

Kvalitetssikring av arbeidsmiljøanalyser. Sammenliknende laboratorieprøvinger. Runde 36. Løsemidler.

Forfatter: Merete Gjølstad

Prosjektleder: Merete Gjølstad

Dato: 18.08.2003

Sammendrag:

Seks finske, ett svensk og seks norske laboratorier mottok prøver i denne runden (nr. 36) 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 n-heptan, etylacetat, n-propylacetat, isobutanol og 1-butanol. 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.

Tolv av de tretten laboratoriene leverte svar. Sju av disse har etter de oppsatte kriterier fått sine resultater akseptert. Tre laboratorier tilfredsstiller kravene til klassifiseringen "Bra". Alle laboratoriene har 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 terms:

Proficiency testing
Solvent measurement
Diffusive samplers
Charcoal tubes

INNHALDSFORTEGNELSE

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 seks 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 n-heptan, etylacetat, n-propylacetat, isobutanol og 1-butanol. 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.

Tolv av de tretten laboratoriene har levert svar. Sju laboratorier har etter de oppsatte kriterier fått sine resultater akseptert. Tre av disse tilfredsstiller kravene til klassifiseringen bra. Alle laboratoriene har utført en korrekt kvalitativ bestemmelse.

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 13. mai 2003 til følgende laboratorier:

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: 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 13. juni 2003.

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 n-heptan, etylacetat, n-propylacetat, isobutanol 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 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 tilkople. 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	Dos.	Ja	Nei	Ja	Nei
D	10% FFAP 80/100 Chrom WAW	80	DMF	2,0 ml	2,0 ml	X			X
E	Supelcowax 10, 60 m x 0,75 mm	40 - 200	CS ₂	2,0 ml	2,0 ml	X		X(3)	
	Supelco SBP1, 60 m x 0,75 mm								
F	PE-1 30 m x 0,32 mm	70	CS ₂	2,0 ml	2,0 ml	X		X(2)	
	PE-1 30 m x 0,32 mm	60 - 140							
	PE-WAX 30 m x x 0,32 mm	60 - 140							
H	NB-20M 25 m x 0,32 mm 1,0 µm	40 - 200	CS ₂ + 1%	1,0 ml	1,0 ml	X		X(1)	
	HP-5 2 m x 0,32 mm 1,05 µm	40 - 200	2-propanol						
J	HP-5 50 m	40 - 150	CS ₂ + 5% dietylenglykoetyleter	2,0 ml	2,0 ml	X		X (1)	
L	DB - WAX 30 m x 0,32 mm	35 - 125	CS ₂	2,0 ml	3,0 ml	X		X (3)	
	DB-1 30 m x 0,32 mm	35 - 125							
R	J & W DB-1 60 m x 0,25 mm, 1 µm		CS ₂ + DMF	2,0 ml	2,0 ml	X		X(4)	
S	HP-1, 30 m x 0,53 mm 2,65 µm	40 - 150	CS ₂	2,0 ml	1,5 ml	X			X
T	BP-20 25 m x 0,53 mm 5,0 µm	40 - 200	CS ₂	2,0 ml	2,0 ml	X			X
U	HP 5	34 - 200	CS ₂	2,0 ml	1,5 ml	X			X
	HP Innowax								
W	DB-1701 30 m x 0,32 mm	35 - 140	DMF	2,0 ml	2,0 ml	X		X(4)	
	DB-5 30 m x 0,32 mm								
X	DB-WAX, 30 m x 0,25 mm 0,5 µm	35 - 240	CS ₂	2,0 ml	2,0 ml	X		X(5)	
	HP-5MS, 30 m x 0,25 mm 0,25 µm	35 - 240							

(1) 1-kloroktan
(2) Toluen

(3) Benzen
(4) Pentran (metoksyfluran)

(5) Butylacetat

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.

	n-heptan	etylacetat	n-propyl- acetat	isobutanol	1-butanol
Kullrør (µg/l)	98,1	92,4	109	63,3	65,1
Dosimetre (µg/prøve)	117	128	132	88,5	88,4

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

Ett av laboratoriene som fikk tilsendt prøver har ikke levert svar. Alle laboratoriene som har levert svar, har utført en korrekt kvalitativ bestemmelse.

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 sju av de tolv laboratoriene som har levert svar, får resultatene akseptert, tre av disse har fått karakteren «BRA». Fem laboratorier tilfredsstiller denne gang ikke oppsatte godkjenningskriteriene. 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.

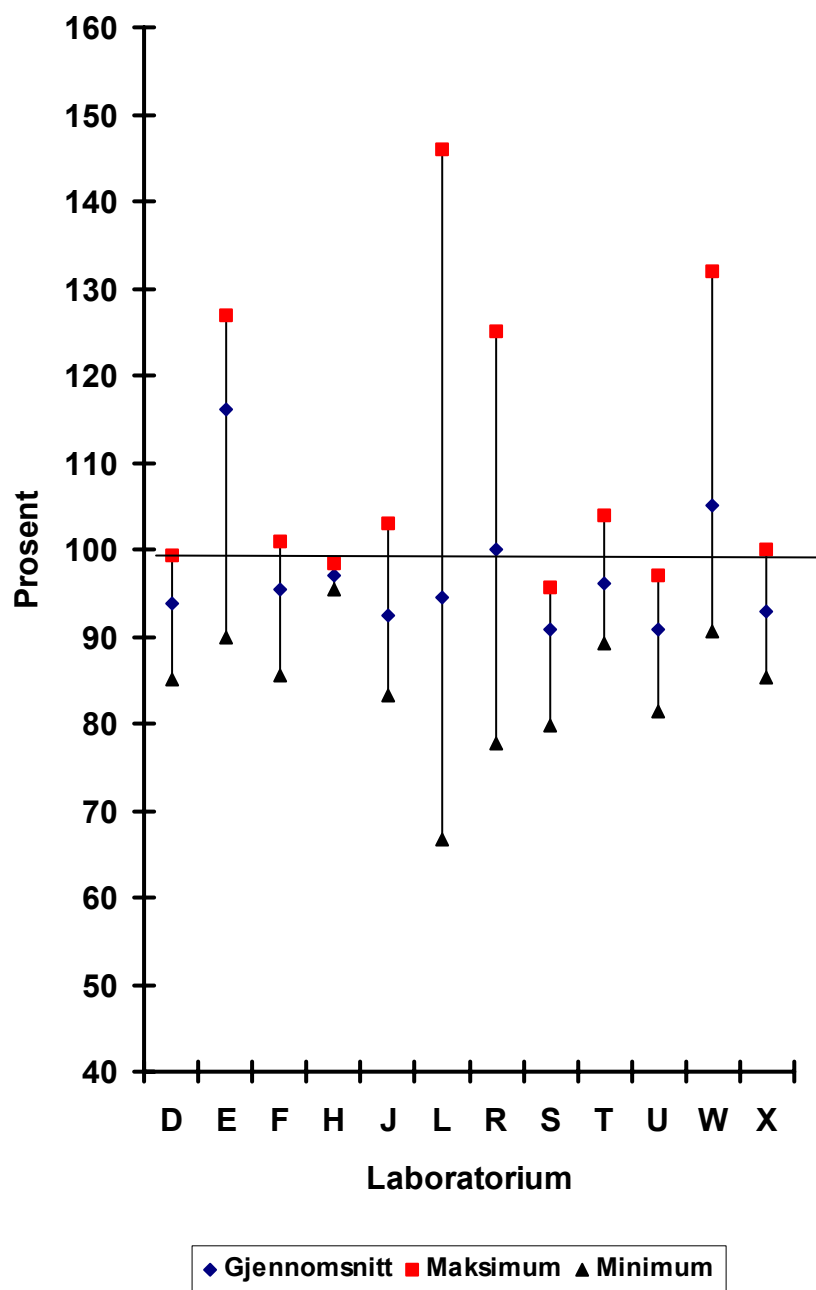
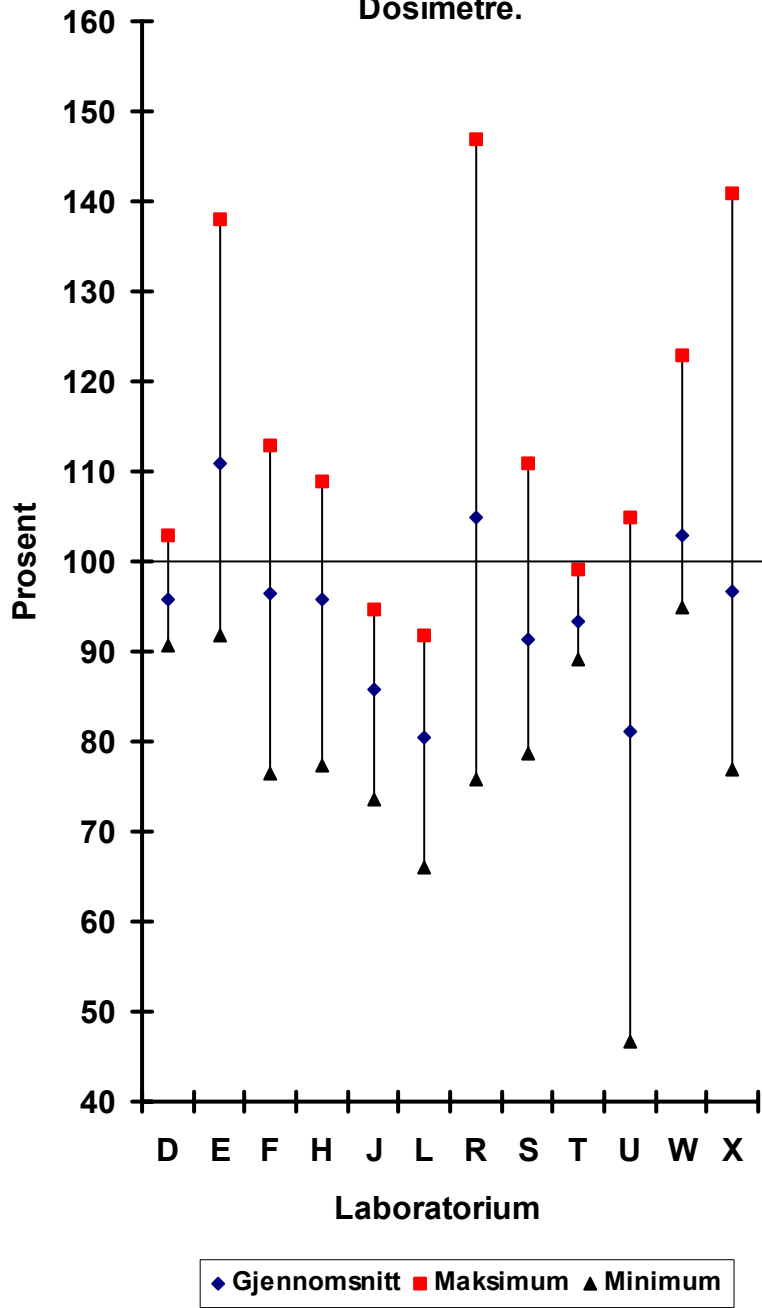


Fig. 8.2
Gjennomsnittlig gjenfinning i forhold til fasit.
Dosimetre.



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

- 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. 35 og 36). 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 35	RUNDE 36	GJELDENDE
D	A	B	A
E	I*	I	I
F	A	A	A
H	A	B	A
J	A	I	A
L	A	I	A
N	I*	I*	I
R	B	I	A
S	I*	A	A
T	A	B	A
U	B	I	A
W	I	A	A
X	I	A	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.	n-heptan	etylacetat	n-propyl- acetat	isobutanol	1-butanol
Rør	24	130	123	144	81,6	83,9
	27	124	116	135	76,3	77,6
	57	139	131	153	87,3	89,0
Dosimetre	4	109	120	128	81,4	87,8
	27	109	123	129	84,1	88,0
	34	111	122	131	84,3	90,1
	41	110	121	131	84,0	90,6
	49	107	117	125	80,3	86,7

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	n-heptan	etylacetat	n-propyl- acetat	isobutanol	1-butanol	Luftvolum liter
Rør	24	94,9	89,8	105	59,6	61,2	1,37
	27	88,6	82,9	96,4	54,5	55,4	1,40
	57	97,2	91,6	107	61,0	62,2	1,43

**Beregnet
gjenfinning
(%).**

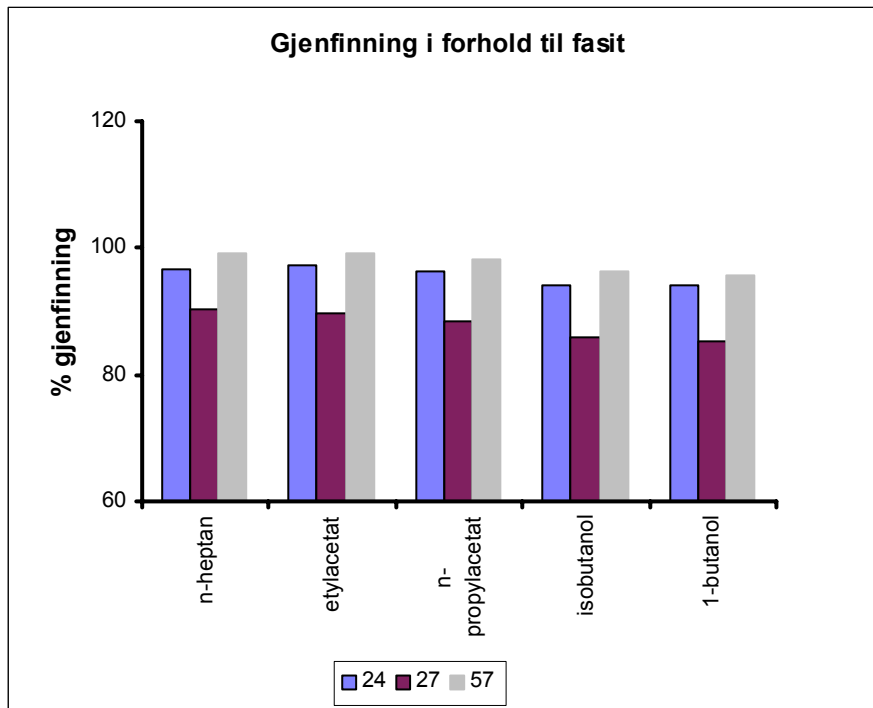
	Nr.	n-heptan	etylacetat	n-propyl- acetat	isobutanol	1-butanol
	24	96,7	97,2	96,4	94,0	94,1
	27	90,2	89,7	88,5	86,0	85,1
	57	99,0	99,2	98,1	96,4	95,6
Middelverdi		95,3	95,4	94,3	92,1	91,6
Avvik*		-4,7	-4,6	-5,7	-7,9	-8,4
	4	93,4	93,8	96,9	92,0	99,3
	27	93,4	96,1	97,6	95,0	99,6
	34	95,1	95,3	99,2	95,3	102
	41	94,2	94,5	99,2	94,9	103
	49	91,7	91,4	94,6	90,7	98,1
Middelverdi		93,5	94,2	97,5	93,6	100
Avvik*		-6,5	-5,8	-2,5	-6,4	0,3

* % avvik i forhold til fasit

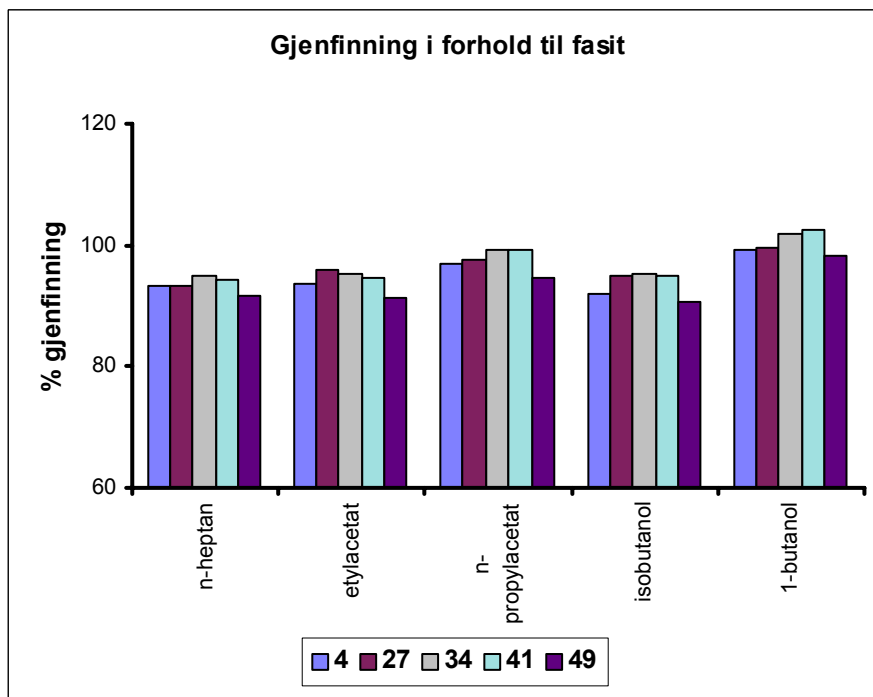
Karakterer

	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.	n-heptan	etylacetat	n-propyl- acetat	isobutanol	1-butanol
Rør	2	126	157	180	107	107
	19	136	162	187	111	112
	49	140	167	190	112	113
Dosimetre	9	109	128	135	117	116
	13	107	126	133	118	122
	58	108	126	130	116	116
	71	110	128	135	117	115
	74	108	128	133	117	116

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	n-heptan	etylacetat	n-propyl- acetat	isobutanol	1-butanol	Luftvolum liter
Rør	2	88,1	110	126	74,8	74,8	1,43
	19	96,5	115	133	78,7	79,4	1,41
	49	98,6	118	134	78,9	79,6	1,42

Beregnet gjenfinning (%).

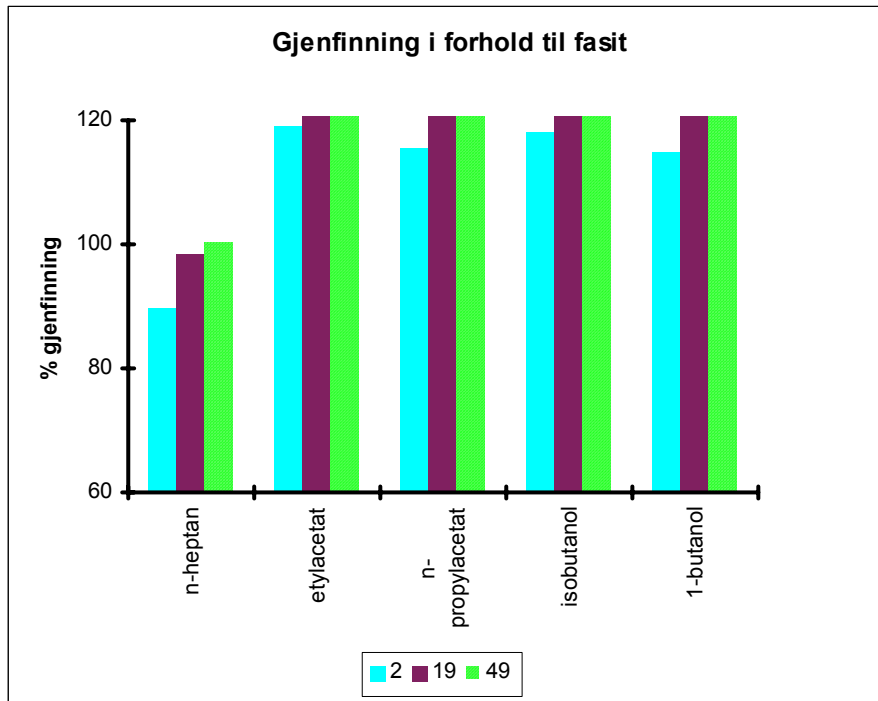
	Nr.	n-heptan	etylacetat	n-propyl- acetat	isobutanol	1-butanol
	2	89,8	119	115	118	115
	19	98,3	124	122	124	122
	49	100	127	123	125	122
Middelverdi		96,2	124	120	122	120
Avvik*		-3,8	23,5	20,0	22,3	19,7
	9	93,4	100	102	132	131
	13	91,7	98,4	101	133	138
	58	92,5	98,4	98,4	131	131
	71	94,2	100	102	132	130
	74	92,5	100	101	132	131
Middelverdi		92,9	99,4	101	132	132
Avvik*		-7,1	-0,6	0,8	32,2	32,4

* % avvik i forhold til fasit

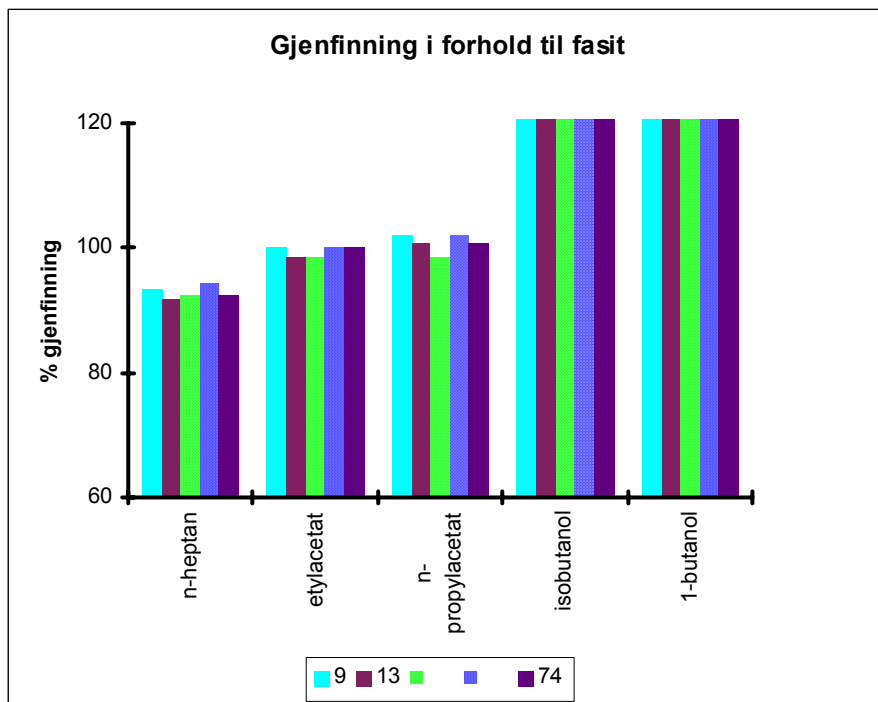
Karakterer

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

Kullrør. Laboratorium E.



Dosimetre. Laboratorium E.



F Høgskolen i Agder
Laboratoriets svar i
µg

	Nr.	n-heptan	etylacetat	n-propyl- acetat	isobutanol	1-butanol
Rør	50	135,5	123,3	147,6	80,5	76,9
	53	140,7	129,9	154,2	85,3	81,6
	81	134,2	126,0	147,1	82,8	78,2
Dosimetre	17	115,2	136,3	139,4	99,8	99,5
	32	109,0	121,9	127,6	68,7	67,5
	44	108,1	117,5	127,5	68,8	70,4
	66	108,0	123,0	129,6	86,5	85,9
	70	112,3	131,9	135,5	94,4	93,4

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	n-heptan	etylacetat	n-propyl- acetat	isobutanol	1-butanol	Luftvolum liter
Rør	50	98,2	89,3	107	58,3	55,7	1,38
	53	99,1	91,5	109	60,1	57,5	1,42
	81	97,2	91,3	107	60,0	56,7	1,38

Beregnet gjenfinning (%).

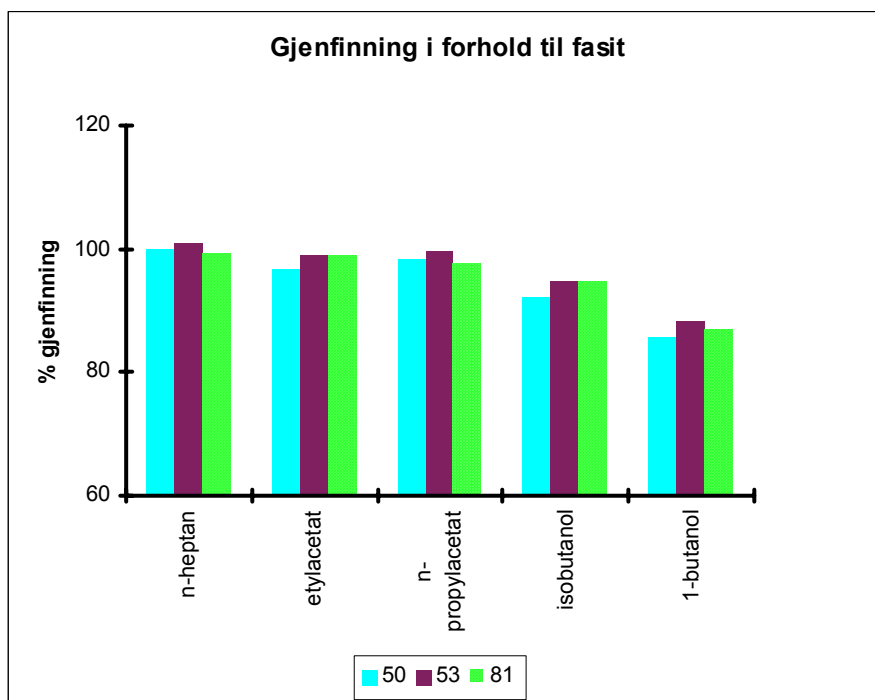
	Nr.	n-heptan	etylacetat	n-propyl- acetat	isobutanol	1-butanol
	50	100	96,7	98,1	92,1	85,6
	53	101	99,0	99,6	94,8	88,3
	81	99,1	98,9	97,8	94,7	87,0
Middelverdi		100	98,2	98,5	93,9	87,0
Avvik*		0,0	-1,8	-1,5	-6,1	-13,0
	17	98,7	106	106	113	113
	32	93,4	95,2	96,6	77,6	76,4
	44	92,6	91,8	96,5	77,8	79,7
	66	92,5	96,1	98,1	97,8	97,2
	70	96,2	103	103	107	106
Middelverdi		94,7	98,5	99,8	94,5	94,3
Avvik*		-5,3	-1,5	-0,2	-5,5	-5,7

* % avvik i forhold til fasit

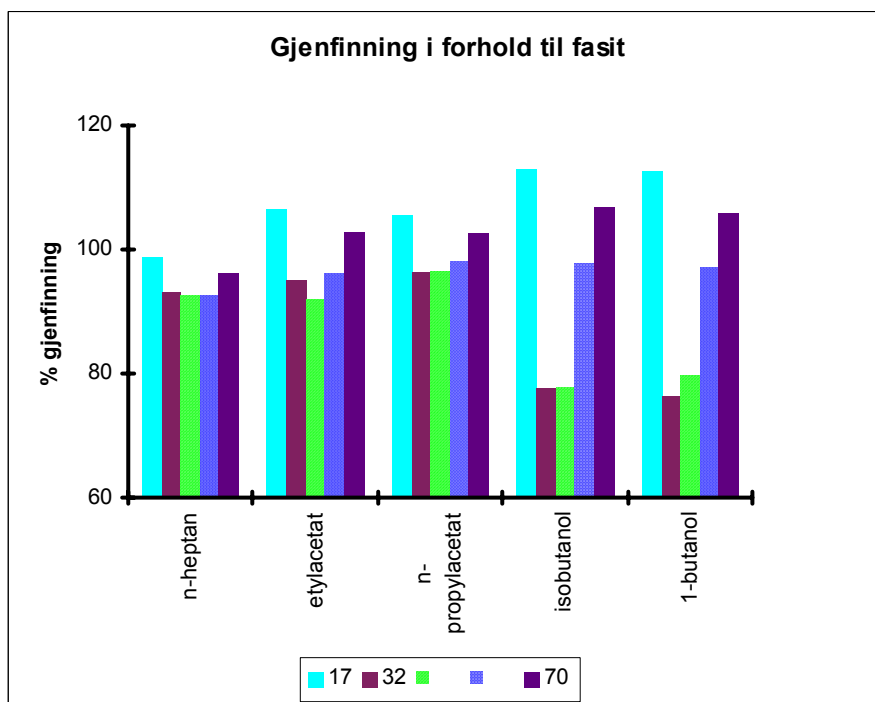
Karakterer

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

Kullrør. Laboratorium F.



Dosimetre. Laboratorium F.



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

	Nr.	n-heptan	etylacetat	n-propyl- acetat	isobutanol	1-butanol
Rør	18	139,2	127,8	150,3	88,2	90,2
	33	139,0	127,3	149,8	88,6	90,1
	60	134,9	125,6	147,2	87,0	88,6
Dosimetre	22	106,2	113,9	121,8	68,5	73,0
	33	113,5	121,9	129,8	69,9	73,9
	38	111,1	121,9	129,2	87,7	94,9
	76	114,7	124,8	133,4	89,6	96,7
	77	115,2	125,0	133,6	89,6	96,8

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	n-heptan	etylacetat	n-propyl- acetat	isobutanol	1-butanol	Luftvolum liter
Rør	18	96,7	88,8	104	61,3	62,6	1,44
	33	96,5	88,4	104	61,5	62,6	1,44
	60	96,4	89,7	105	62,1	63,3	1,40

Beregnet gjenfinning (%).

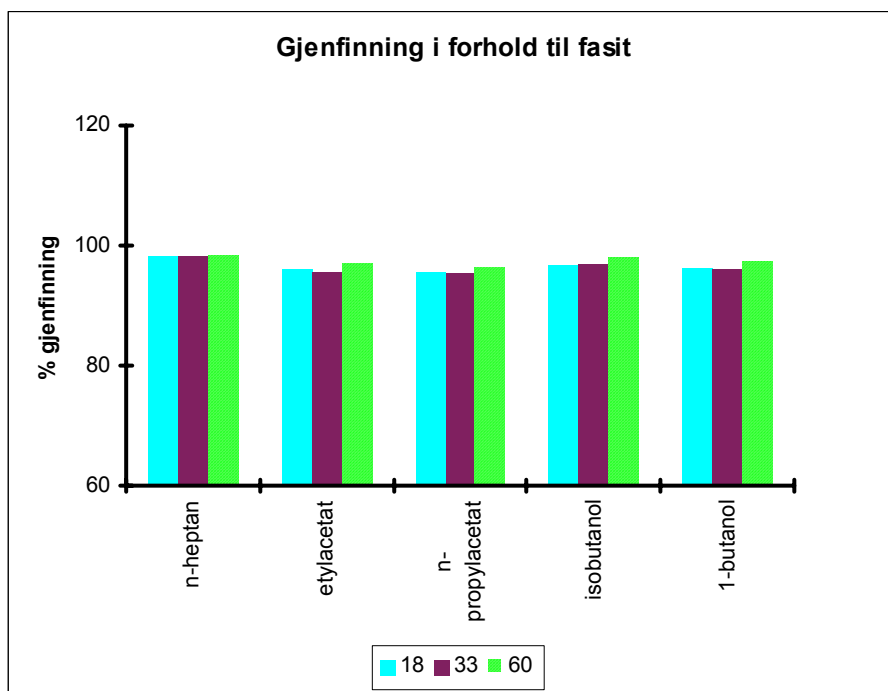
	Nr.	n-heptan	etylacetat	n-propyl- acetat	isobutanol	1-butanol
	18	98,5	96,1	95,7	96,7	96,2
	33	98,4	95,7	95,4	97,1	96,1
	60	98,2	97,1	96,4	98,1	97,2
Middelverdi		98,3	96,3	95,9	97,3	96,5
Avvik*		-1,7	-3,7	-4,1	-2,7	-3,5
	22	91,0	89,0	92,2	77,4	82,6
	33	97,2	95,2	98,2	79,0	83,6
	38	95,2	95,2	97,8	99,1	107
	76	98,3	97,5	101	101	109
	77	98,7	97,7	101	101	110
Middelverdi		96,1	94,9	98,1	91,6	98,5
Avvik*		-3,9	-5,1	-1,9	-8,4	-1,5

* % avvik i forhold til fasit

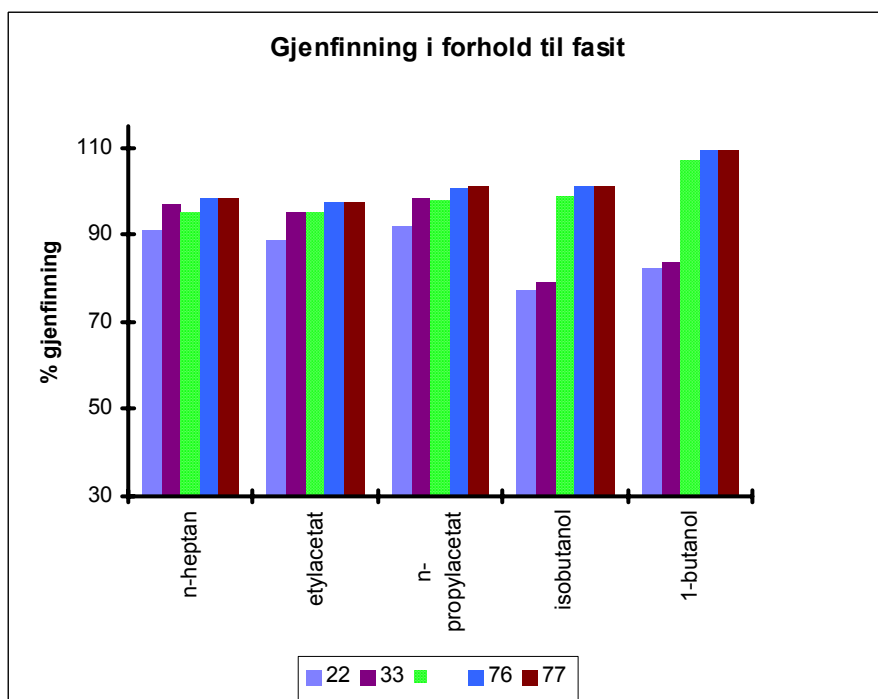
Karakterer

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

Kullrør. Laboratorium H.



Dosimetre. Laboratorium H.



J **Kuopio aluetyöterveyslaitos**
Laboratoriets svar i
µg

	Nr.	n-heptan	etylacetat	n-propyl- acetat	isobutanol	1-butanol
Rør	42	139	115	152	81	84
	85	141	117	153	82	84
	86	129	106	139	77	76
Dosimetre	24	105	101	119	65	72
	43	107	105	125	72	81
	46	109	105	123	70	77
	57	103	98	121	69	75
	60	109	107	127	68	75

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	n-heptan	etylacetat	n-propyl- acetat	isobutanol	1-butanol	Luftvolum liter
Rør	42	96,5	79,9	106	56,3	58,3	1,44
	85	101	84,2	110	59,0	60,4	1,39
	86	93,5	76,8	101	55,8	55,1	1,38

Beregnet gjenfinning (%).

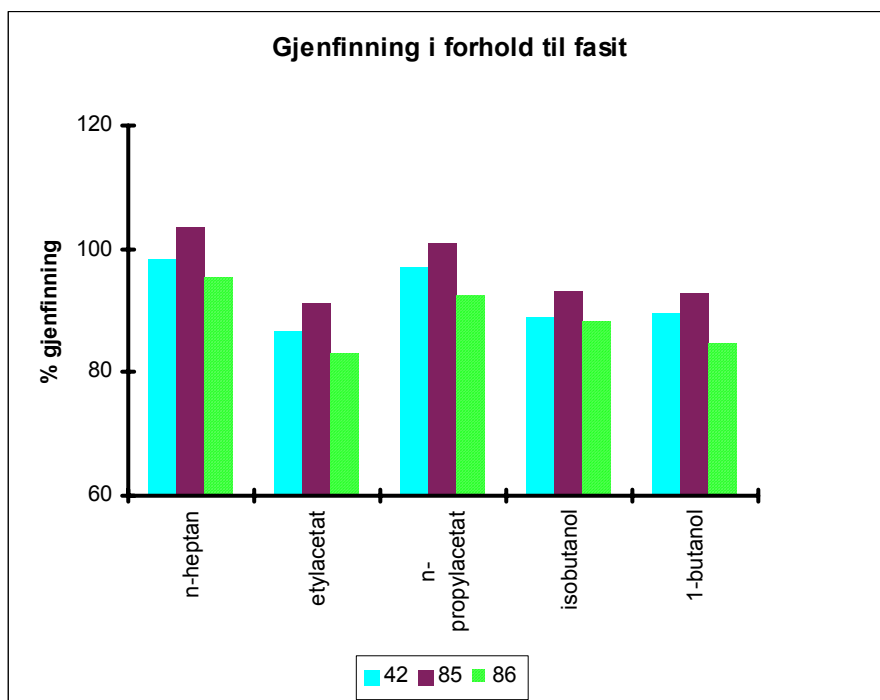
	Nr.	n-heptan	etylacetat	n-propyl- acetat	isobutanol	1-butanol
	42	98,4	86,5	96,8	88,8	89,6
	85	103	91,1	101	93,1	92,8
	86	95,2	83,2	92,4	88,1	84,6
Middelverdi		99,0	86,9	96,7	90,0	89,0
Avvik*		-1,0	-13,1	-3,3	-10,0	-11,0
	24	89,9	78,9	90,1	73,5	81,5
	43	91,7	82,0	94,6	81,4	91,7
	46	93,4	82,0	93,1	79,1	87,1
	57	88,2	76,6	91,6	78,0	84,9
	60	93,4	83,6	96,1	76,8	84,9
Middelverdi		91,3	80,6	93,1	77,8	86,0
Avvik*		-8,7	-19,4	-6,9	-22,2	-14,0

* % avvik i forhold til fasit

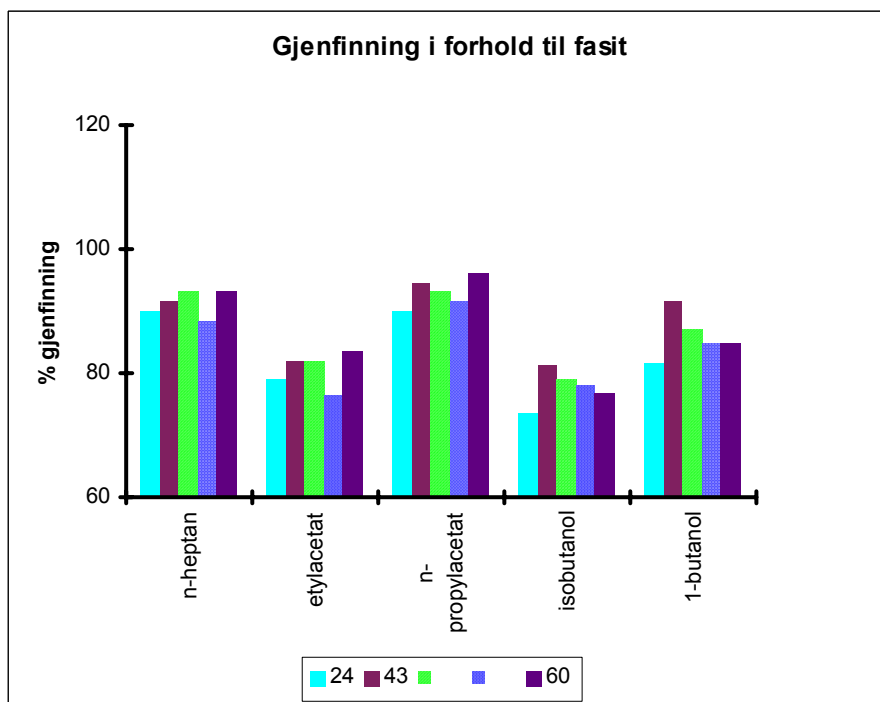
Karakterer

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

Kullrør. Laboratorium J.



Dosimetre. Laboratorium J.



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

	Nr.	n-heptan	etylacetat	n-propyl- acetat	isobutanol	1-butanol
Rør	31	188	102	115	60	87
	69	203	110	124	67	97
	73	204	109	124	67	97
Dosimetre	2	77	102	105	73	77
	16	80	103	107	75	79
	20	81	105	108	77	81
	64	82	105	108	75	81
	80	78	100	103	72	77

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	n-heptan	etylacetat	n-propyl- acetat	isobutanol	1-butanol	Luftvolum liter
Rør	31	132	71,8	81,0	42,3	61,3	1,42
	69	140	75,9	85,5	46,2	66,9	1,45
	73	144	76,8	87,3	47,2	68,3	1,42

Beregnet gjenfinning (%).

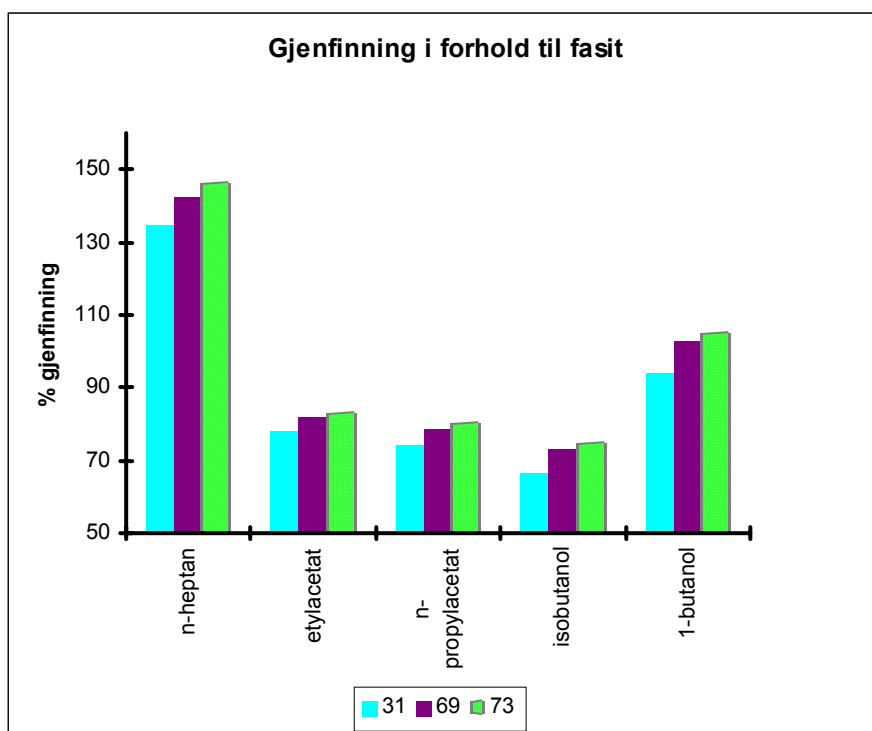
	Nr.	n-heptan	etylacetat	n-propyl- acetat	isobutanol	1-butanol
	31	135	77,8	74,3	66,7	94,1
	69	143	82,1	78,4	72,9	103
	73	146	83,1	80,1	74,5	105
Middelverdi		141	81,0	77,6	71,4	101
Avvik*		41,3	-19,0	-22,4	-28,6	0,6
	2	66,0	79,7	79,5	82,5	87,1
	16	68,5	80,5	81,0	84,8	89,4
	20	69,4	82,0	81,7	87,0	91,7
	64	70,2	82,0	81,7	84,8	91,7
	80	66,8	78,1	78,0	81,4	87,1
Middelverdi		68,2	80,5	80,4	84,1	89,4
Avvik*		-31,8	-19,5	-19,6	-15,9	-10,6

* % avvik i forhold til fasit

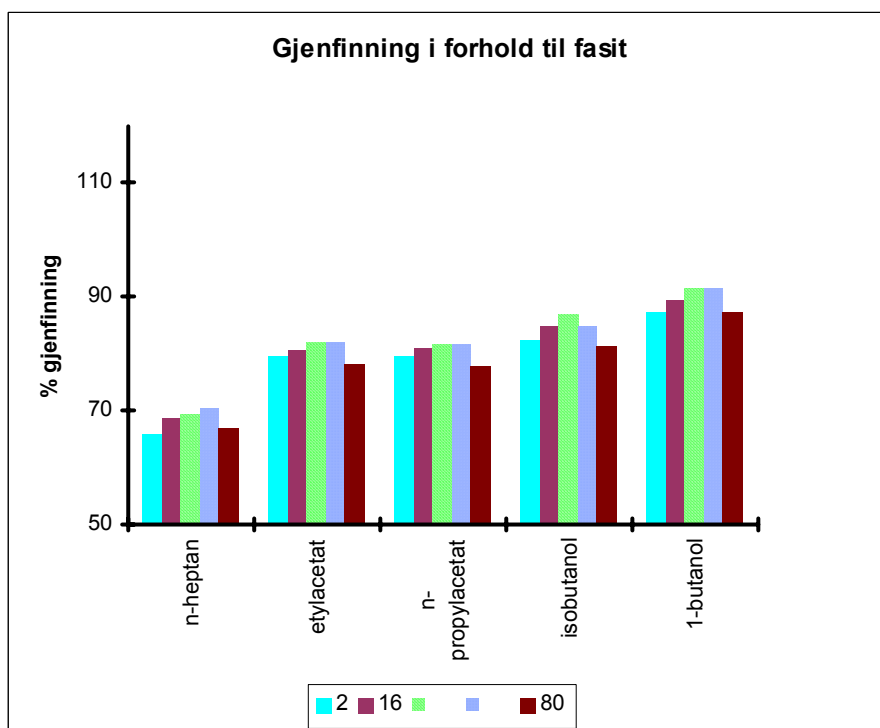
Karakterer

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

Kullrør. Laboratorium L.



Dosimetre. Laboratorium L.



R Sahlgrenska sjukhuset, Göteborg
Laboratoriets svar i
µg

	Nr.	n-heptan	etylacetat	n-propyl- acetat	isobutanol	1-butanol
Rør	7	163	104	121	110	93
	51	168	106	124	114	96
	61	166	106	122	111	92
Dosimetre	3	143	98	105	102	81
	28	140	97	103	118	101
	40	139	97	103	126	110
	45	140	98	103	116	97
	78	144	100	106	130	109

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	n-heptan	etylacetat	n-propyl- acetat	isobutanol	1-butanol	Luftvolum liter
Rør	7	114	72,7	84,6	76,9	65,0	1,43
	51	117	73,6	86,1	79,2	66,7	1,44
	61	117	74,6	85,9	78,2	64,8	1,42

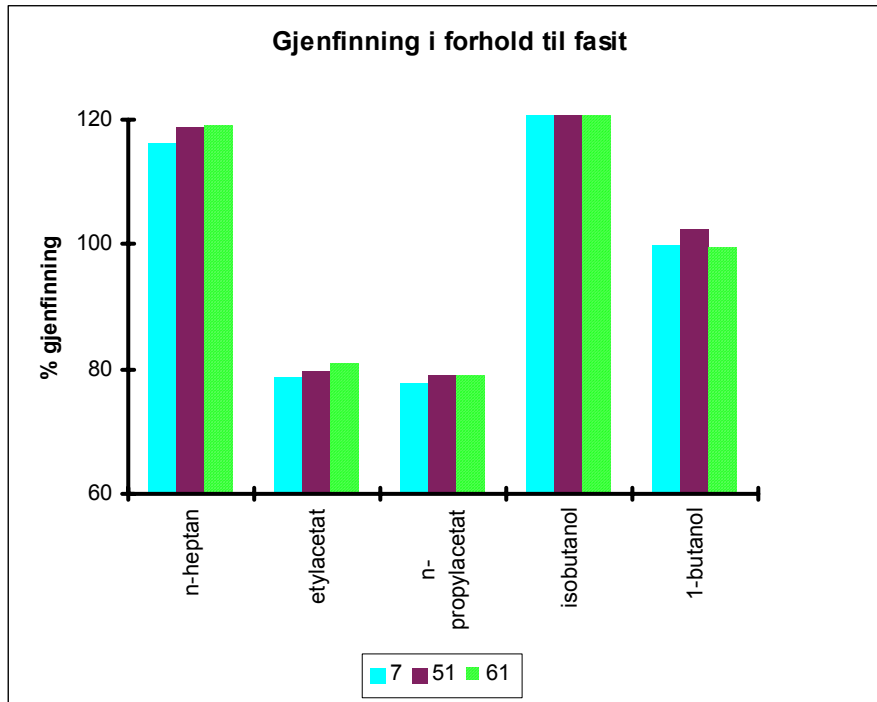
Beregnet gjenfinning (%).

	Nr.	n-heptan	etylacetat	n-propyl- acetat	isobutanol	1-butanol
	7	116	78,7	77,6	121	99,9
	51	119	79,7	79,0	125	102
	61	119	80,8	78,8	123	99,5
Middelverdi		118	79,8	78,5	123	101
Avvik*		18,0	-20,2	-21,5	23,3	0,6
	3	123	76,6	79,5	115	91,7
	28	120	75,8	78,0	133	114
	40	119	75,8	78,0	142	124
	45	120	76,6	78,0	131	110
	78	123	78,1	80,2	147	123
Middelverdi		121	76,6	78,7	134	113
Avvik*		21,0	-23,4	-21,3	33,8	12,7

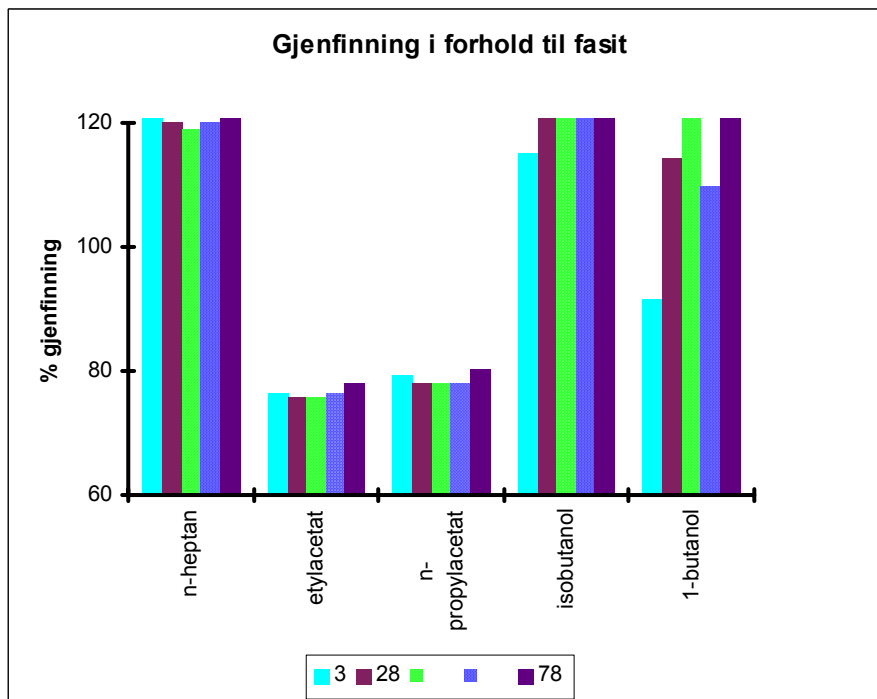
Karakterer

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

Kullrør. Laboratorium R.



Dosimetre. Laboratorium R.



S Lappeenrannan aluetyöterveyslaitos
Laboratoriets svar i
µg

	Nr.	n-heptan	etylacetat	n-propyl- acetat	isobutanol	1-butanol
Rør	14	138	130	149	81,5	78,2
	28	130	125	143	77,6	74,3
	41	129	122	140	76,3	73,6
Dosimetre	1	104	116	115	70,2	69,5
	10	106	122	120	92,8	94,6
	35	105	119	116	72,8	70,5
	54	106	121	118	89,6	78,3
	62	103	121	119	103	98,2

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	n-heptan	etylacetat	n-propyl- acetat	isobutanol	1-butanol	Luftvolum liter
Rør	14	93,2	87,8	101	55,1	52,8	1,48
	28	90,9	87,4	100	54,3	52,0	1,43
	41	93,5	88,4	101	55,3	53,3	1,38

Beregnet gjenfinning (%).

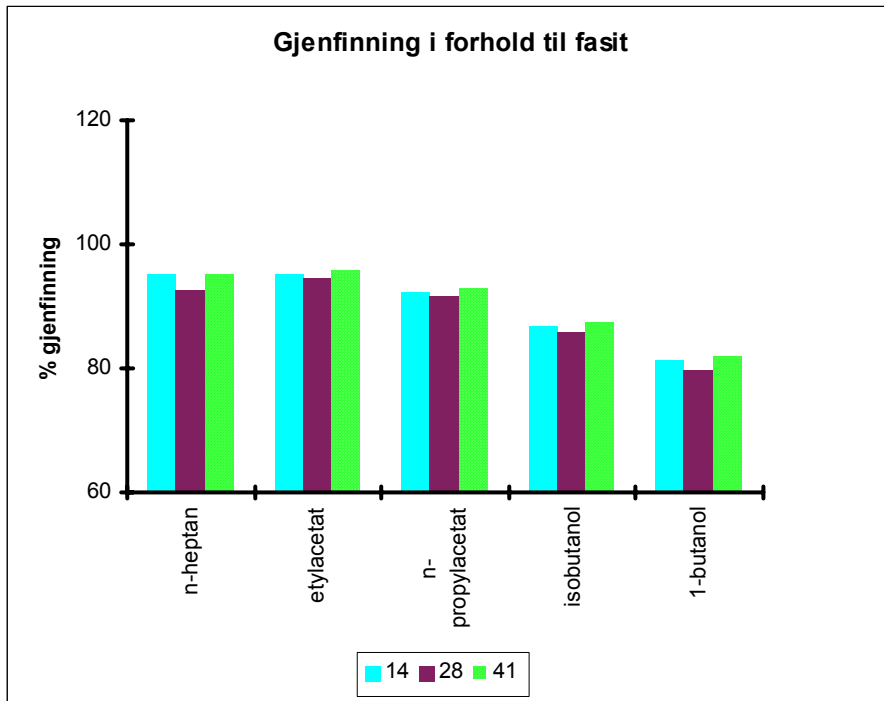
	Nr.	n-heptan	etylacetat	n-propyl- acetat	isobutanol	1-butanol
	14	95,0	95,1	92,4	86,9	81,1
	28	92,6	94,6	91,7	85,7	79,8
	41	95,2	95,7	93,1	87,3	81,9
Middelverdi		94,3	95,2	92,4	86,6	81,0
Avvik*		-5,7	-4,8	-7,6	-13,4	-19,0
	1	89,1	90,6	87,0	79,3	78,6
	10	90,8	95,3	90,8	105	107
	35	89,9	93,0	87,8	82,3	79,8
	54	90,8	94,5	89,3	101	88,6
	62	88,2	94,5	90,1	116	111
Middelverdi		89,8	93,6	89,0	96,8	93,0
Avvik*		-10,2	-6,4	-11,0	-3,2	-7,0

* % avvik i forhold til fasit

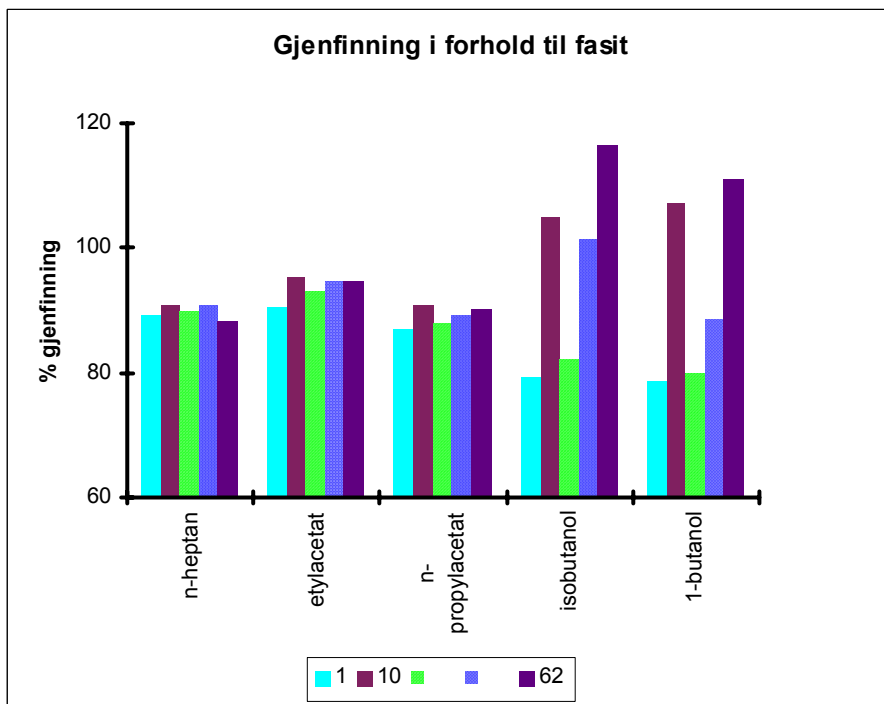
Karakterer

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

Kullrør. Laboratorium S.



Dosimetre. Laboratorium S.



T Oulun aluetyöterveyslaitos
Laboratoriets svar i
µg

	Nr.	n-heptan	etylacetat	n-propyl- acetat	isobutanol	1-butanol
Rør	36	137	125	140	82	84
	67	142	128	149	84	87
	84	141	126	148	85	87
Dosimetre	7	108	116	123	81	79
	36	111	114	122	82	82
	47	110	114	123	82	80
	53	113	124	131	87	84
	59	112	114	125	84	83

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	n-heptan	etylacetat	n-propyl- acetat	isobutanol	1-butanol	Luftvolum liter
Rør	36	95,1	86,8	97,2	56,9	58,3	1,44
	67	101	91,4	106	60,0	62,1	1,40
	84	102	91,3	107	61,6	63,0	1,38

Beregnet gjenfinning (%).

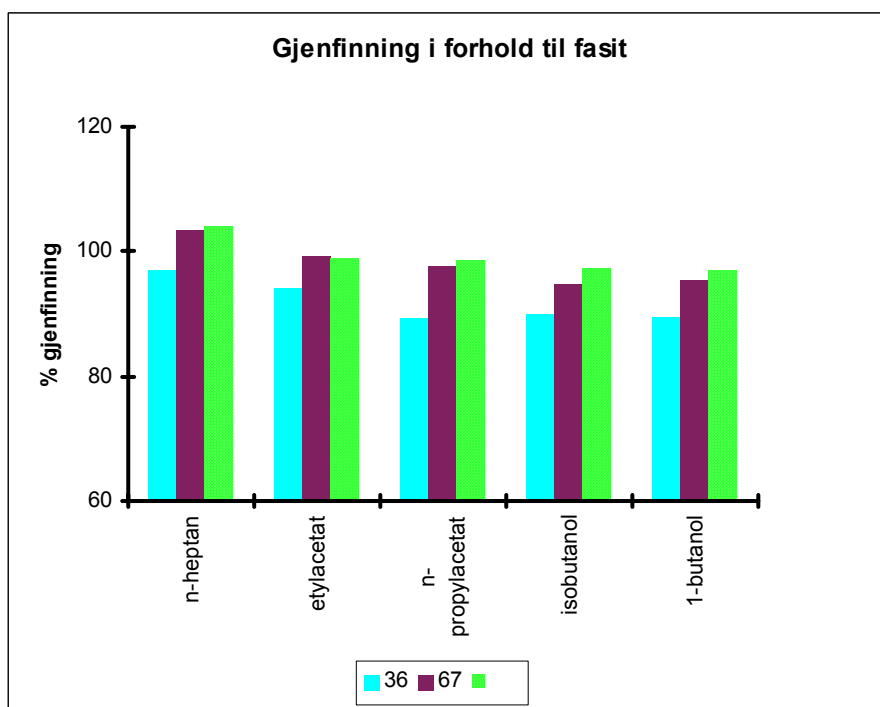
	Nr.	n-heptan	etylacetat	n-propyl- acetat	isobutanol	1-butanol
	36	96,9	94,0	89,2	89,9	89,6
	67	103	99,0	97,6	94,7	95,4
	84	104	98,9	98,4	97,2	96,8
Middelverdi		101	97,3	95,1	93,9	93,9
Avvik*		1,5	-2,7	-4,9	-6,1	-6,1
	7	92,5	90,6	93,1	91,5	89,4
	36	95,1	89,1	92,3	92,7	92,8
	47	94,2	89,1	93,1	92,7	90,5
	53	96,8	96,9	99,2	98,3	95,0
	59	95,9	89,1	94,6	94,9	93,9
Middelverdi		94,9	90,9	94,5	94,0	92,3
Avvik*		-5,1	-9,1	-5,5	-6,0	-7,7

* % avvik i forhold til fasit

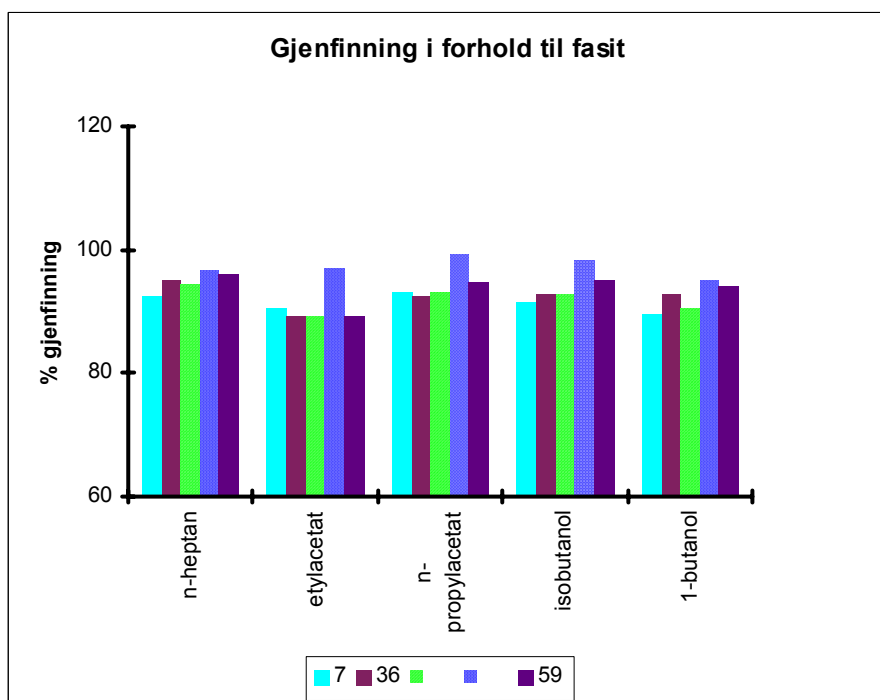
Karakterer

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

Kullrør. Laboratorium T.



Dosimetre. Laboratorium T.



U Tampere Regional Institute
Laboratoriets svar i
µg

	Nr.	n-heptan	etylacetat	n-propyl- acetat	isobutanol	1-butanol
Rør	17	138	127	149	76,9	76,9
	20	137	127	149	77,4	78,3
	23	139	129	150	79,0	79,7
Dosimetre	19	123	127	137	51,6	49,6
	26	119	121	132	49,7	48,0
	51	118	120	129	42,6	41,2
	55	121	122	132	42,9	41,3
	65	122	124	135	51,0	48,7

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	n-heptan	etylacetat	n-propyl- acetat	isobutanol	1-butanol	Luftvolum liter
Rør	17	95,2	87,6	103	53,0	53,0	1,45
	20	94,5	87,6	103	53,4	54,0	1,45
	23	95,2	88,4	103	54,1	54,6	1,46

Beregnet gjenfinning (%).

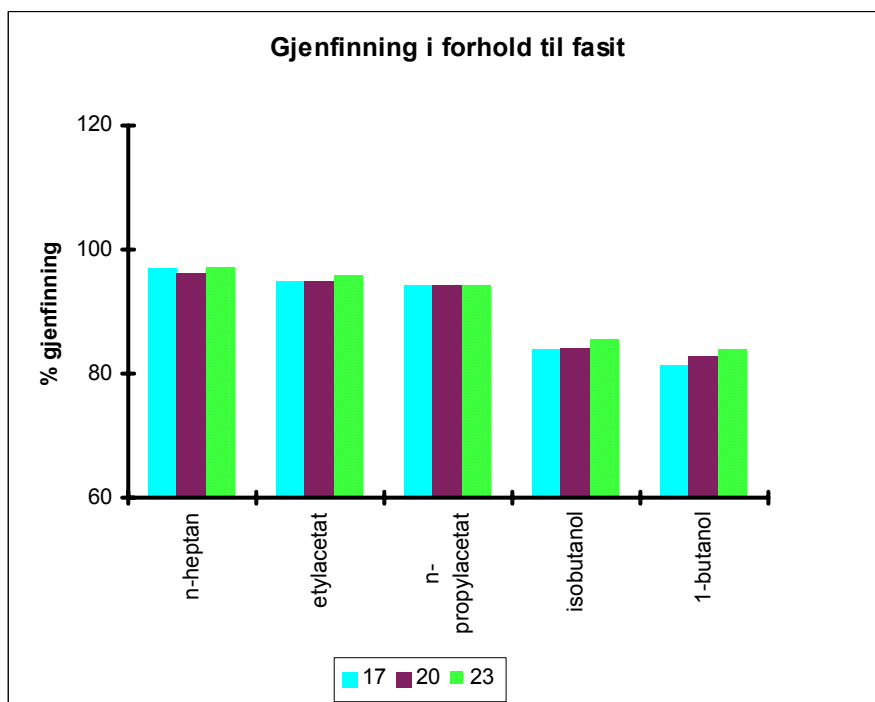
	Nr.	n-heptan	etylacetat	n-propyl- acetat	isobutanol	1-butanol
	17	97,0	94,8	94,3	83,7	81,4
	20	96,3	94,8	94,3	84,3	82,9
	23	97,0	95,7	94,2	85,4	83,8
Middelverdi		96,8	95,1	94,3	84,5	82,7
Avvik*		-3,2	-4,9	-5,7	-15,5	-17,3
	19	105	99,2	104	58,3	56,1
	26	102	94,5	99,9	56,2	54,3
	51	101	93,8	97,6	48,1	46,6
	55	104	95,3	99,9	48,5	46,7
	65	105	96,9	102	57,6	55,1
Middelverdi		103	95,9	101	53,7	51,8
Avvik*		3,3	-4,1	0,7	-46,3	-48,2

* % avvik i forhold til fasit

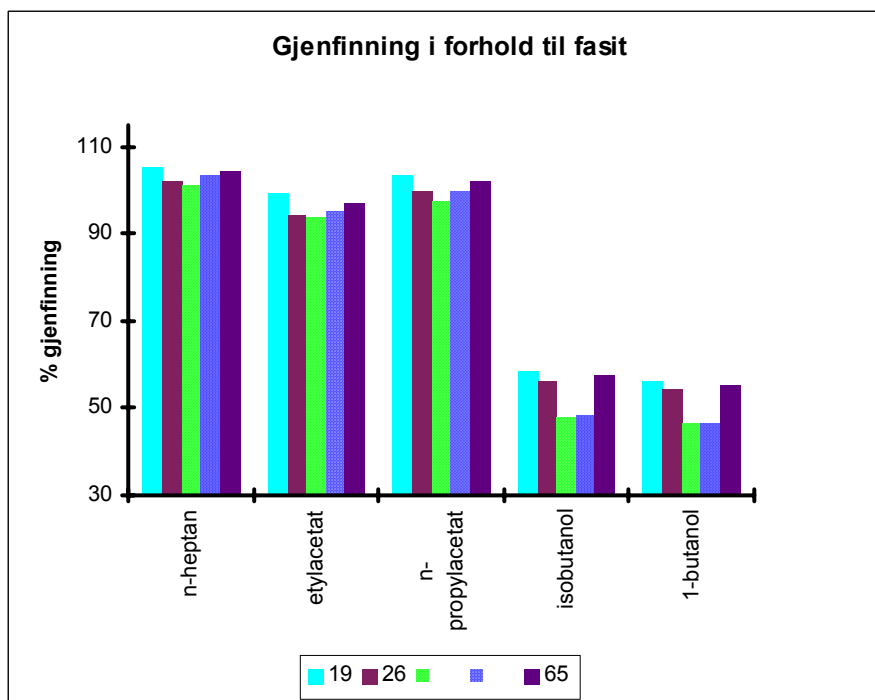
Karakterer

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

Kullrør. Laboratorium U.



Dosimetre. Laboratorium U.



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

	Nr.	n-heptan	etylacetat	n-propyl- acetat	isobutanol	1-butanol
Rør	30	182	137	156	85,5	82,8
	47	172	134	155	86,2	83,2
	88	172	135	156	86,8	82,6
Dosimetre	8	138	129	132	84,0	88,5
	15	116	122	128	84,3	87,6
	31	130	129	132	86,1	87,8
	72	143	137	139	90,6	89,7
	73	130	131	134	88,3	89,6

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	n-heptan	etylacetat	n-propyl- acetat	isobutanol	1-butanol	Luftvolum liter
Rør	30	130	97,9	111	61,1	59,1	1,40
	47	125	97,1	112	62,5	60,3	1,38
	88	123	96,4	111	62,0	59,0	1,40

Beregnet gjenfinning (%).

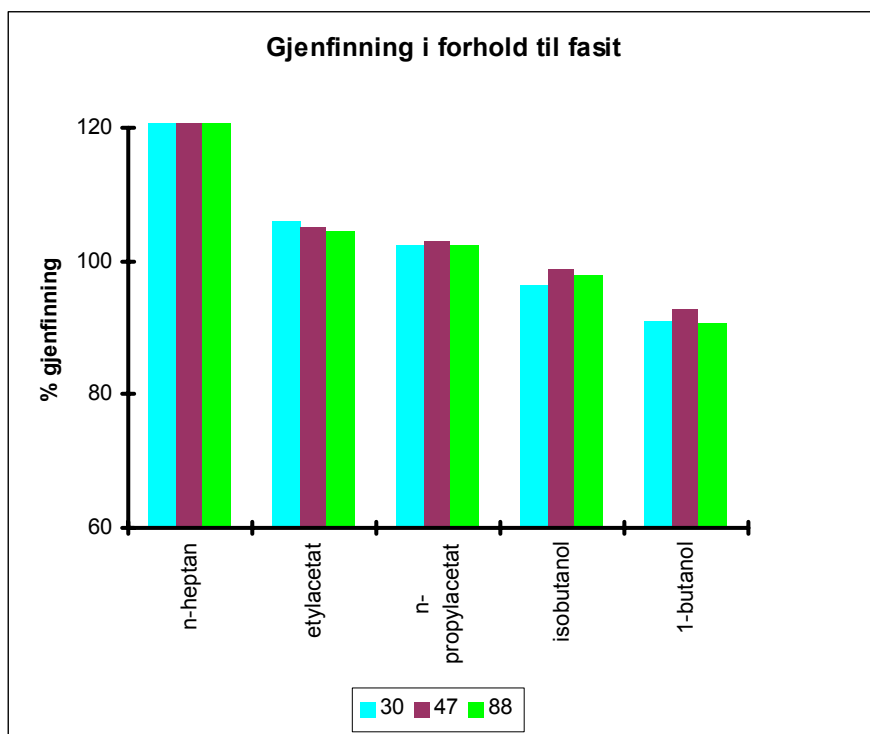
	Nr.	n-heptan	etylacetat	n-propyl- acetat	isobutanol	1-butanol
	30	132	106	102	96,4	90,8
	47	127	105	103	98,6	92,6
	88	125	104	102	97,9	90,6
Middelverdi		128	105	102	97,6	91,3
Avvik*		28,2	5,2	2,5	-2,4	-8,7
	8	118	101	99,9	94,9	100
	15	99,4	95,3	96,9	95,3	99,1
	31	111	101	99,9	97,3	99,3
	72	123	107	105	102	101
	73	111	102	101	99,8	101
Middelverdi		113	101	101	97,9	100
Avvik*		12,6	1,3	0,7	-2,1	0,3

* % avvik i forhold til fasit

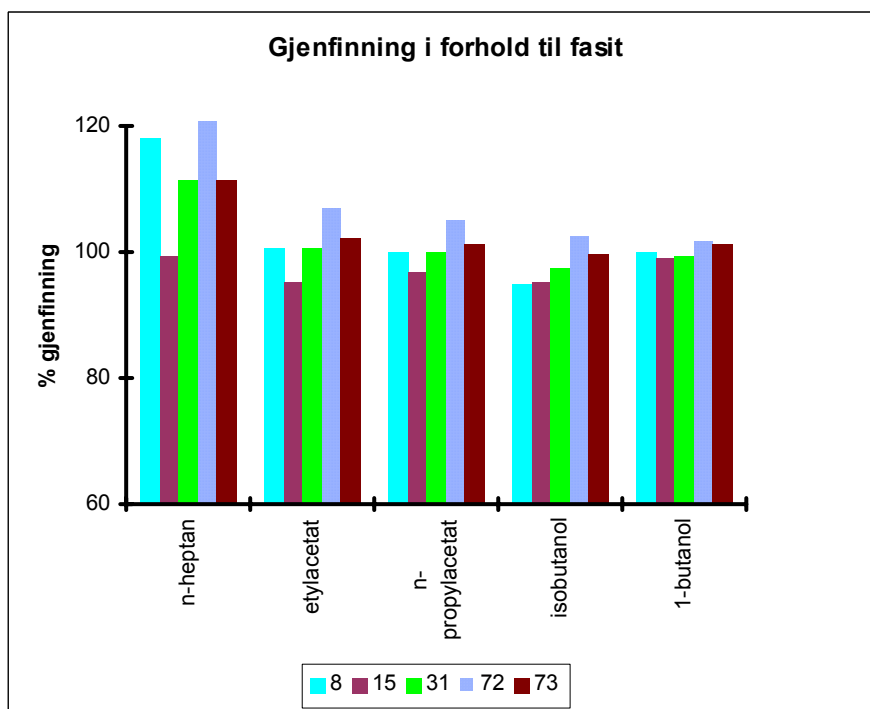
Karakterer

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

Kullrør. Laboratorium W.



Dosimetre. Laboratorium W.



X Dynea ASA
Laboratoriets svar i µg

	Nr.	n-heptan	etylacetat	n-propyl- acetat	isobutanol	1-butanol
Rør	3	142	129	141	78	80
	5	137	127	139	78	82
	90	133	128	140	79	82
Dosimetre	21	102	127	119	69	73
	48	100	121	118	68	72
	61	106	180	126	89	97
	68	102	131	120	83	89
	69	101	199	122	87	95

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	n-heptan	etylacetat	n-propyl- acetat	isobutanol	1-butanol	Luftvolum liter
Rør	3	98,6	89,6	97,9	54,2	55,6	1,44
	5	97,9	90,7	99,3	55,7	58,6	1,40
	90	95,0	91,4	100	56,4	58,6	1,40

Beregnet gjenfinning (%).

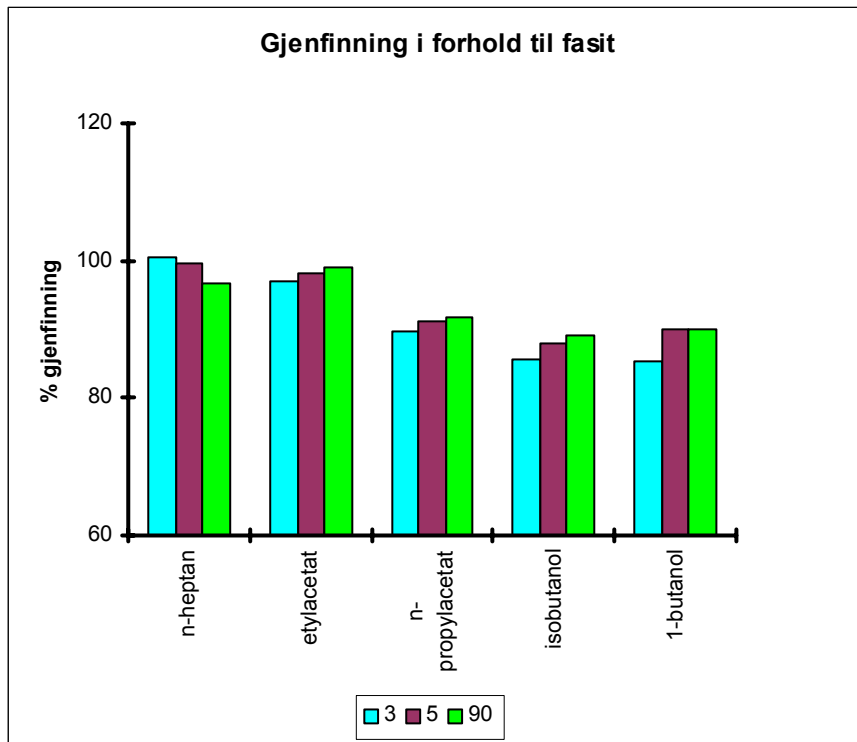
	Nr.	n-heptan	etylacetat	n-propyl- acetat	isobutanol	1-butanol
	3	100	97,0	89,8	85,5	85,3
	5	99,7	98,2	91,1	87,9	90,0
	90	96,8	99,0	91,7	89,1	90,0
Middelverdi		99,0	98,1	90,9	87,5	88,4
Avvik*		-1,0	-1,9	-9,1	-12,5	-11,6
	21	87,4	99,2	90,1	78,0	82,6
	48	85,7	94,5	89,3	76,8	81,5
	61	90,8	141	95,4	101	110
	68	87,4	102	90,8	93,8	101
	69	86,5	155	92,3	98,3	107
Middelverdi		87,6	118	91,6	89,5	96,4
Avvik*		-12,4	18,4	-8,4	-10,5	-3,6

* % avvik i forhold til
fasit

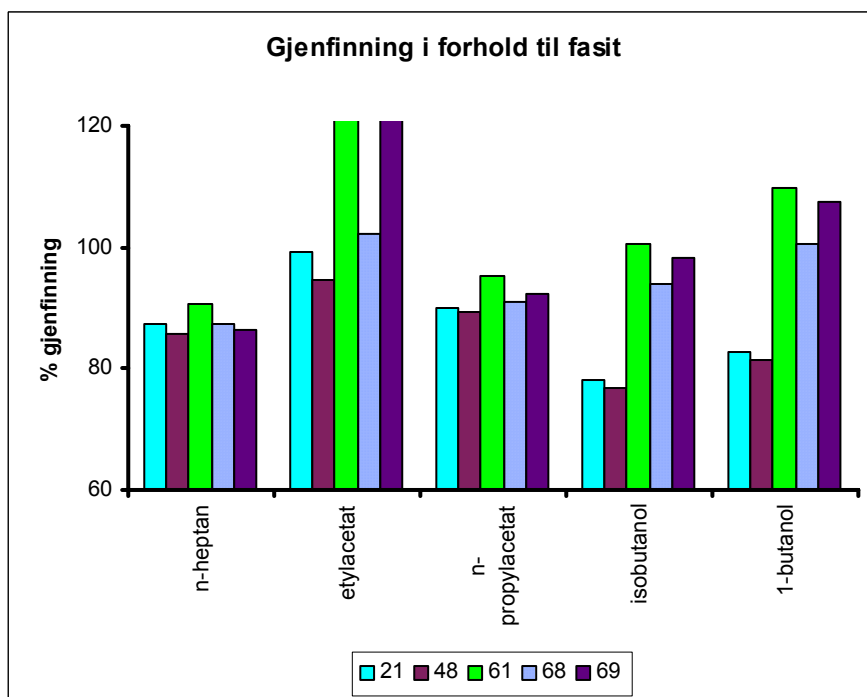
Karakterer

	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 sammenliknende laboratorieprøving 36 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				
	n-heptan	etylacetat	n-propyl acetat	isobutanol	1-butanol
15	100	92,7	106	60,4	61,7
21	95,5	88,1	107	60,4	60,8
25	98,2	92,7	109	60,9	61,2
32	98,0	89,5	108	62,4	61,4
43	99,8	91,5	112	62,6	64,4
45	96,3	91,8	108	59,1	60,9
62	99,2	94,2	108	60,3	64,5
65	95,6	91,6	106	59,8	63,0
74	98,8	91,4	106	62,5	63,2
88	98,1	90,8	105	62,1	62,7

Tabell 2

Rør nr.	Gjenfinning i %				
	n-heptan	etylacetat	n-propyl acetat	isobutanol	1-butanol
15	102	100	97,6	95,3	94,8
21	97,3	95,4	98,5	95,3	93,4
25	100	100	100	96,1	94,0
32	99,8	96,9	99,1	98,5	94,3
43	102	99,0	103	98,8	98,8
45	98,1	99,4	99,0	93,3	93,6
62	101	102	99,2	95,2	99,1
65	97,4	99,2	97,5	94,4	96,8
74	101	99,0	97,2	98,7	97,0
88	100	98,3	96,5	98,0	96,3
Middel	99,9	99,0	98,7	96,4	95,8
Stdav	1,8	1,9	1,7	2,0	2,1

Bestemmelse av referanseverdier for diffusjonsprøvetakerne ved sammenliknende laboratorieprøving 36 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
Mengde i µg/prøve

Dos nr.	n-heptan	etylacetat	n-propyl acetat	isobutanol	1-butanol	
6	112	123	130	86,0	87,5	
14	112	123	124	85,6	83,4	
18	120	130	136	92,4	88,2	
29	116	131	136	84,9	89,0	
39	117	130	133	92,1	90,4	
42	117	128	134	86,7	89,7	
50	119	129	130	88,5	90,1	
56	118	129	133	88,5	89,0	
67	116	129	135	89,2	86,8	
79	120	127	134	91,0	89,7	
Middel	117	128	132	88,5	88,4	Ref.verdi (fasit)
Rel.stdav.	2,3	2,3	2,8	2,9	2,4	