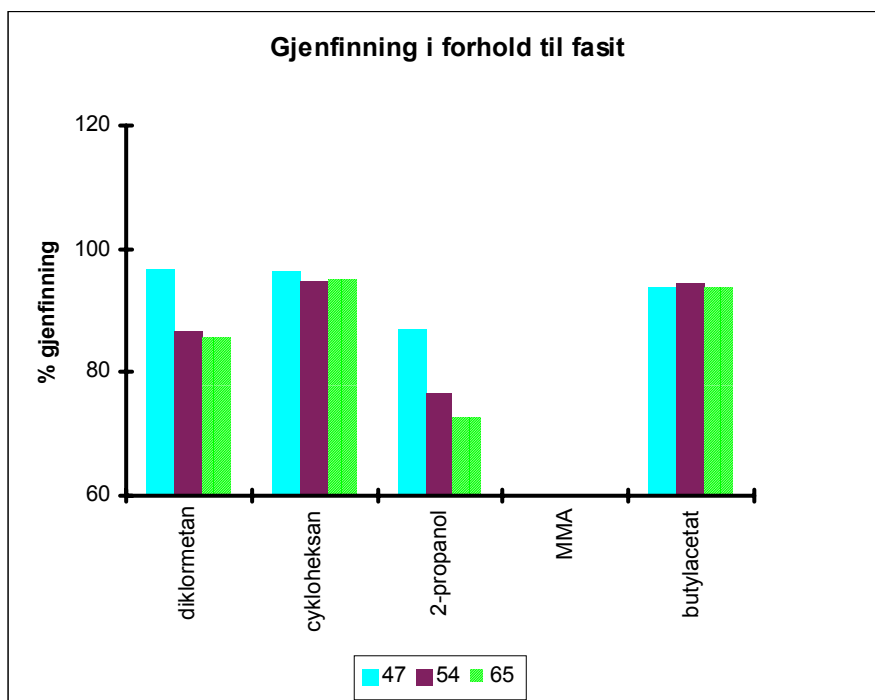
	Nr.	diklor- metan	cykloheksan	2-propanol	metyl- metakrylat	n-butyl- acetat
	47	96,6	96,3	87,0		93,7
	54	86,5	94,6	76,5		94,4
	65	85,7	94,9	72,8		93,9
Middelverdi		89,6	95,3	78,8		94,0
Avvik*		-10,4	-4,7	-21,2		-6,0
	5	95,2	96,3	75,9		98,3
	36	95,1	93,6	78,3		94,1
	38	101	103	84,7		101
	57	93,6	95,6	77,9		98,1
	62	96,4	97,1	81,5		96,5
Middelverdi		96,3	97,2	79,7		97,7
Avvik*		-3,7	-2,8	-20,3		-2,3

* % avvik i forhold til fasit

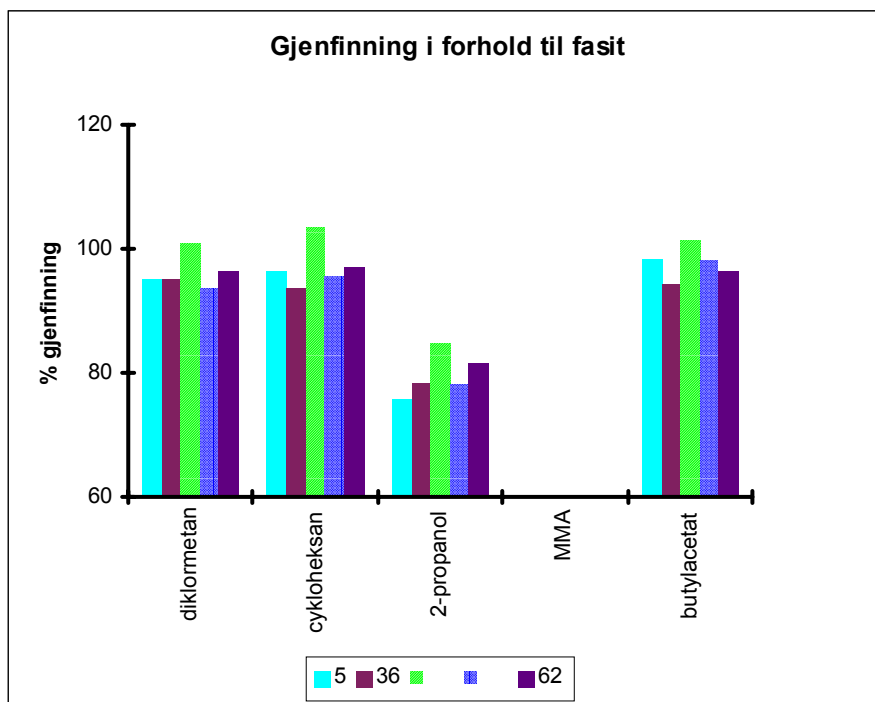
Karakterer

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

Kullrør. Laboratorium F.



Dosimetre. Laboratorium F.



H **Regioninstituttet i Helsingfors**
Laboratoriets svar i µg

	Nr.	diklor- metan	cykloheksan	2-propanol	metyl- metakrylat	n-butyl- acetat
Rør	30	184,0	126,0	110,7	63,8	134,2
	45	197,0	135,8	117,2	69,0	154,8
	60	158,3	126,7	114,4	64,3	144,9
Dosimetre	18	197,3	107,9	165,4	51,1	109,7
	42	175,3	101,4	147,1	46,8	102,7
	52	191,2	104,3	155,8	48,3	105,2
	75	167,2	95,2	136,2	43,4	96,6
	80	181,6	103,7	146,3	47,9	105,0

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	diklor- metan	cykloheksan	2-propanol	metyl- metakrylat	n-butyl- acetat	Luftvolum liter
Rør	30	133	91,3	80,2	46,2	97,2	1,38
	45	132	91,1	78,7	46,3	104	1,49
	60	115	91,8	82,9	46,6	105	1,38

Beregnet gjenfinning (%).

	Nr.	diklor- metan	cykloheksan	2-propanol	metyl- metakrylat	n-butyl- acetat
	30	90,1	89,5	91,5	86,8	84,4
	45	89,3	89,4	89,7	86,9	90,2
	60	77,5	90,0	94,5	87,4	91,2
Middelverdi		85,6	89,6	91,9	87,0	88,6
Avvik*		-14,4	-10,4	-8,1	-13,0	-11,4
	18	94,0	94,6	113	94,9	100
	42**					
	52	91,0	91,5	107	89,7	96,0
	75**					
	80	86,5	91,0	100	88,9	95,8
Middelverdi		90,5	92,4	107	91,1	97,3
Avvik*		-9,5	-7,6	6,7	-8,9	-2,7

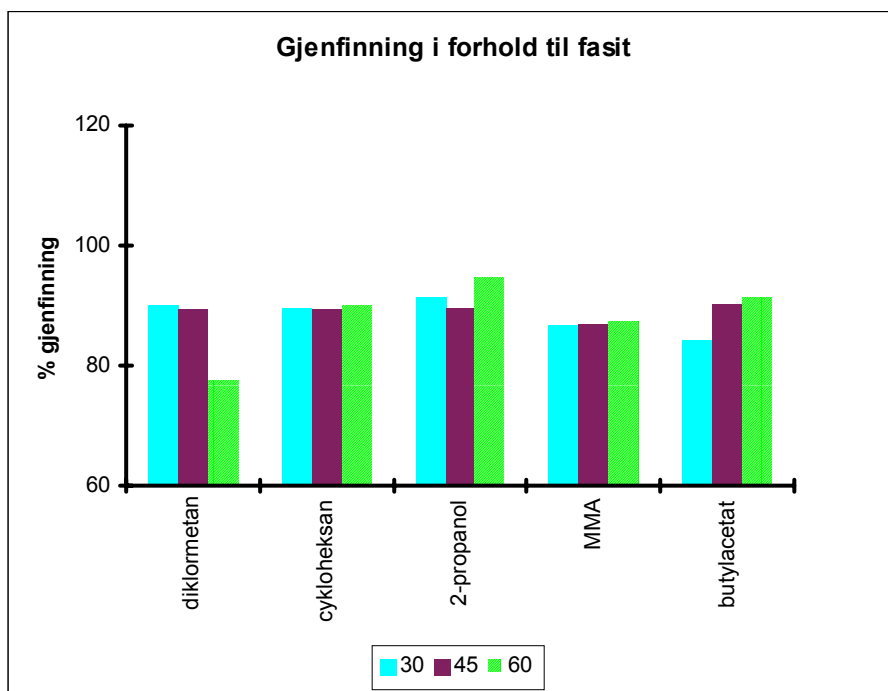
* % avvik i forhold til fasit

** Prøver forkastet p.gr.av åpne dosimetre ved ankomst laboratoriet

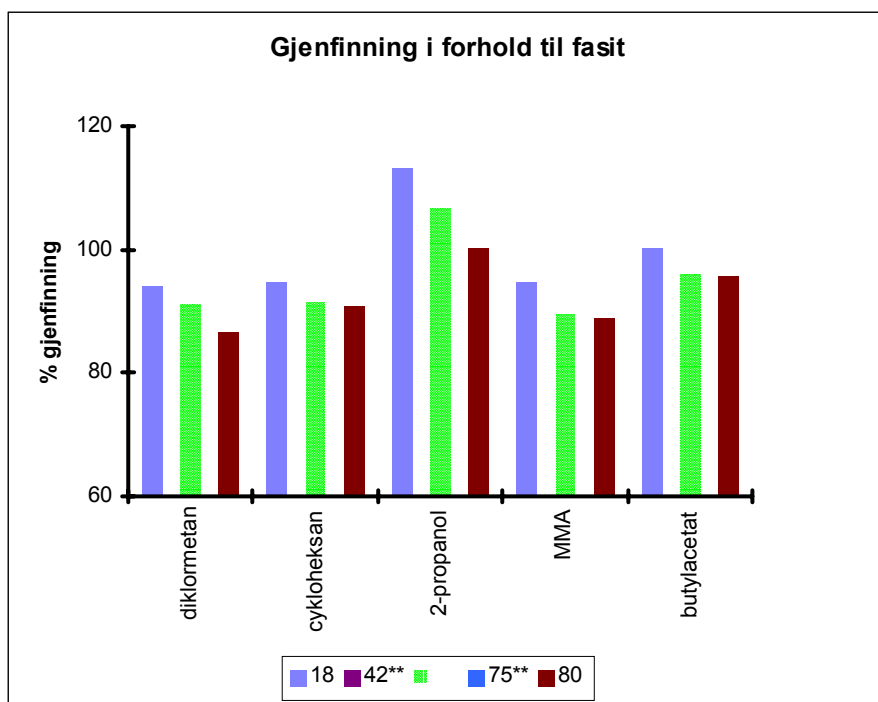
Karakterer

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

Kullrør. Laboratorium H.



Dosimetre. Laboratorium H.



J Kuopio aluetyöterveyslaitos**Laboratoriets svar i µg**

	Nr.	diklor- metan	cykloheksan	2-propanol	**metyl- metakrylat	n-butyl- acetat
Rør	3	155	137	112		151
	38	149	140	110		156
	50	150	147	110		156
Dosimetre	3	147	117	115		110
	24	148	115	117		116
	34	148	117	118		114
	76	145	108	113		112
	79	203	164	170		160

** Komponenten er feilidentifisert av laboratoriet

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	diklor- metan	cykloheksan	2-propanol	metyl- metakrylat	n-butyl- acetat	Luftvolum liter
Rør	3	108	95,8	78,3		106	1,43
	38	110	104	81,5		116	1,35
	50	109	107	80,3		114	1,37

Beregnet gjenfinning (%).

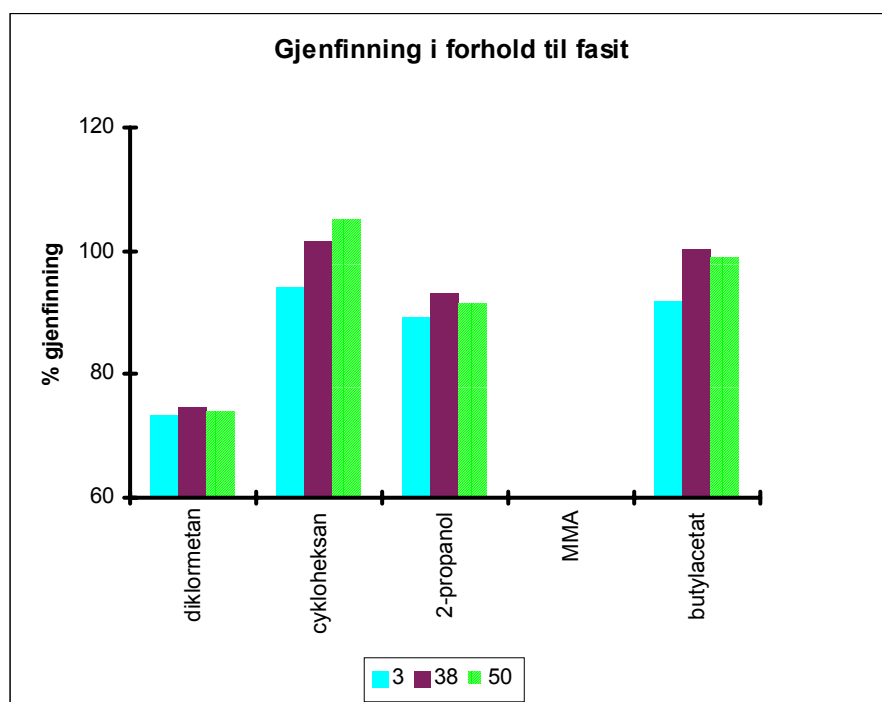
	Nr.	diklor- metan	cykloheksan	2-propanol	metyl- metakrylat	n-butyl- acetat
	3	73,2	93,9	89,3		91,7
	38	74,6	102	92,9		100
	50	74,0	105	91,6		98,9
Middelverdi		73,9	100	91,3		97,0
Avvik*		-26,1	0,3	-8,7		-3,0
	3	70,0	103	78,8		100
	24	70,5	101	80,1		106
	34	70,5	103	80,8		104
	76	69,0	94,7	77,4		102
	79	96,7	144	116		146
Middelverdi		75,3	109	86,7		112
Avvik*		-24,7	8,9	-13,3		11,7

* % avvik i forhold til fasit

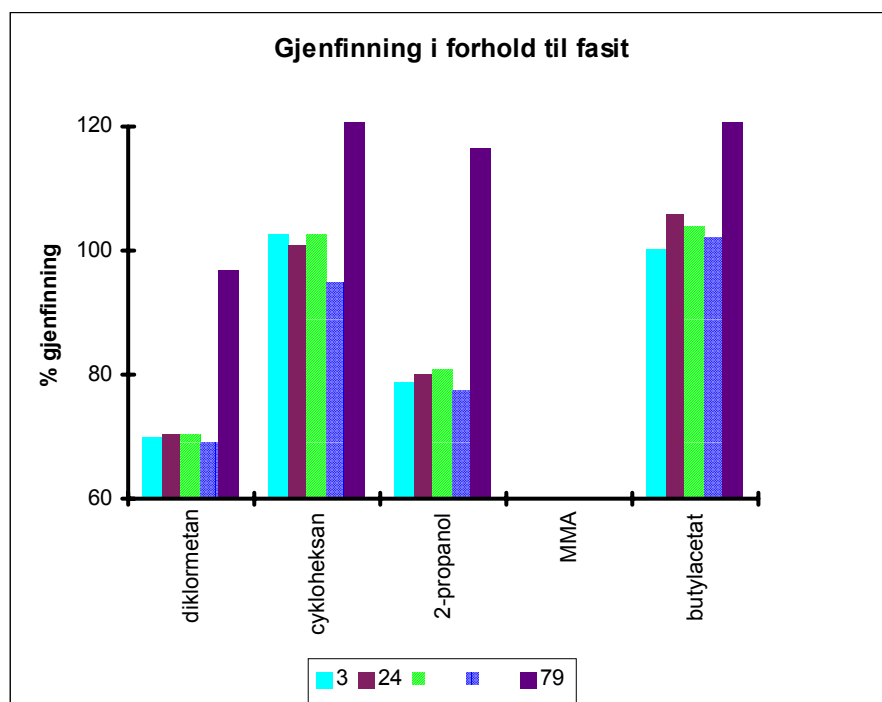
Karakterer

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

Kullrør. Laboratorium J.



Dosimetre. Laboratorium J.



Laboratoriets svar i µg

	Nr.	diklor- metan	cykloheksan	2-propanol	metyl- metakrylat	n-butyl- acetat
Rør	6	194	137	116	70,3	157
	15	191	135	115	68,7	155
	18	197	138	116	70,7	159
Dosimetre	13	179	107	126	61,8	111
	29	182	105	123	62,1	110
	63	176	108	124	61,0	109
	65	172	106	128	62,2	111
	81	180	109	129	63,3	111

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	diklor- metan	cykloheksan	2-propanol	metyl- metakrylat	n-butyl- acetat	Luftvolum liter
Rør	6	139	97,9	82,9	50,2	112	1,40
	15	136	96,4	82,1	49,1	111	1,40
	18	138	96,5	81,1	49,4	111	1,43

Beregnet gjenfinning (%).

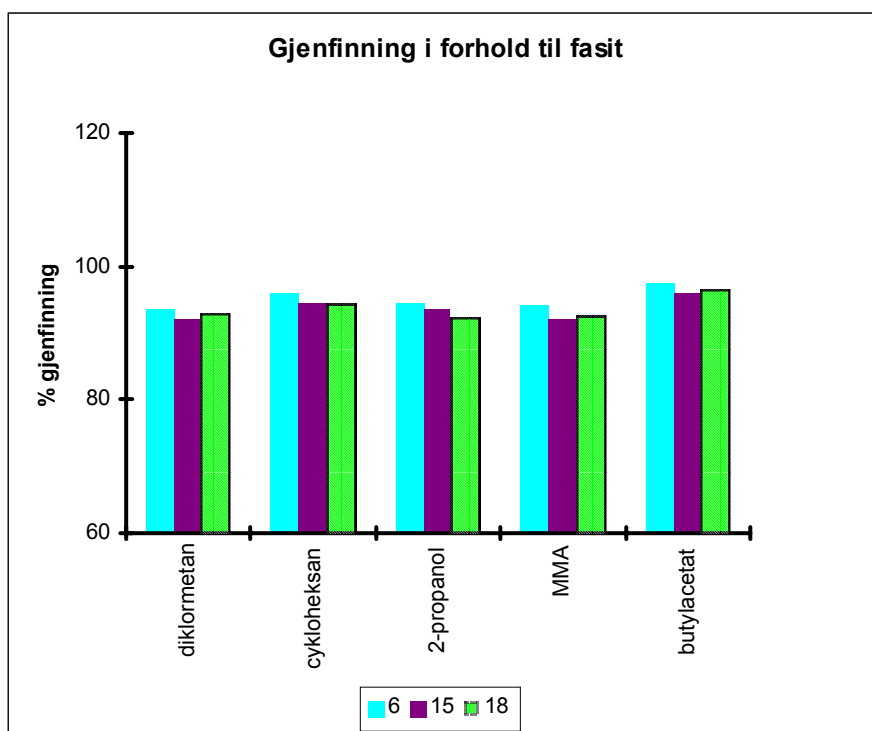
	Nr.	diklor- metan	cykloheksan	2-propanol	metyl- metakrylat	n-butyl- acetat
	6	93,6	95,9	94,5	94,2	97,4
	15	92,2	94,5	93,7	92,1	96,1
	18	93,1	94,6	92,5	92,8	96,6
Middelverdi		93,0	95,0	93,6	93,0	96,7
Avvik*		-7,0	-5,0	-6,4	-7,0	-3,3
	13	85,2	93,9	86,3	115	101
	29	86,7	92,1	84,2	115	100
	63	83,8	94,7	84,9	113	99,5
	65	81,9	93,0	87,7	115	101
	81	85,7	95,6	88,3	118	101
Middelverdi		84,7	93,9	86,3	115	101
Avvik*		-15,3	-6,1	-13,7	15,2	0,7

* % avvik i forhold til fasit

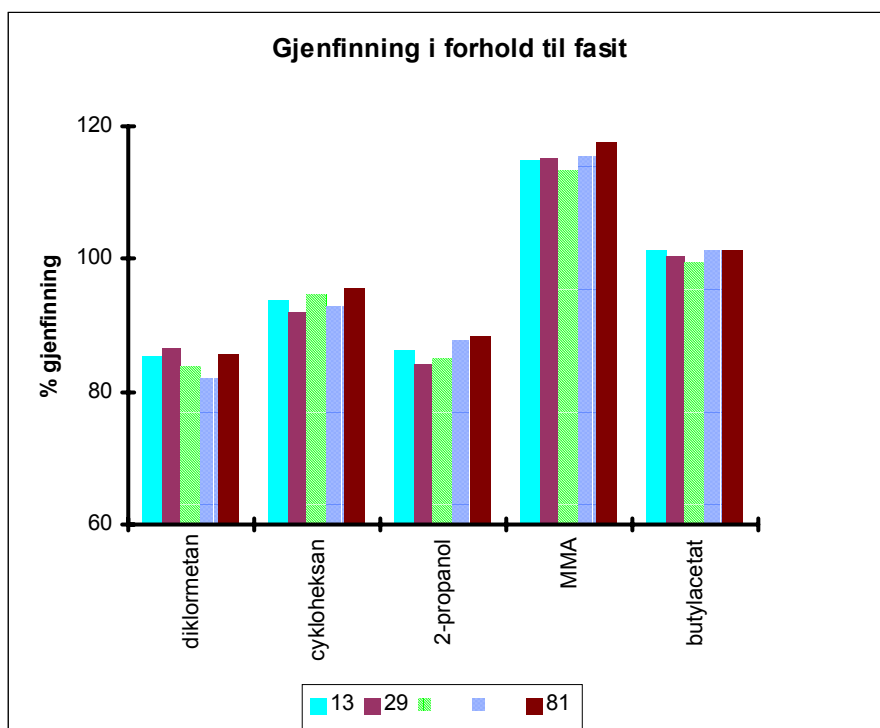
Karakterer

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

Kullrør. Laboratorium L.



Dosimetre. Laboratorium L.



R Sahlgrenska sjukhuset, Göteborg
Laboratoriets svar i µg

	Nr.	diklor- metan	cykloheksan	2-propanol	metyl- metakrylat	n-butyl- acetat
Rør	13	203	140	121	80	155
	29	196	133	117	75	147
	51	208	144	122	81	160
Dosimetre	1	187	107	143	57	106
	9	192	111	142	60	110
	44	192	111	147	60	110
	68	193	108	149	58	107
	74	197	109	154	58	107

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	diklor- metan	cykloheksan	2-propanol	metyl- metakrylat	n-butyl- acetat	Luftvolum liter
Rør	13	143	98,6	85,2	56,3	109	1,42
	29	146	99,3	87,3	56,0	110	1,34
	51	145	101	85,3	56,6	112	1,43

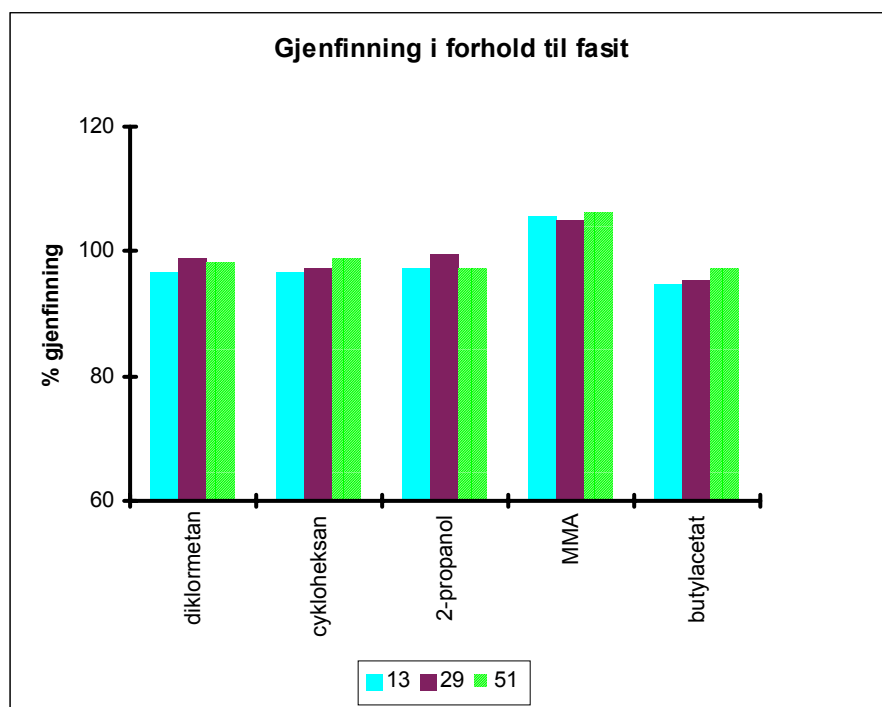
Beregnet gjenfinning (%).

	Nr.	diklor- metan	cykloheksan	2-propanol	metyl- metakrylat	n-butyl- acetat
	13	96,6	96,7	97,2	106	94,8
	29	98,8	97,3	99,6	105	95,3
	51	98,3	98,7	97,3	106	97,2
Middelverdi		97,9	97,6	98,0	106	95,7
Avvik*		-2,1	-2,4	-2,0	5,7	-4,3
	1	89,0	93,9	97,9	106	96,7
	9	91,4	97,4	97,3	111	100
	44	91,4	97,4	101	111	100
	68	91,9	94,7	102	108	97,6
	74	93,8	95,6	105	108	97,6
Middelverdi		91,5	95,8	101	109	98,5
Avvik*		-8,5	-4,2	0,7	8,8	-1,5

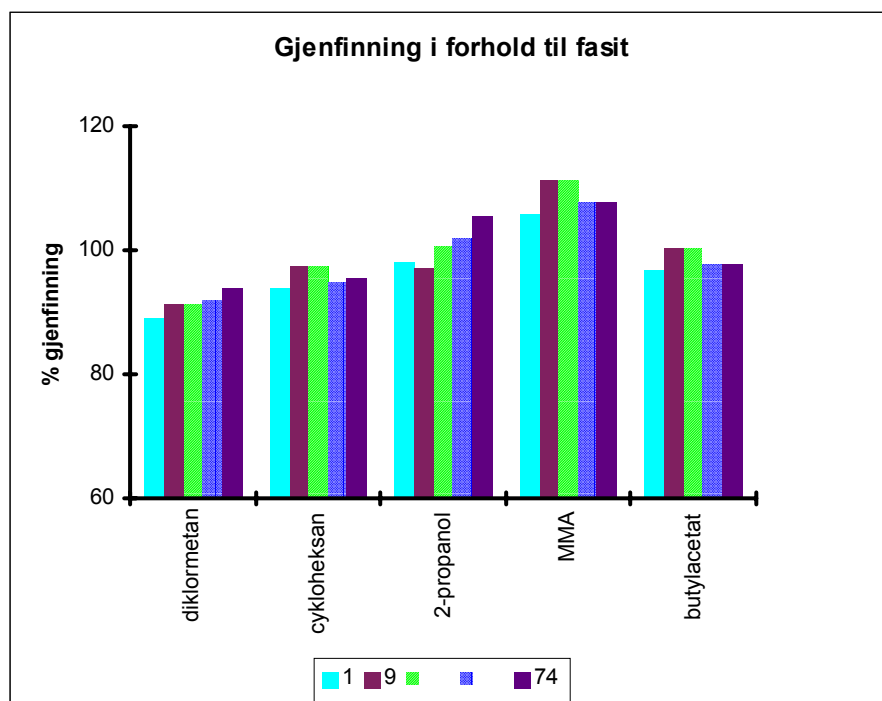
Karakterer

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

Kullrør. Laboratorium R.



Dosimetre. Laboratorium R.



T Oulun aluetyöterveyslaitos
Laboratoriets svar i µg

	Nr.	diklor- metan	cykloheksan	2-propanol	metyl- metakrylat	n-butyl- acetat
Rør	9	182	125	108	61	137
	39	189	125	113	58	136
	55	188	128	110	60	140
Dosimetre	7	182	103	148	57	102
	10	182	103	153	57	101
	20	192	108	159	59	105
	78	193	108	161	56	105
	87	189	106	158	58	104

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	diklor- metan	cykloheksan	2-propanol	metyl- metakrylat	n-butyl- acetat	Luftvolum liter
Rør	9	136	93,3	80,6	45,5	102	1,34
	39	142	94,0	85,0	43,6	102	1,33
	55	137	93,4	80,3	43,8	102	1,37

Beregnet gjenfinning (%).

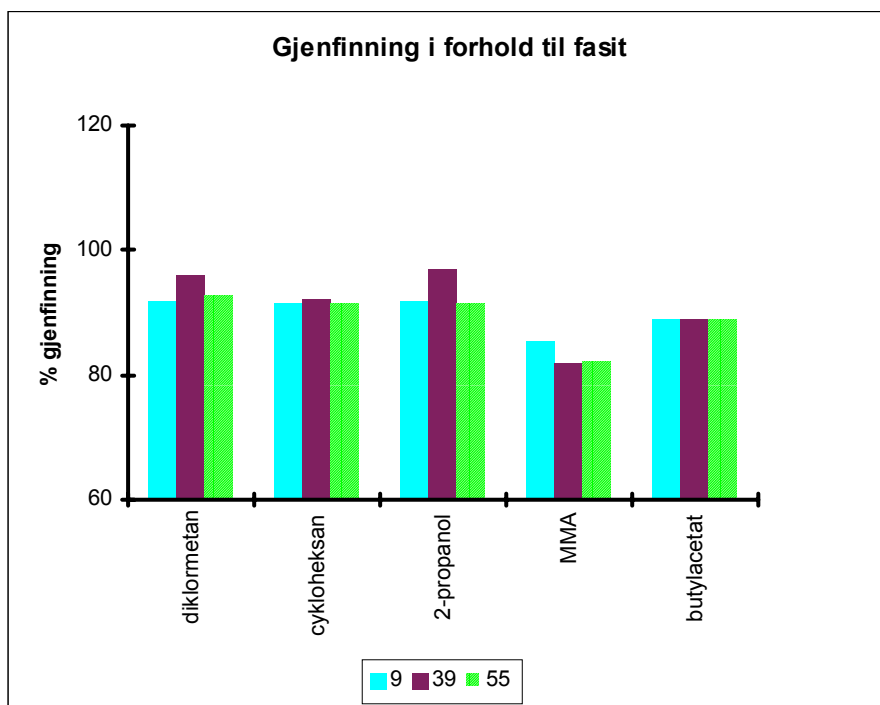
	Nr.	diklor- metan	cykloheksan	2-propanol	metyl- metakrylat	n-butyl- acetat
	9	91,8	91,5	91,9	85,4	88,8
	39	96,0	92,1	96,9	81,8	88,8
	55	92,7	91,6	91,6	82,2	88,7
Middelverdi		93,5	91,7	93,5	83,1	88,8
Avvik*		-6,5	-8,3	-6,5	-16,9	-11,2
	7	86,7	90,4	101	106	93,1
	10	86,7	90,4	105	106	92,2
	20	91,4	94,7	109	110	95,8
	78	91,9	94,7	110	104	95,8
	87	90,0	93,0	108	108	94,9
Middelverdi		89,3	92,6	107	107	94,3
Avvik*		-10,7	-7,4	6,7	6,6	-5,7

* % avvik i forhold til fasit

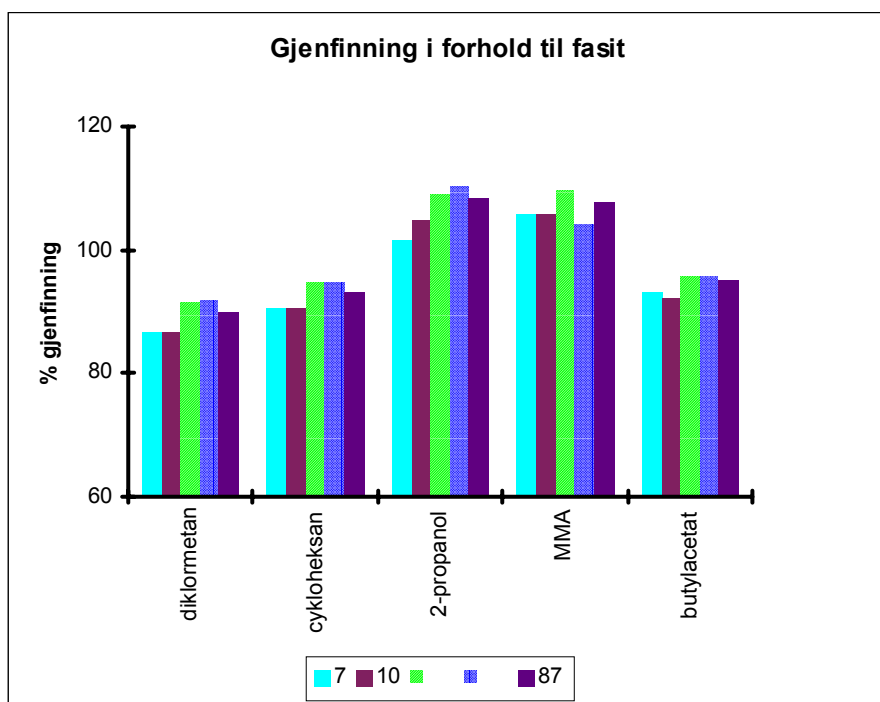
Karakterer

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

Kullrør. Laboratorium T.



Dosimetre. Laboratorium T.



Laboratoriets svar i µg

	Nr.	diklor- metan	cykloheksan	2-propanol	metyl- metakrylat	n-butyl- acetat
Rør	10	209	144	117	71,0	158
	14	212	146	117	71,7	161
	37	227	157	127	76,4	170
Dosimetre	11	200	109	150	57,7	109
	17	201	110	150	58,7	111
	27	197	107	147	56,8	107
	47	200	109	152	58,3	110
	59	216	119	159	62,9	118

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	diklor- metan	cykloheksan	2-propanol	metyl- metakrylat	n-butyl- acetat	Luftvolum liter
Rør	10	143	98,6	80,1	48,6	108	1,46
	14	145	100	80,1	49,1	110	1,46
	37	146	101	81,4	49,0	109	1,56

Beregnet gjenfinning (%).

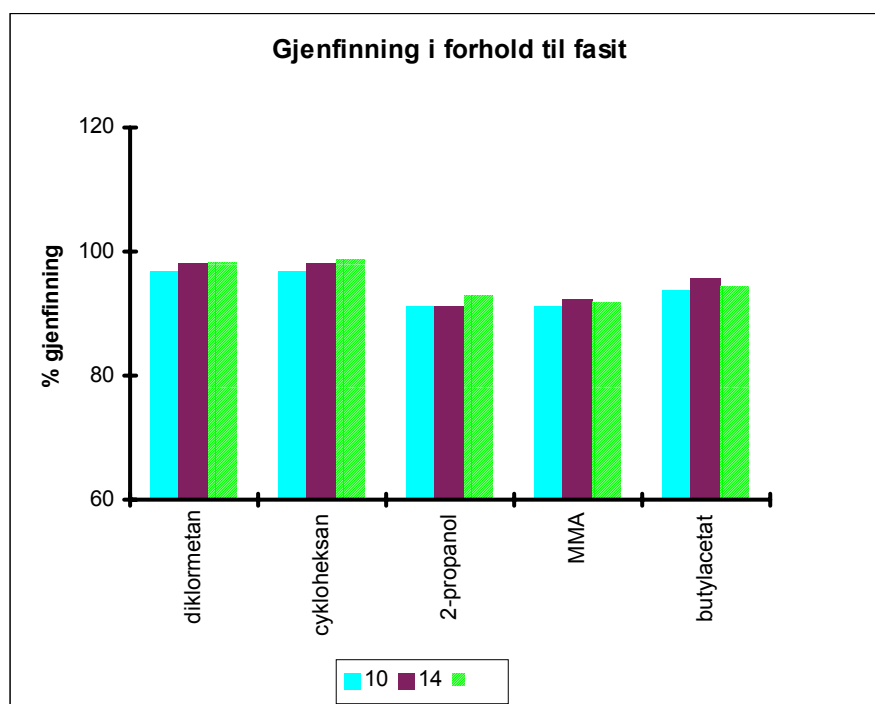
	Nr.	diklor- metan	cykloheksan	2-propanol	metyl- metakrylat	n-butyl- acetat
	10	96,7	96,7	91,4	91,3	94,0
	14	98,1	98,0	91,4	92,2	95,8
	37	98,3	98,7	92,8	91,9	94,6
Middelverdi		97,7	97,8	91,9	91,8	94,8
Avvik*		-2,3	-2,2	-8,1	-8,2	-5,2
	11	95,2	95,6	103	107	99,5
	17	95,7	96,5	103	109	101
	27	93,8	93,9	101	105	97,6
	47	95,2	95,6	104	108	100
	59	103	104	109	117	108
Middelverdi		96,6	97,2	104	109	101
Avvik*		-3,4	-2,8	3,8	9,3	1,3

* % avvik i forhold til fasit

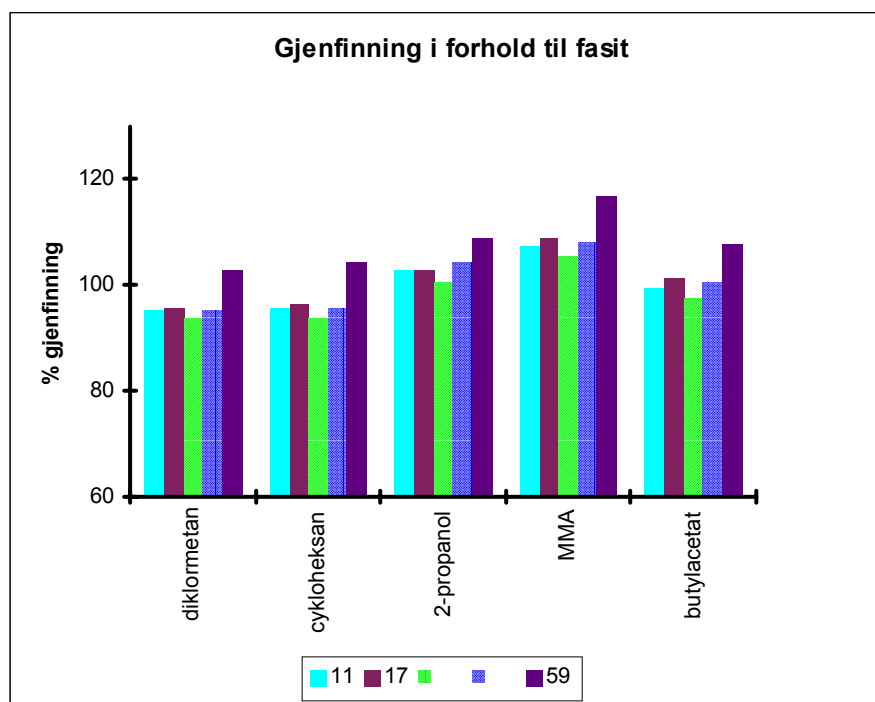
Karakterer

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

Kullrør. Laboratorium U.



Dosimetre. Laboratorium U.



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

	Nr.	diklor- metan	cykloheksan	2-propanol	metyl- metakrylat	n-butyl- acetat
Rør	20	163	150	104	77	165
	28	161	147	101	74	163
	36	164	152	103	75	164
Dosimetre	2	160	118	101	59	108
	15	152	112	98	58	104
	33	158	118	101	60	109
	48	158	116	101	58	109
	72	155	113	98	58	107

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	diklor- metan	cykloheksan	2-propanol	metyl- metakrylat	n-butyl- acetat	Luftvolum liter
Rør	20	113	104	72,2	53,5	115	1,44
	28	114	104	71,6	52,5	116	1,41
	36	115	106	72,0	52,4	115	1,43

Beregnet gjenfinning (%).

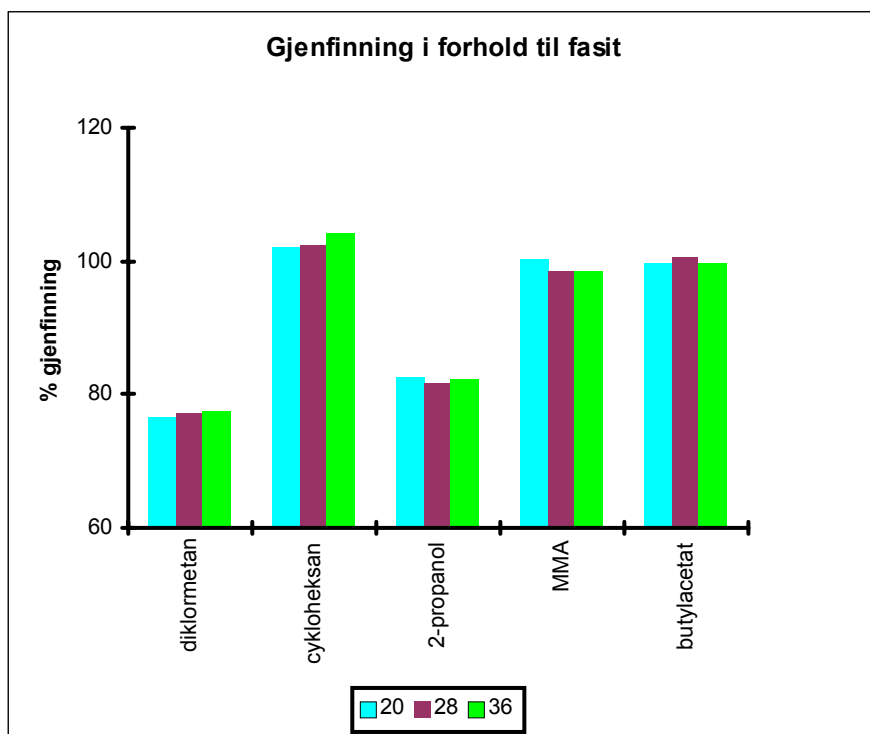
	Nr.	diklor- metan	cykloheksan	2-propanol	metyl- metakrylat	n-butyl- acetat
	20	76,5	102	82,4	100	99,5
	28	77,2	102	81,7	98,5	100
	36	77,5	104	82,1	98,4	99,6
Middelverdi		77,0	103	82,1	99,1	99,8
Avvik*		-23,0	2,8	-17,9	-0,9	-0,2
	2	76,2	104	69,2	110	98,5
	15	72,4	98,2	67,1	108	94,9
	33	75,2	104	69,2	111	99,5
	48	75,2	102	69,2	108	99,5
	72	73,8	99,1	67,1	108	97,6
Middelverdi		74,6	101	68,3	109	98,0
Avvik*		-25,4	1,2	-31,7	8,8	-2,0

* % avvik i forhold til fasit

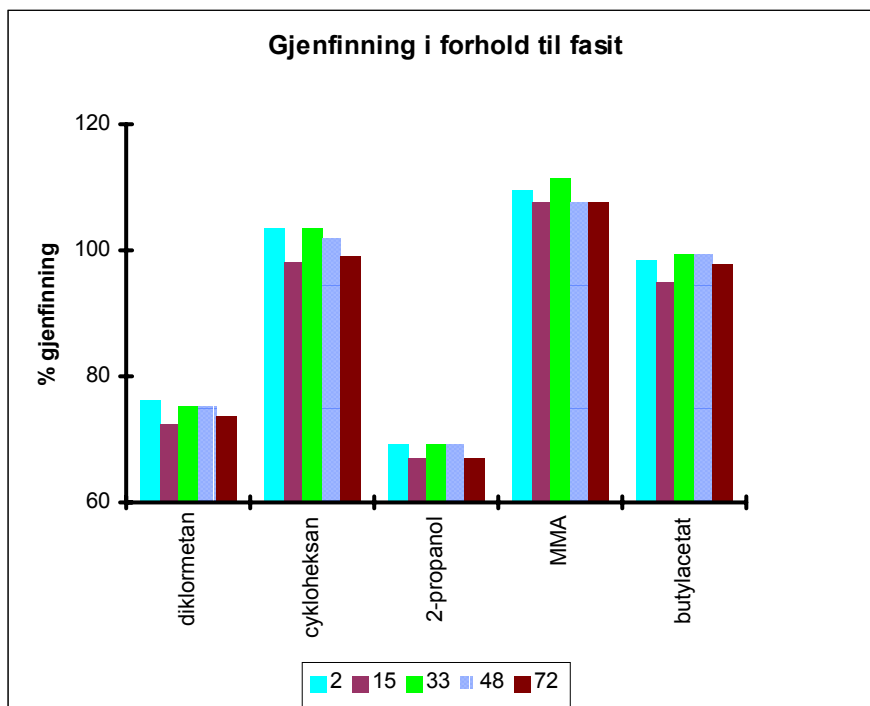
Karakterer

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

Kullrør. Laboratorium W.



Dosimetre. Laboratorium W.



Laboratoriets svar i µg

	Nr.	diklor- metan	cykloheksan	2-propanol	**metyl- metakrylat	n-butyl- acetat
Rør	17	199	253	140		212
	27	197	246	138		204
	46	208	255	143		212
Dosimetre	6	305	218	142		143
	25	307	210	149		142
	53	323	212	151		142
	82	322	225	151		148
	88	319	224	151		148

**Komponenten er feilidentifisert av laboratoriet.

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	diklor- metan	cykloheksan	2-propanol	metyl- metakrylat	n-butyl- acetat	Luftvolum liter
Rør	17	138	176	97,2		147	1,44
	27	142	177	99,3		147	1,39
	46	150	183	103		153	1,39

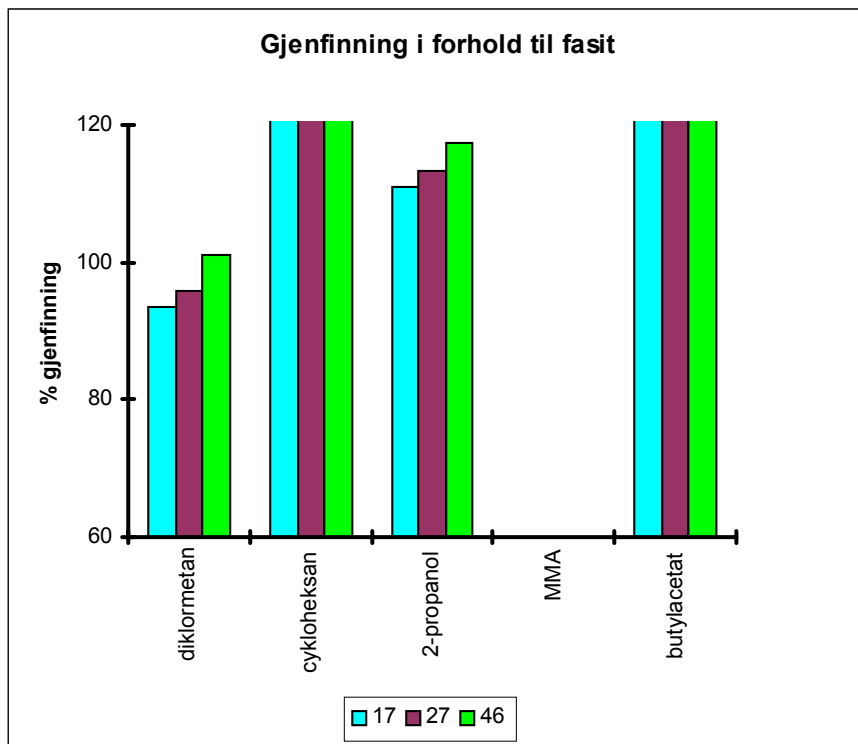
Beregnet gjenfinning (%).

	Nr.	diklor- metan	cykloheksan	2-propanol	metyl- metakrylat	n-butyl- acetat
	17	93,4	172	111		128
	27	95,8	174	113		127
	46	101	180	117		132
Middelverdi		96,7	175	114		129
Avvik*		-3,3	75,2	13,8		29,2
	6	145	191	97,3		130
	25	146	184	102		130
	53	154	186	103		130
	82	153	197	103		135
	88	152	196	103		135
Middelverdi		150	191	102		132
Avvik*		50,1	91,1	1,9		31,9

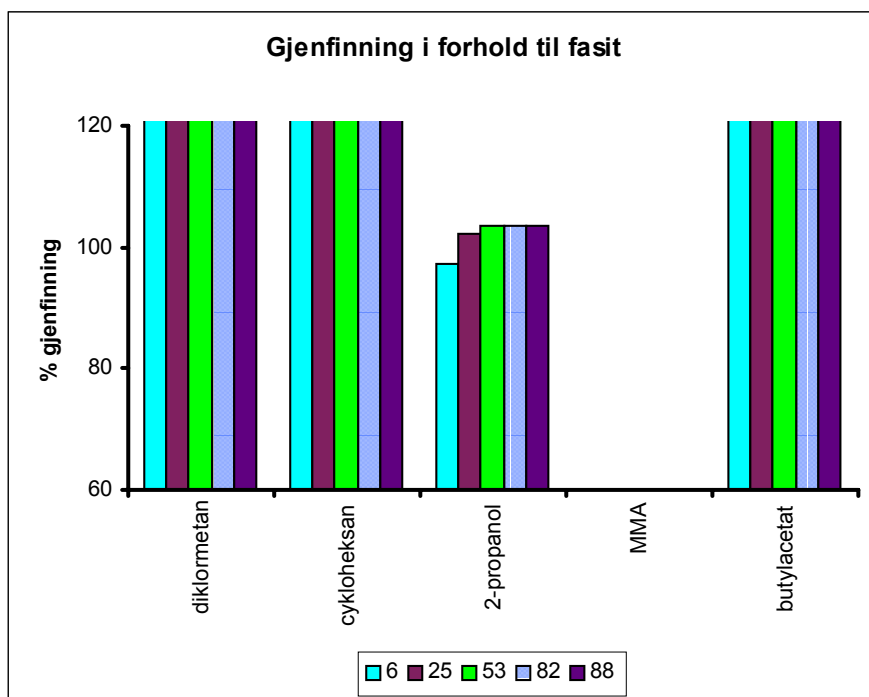
* % avvik i forhold til fasit

Karakterer

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



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 sammenliknende laboratorieprøving 35 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

Kolonne-temp.: 70 °C

Tabell 1

Konsentrasjon i µg/liter

Rør nr.	cyklo- heksan	diklor- metan	2-propanol	metyl- metakrylat	n-butyl- acetat
11	95,8	145	88,1	52,4	110
21	95,8	143	88,6	53,8	108
32	96,5	146	90,4	52,4	107
35	96,9	145	85,9	54,8	109
44	99,9	150	89,8	54,4	112
49	98,5	148	86,2	52,8	108
56	95,8	146	87,8	52,3	112
58	97,3	145	89,6	53,2	109
59	102	154	90,6	53,1	111
62	98,1	151	91,0	54,0	109

Tabell 2%
Gjenfinning

Rør nr.	cyklo- heksan	diklor- metan	2-propanol	metyl- metakrylat	n-butyl- acetat
11	94,2	97,7	100	98,4	95,9
21	94,2	96,7	101	101	93,4
32	95,0	98,5	103	98,3	92,8
35	95,3	97,9	97,9	103	95,0
44	98,2	102	102	102	97,0
49	96,9	100	98,3	99,2	93,6
56	94,2	98,6	100	98,2	97,6
58	95,7	97,8	102	99,9	95,0
59	100	104	103	99,7	96,6
62	96,5	102	104	101	94,3
Middel	96,1	99,6	101	100	95,1
Stdav	2,0	2,5	2,1	1,7	1,6

Bestemmelse av referanseverdier for diffusjonsprøvetakerne ved sammenliknende laboratorieprøving 35 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.	cyklo- heksan	diklor- metan	2-propanol	metyl- metakrylat	n-butyl- acetat	
4	115	209	149	52,7	106	
12	113	217	147	54,6	111	
23	111	215	148	52,7	111	
35	108	215	141	53,4	109	
41	116	209	141	52,7	113	
45	118	207	151	56,9	108	
66	114	211	139	54,2	109	
77	114	197	144	52,7	106	
84	116	211	146	55,4	114	
90	119	211	148	53,8	112	
Middel	114	210	146	53,9	110	Ref.verdi (fasit)
Rel.stdav.	2,7	2,6	2,6	2,5	2,3	