

Kvalitetssikring av arbeidsmiljøanalyser. Sammenliknende laboratorieprøvinger. Runde 38. Løsemidler.

Forfatter: Merete Gjølstad

Prosjektleder: Merete Gjølstad

Dato: 15.08.2005

STAMI-rapport Årg. 6, nr. 3 (2005)

ISSN: 1502-0932

Sammendrag:

Seks finske, ett svensk og fem norske laboratorier mottok prøver i denne runden (nr. 38) 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 sykloheksan, metylsykloheksan, n-heptan, toluen, n-nonan og n-dekan. 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.

Elleve av de tolv laboratoriene leverte svar. Av disse har 9 fått sine resultater akseptert etter de oppsatte kriterier, og fem av dem tilfredsstiller kravene til klassifiseringen ”Bra”.

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

Stikkord:

Sammenliknende laboratorieprøving
Løsemiddelbestemmelse
Diffusjonsprøvetakere
Kullrør

Key terms:

Proficiency testing
Solvent measurement
Diffusive samplers
Charcoal tubes

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 fem 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 sykloheksan, metylsykloheksan, n-heptan, toluen, n-nonan og n-dekan. Laboratoriene ble bedt om å foreta både kvalitativ og kvantitativ bestemmelse av åtte prøver: tre kullrør og fem diffusjonsprøvetakere. Til hjelp i den kvalitative bestemmelsen fulgte det med to ekstra kullrør som var eksponert for de samme komponentene. I tillegg mottok laboratoriene én blindprøve (blank) av hver prøvetype.

Elleve av de tolv laboratoriene har levert svar. Ni av disse har etter de oppsatte kriterier fått sine resultater akseptert, og fem tilfredsstillende kravene 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 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 20. april 2005 til følgende laboratorier:

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

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, 4098 Tananger.

R: Sahlgrenska universitetssjukhuset, Yrkes- och miljömed., St.Sigfridsgt. 85, S-412 66 Göteborg, 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 30. mai 2005.

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 sykloheksan, metylsykloheksan, n-heptan, toluen, n-nonan og n-dekan. 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	Dos.	Ja	Nei	Ja	Nei
D	CP Wax 52CB 60m x 0,32mm, 1,2µm	35 – 230	CS ₂	2,0 ml	2,0 ml	X			X
	VF5ms, 25m x 0,25mm, 0,4 µm	35 - 200							
F	PE-Wax 30 m x 0,32 mm	60 - 140	DMF	2,0 ml	2,0 ml	X		X(2)	
	PE-1 30 m x 0,32 mm	60 – 140							
H	NB-20M 25 m x 0,32 mm 1,0 µm	40 – 200	CS ₂	1,0 ml	1,0 ml	X		X(5)	
	HP-5 25 m x 0,32 mm 1,05 µm								
J	FFAP, 50 m	50 - 120	DMF	2,0 ml	2,0 ml	X		X (1)	
N	20% SP-2100 + 0.1% CW1500	50 – 175	CS ₂	4,0 ml	2,0 ml		X		X
	CP-Sil 8 CB, 25 m x 0.32 µm	40 - 175							
R	J & W DB-1 60 m x 0,25 mm, 1 µm	50 - 250	CS ₂ + DMF	2,0 ml	2,0 ml	X		X(3)	
S	HP-1, 30 m x 0,53 mm 2,65 µm	40 - 180	CS ₂	2,0 ml	1,5 ml				
T	BP-1 25 m x 0,53 mm 5,0 µm	40 - 200	CS ₂	2,0 ml	2,0 ml	X			X
U	HP 5 30 m x 0,32 mm, 1 µm	34 - 200	CS ₂	2,0 ml	1,5 ml	X			X
	HP Innowax 30m x 0,32mm, 0,5 µm								
W	DB-1701 30 m x 0,32 mm	40 - 140	DMF	2,0 ml	5,0 ml	X		X(3)	
	DB-5 30 m x 0,32 mm 1,0 µm								
X	DB-5MS+DG, 30 m x 0,25 mm 1,0 µm	35 - 250	CS ₂ + 2% DMF	1,0 ml	3,0 ml	X		X(4)	

(1) Limonen

(2) Etylbenzen

(3) Pentran (metoksyfluran)

(4) Klorbenzen

(5) 1-kloroktan

6. REFERANSEVERDIER

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

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

	Sykloheksan	Metylsykloheksan	n-heptan	Toluen	n-nonan	n-dekan
Kullrør (µg/l)	68,8	66,9	59,6	75,9	63,1	64,0
Dosimetre (µg/prøve)	85,3	75,0	65,8	96,1	60,1	56,7

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 total karakteren BRA
- Èn eller flere IKKE AKSEPTABELT gir karakter IKKE AKSEPTABELT for serien.
- Ikke levert analysesvar er IKKE AKSEPTABELT.
- Alle andre kombinasjoner er AKSEPTABELT.

8. RESULTATER

Ett laboratorium har ikke levert svar. Alle de andre har foretatt en korrekt identifisering av de aktuelle komponentene.

Vurderingen av den kvantitative bestemmelsen er foretatt på grunnlag av gjenfinningsprosent i forhold til fasit for hver komponent. Av tabell 8.1 fremgår det at 9 av de 11 laboratoriene som har levert svar, får resultatene akseptert, og 5 av disse har fått karakteren «BRA». Figur 8.1 viser en samlet oversikt over kullrørsresultatene som gjennomsnittlig gjenfinningsprosent i forhold til fasit. Figur 8.2 viser tilsvarende oversikt for dosimetrene.

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

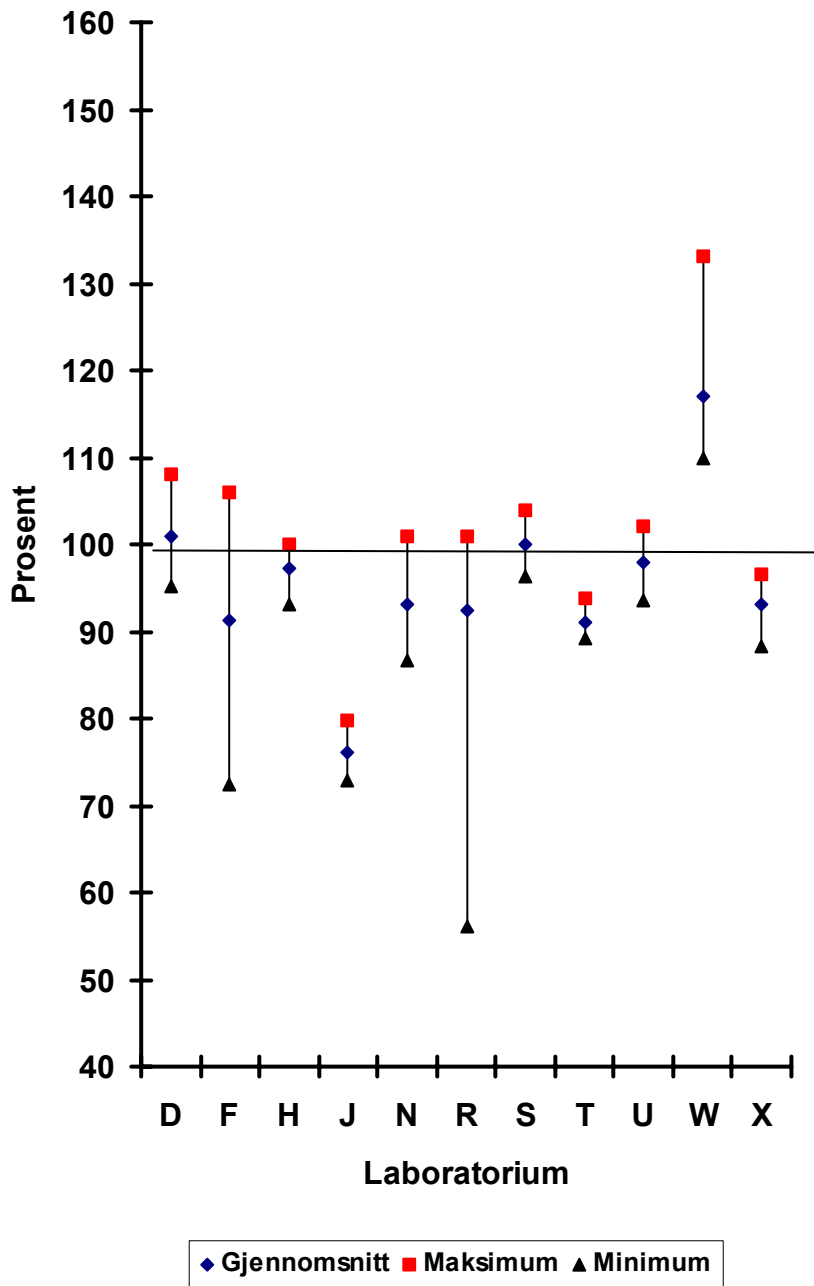
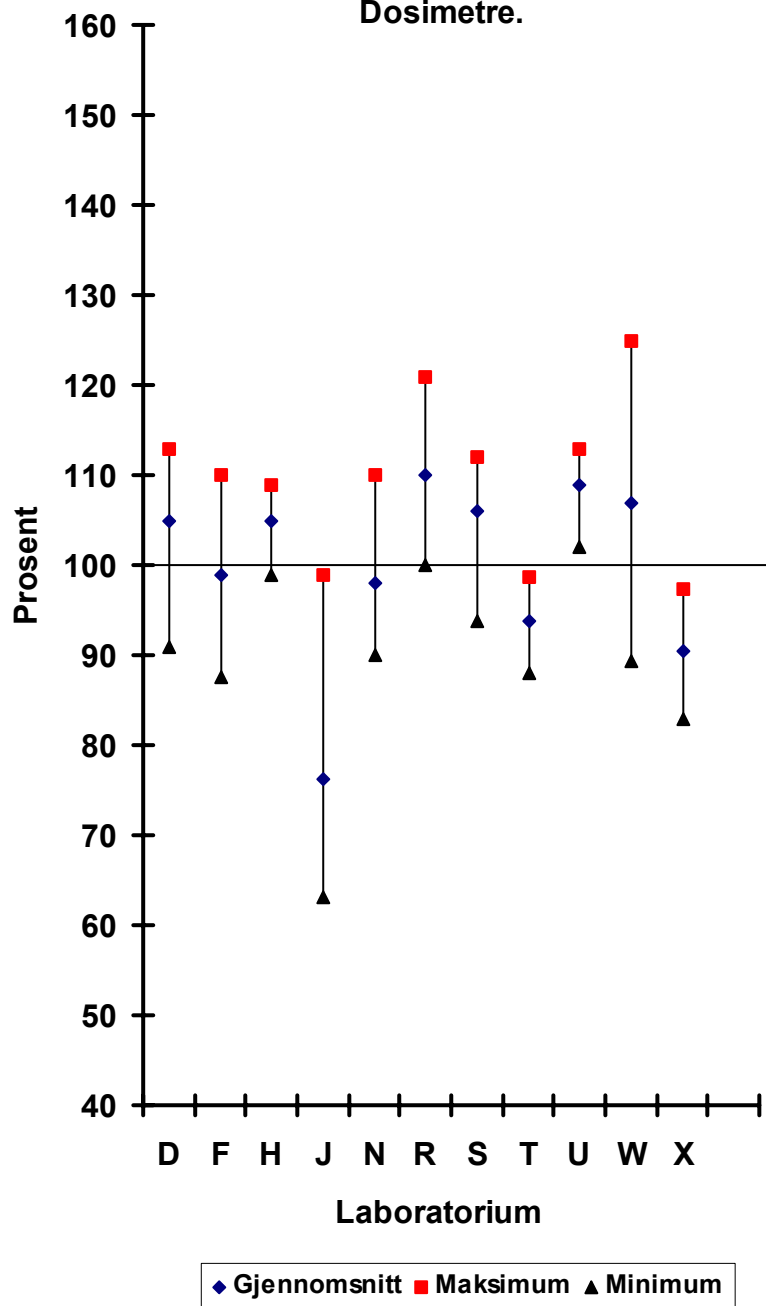


Fig. 8.2
Gjennomsnittlig gjenfinning i forhold til fasit.
Dosimetre.



Tabell 8.1 angir karakterer for alle laboratoriene fra denne prøverunden.

Tabell 8.1. Beregnede karakterer.

Lab.	Kvalitativ karakter	Kvantitativ karakter	Total karakter
D	B	B	B
F	B	A	A
H	B	B	B
J	B	I	I
L	-	-	-
N	B	A	A
R	B	A	A
S	B	B	B
T	B	B	B
U	B	B	B
W	B	I	I
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. 37 og 38). 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 37	RUNDE 38	GJELDENDE
D	B	B	B
F	B	A	A
H	B	B	B
J	B	I	A
L	I*	I*	I*
N	A	A	A
R	A	A	A
S	B	B	B
T	A	B	A
U	B	B	B
W	A	I	A
X	A	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.	Cyklo- heksan	Metyl- cykloheksan	n-heptan	Toluen	n-nonan	n-dekan
Rør	29	94,9	92,6	82,5	110,3	85,5	84,7
	40	93,6	91,0	80,5	107,9	79,2	76,8
	51	98,1	95,6	85,6	114,3	90,4	90,8
Dosimetre	11	85,1	78,3	66,5	103,4	60,8	58,7
	16	88,2	80,8	68,8	108,5	62,2	60,1
	29	85,8	78,7	66,9	103,7	59,0	56,1
	49	86,6	79,4	67,7	108,0	61,4	59,3
	67	89,3	81,4	69,3	107,2	62,4	60,5

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	Cyklo- heksan	Metyl- cykloheksan	n-heptan	Toluen	n-nonan	n-dekan	Luftvolum liter
Rør	29	70,3	68,6	61,1	81,7	63,3	62,7	1,35
	40	70,9	68,9	61,0	81,7	60,0	58,2	1,32
	51	68,6	66,9	59,9	79,9	63,2	63,5	1,43

Beregnet gjenfinning (%).

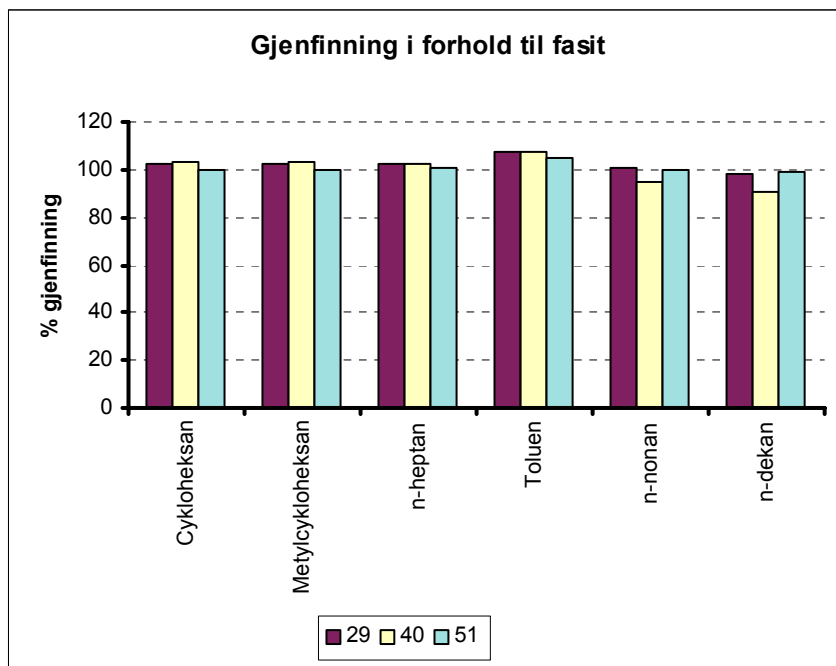
	Nr.	Cyklo- heksan	Metyl- cykloheksan	n-heptan	Toluen	n-nonan	n-dekan
	29	102	102	103	108	100	98,0
	40	103	103	102	108	95,1	90,9
	51	99,7	99,9	101	105	100	99,2
Middelverdi		102	102	102	107	98,5	96,0
Avvik*		1,7	1,8	1,8	6,9	1,5	4,0
	11	100	104	101	108	101	104
	16	103	108	104	113	103	106
	29	101	105	102	108	98,1	99,0
	49	101	106	103	112	102	105
	67	105	108	105	112	104	107
Middelverdi		102	106	103	110	102	104
Avvik*		1,9	6,2	3,0	10,4	1,7	4,0

* % avvik i forhold til fasit

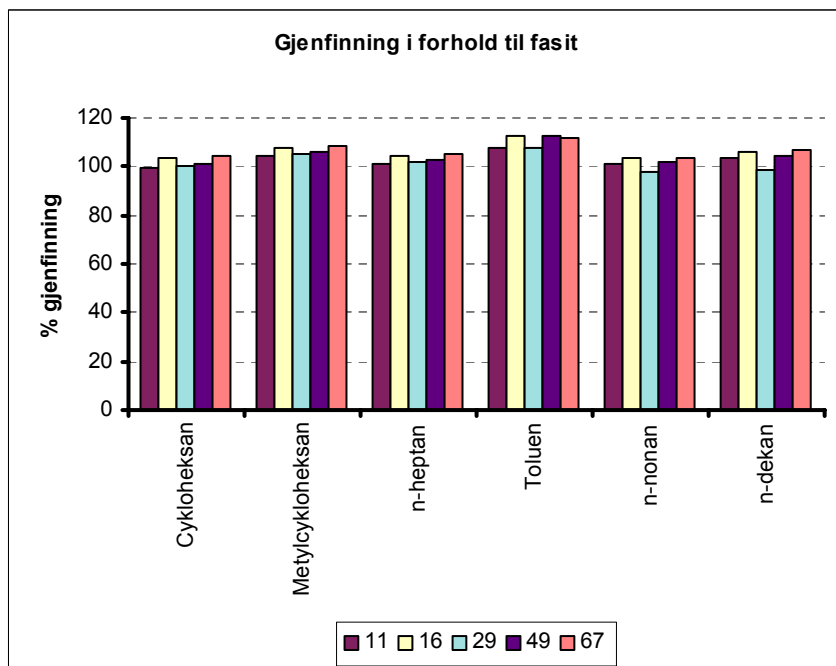
Karakterer

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

Kullrør. Laboratorium D.



Dosimetre. Laboratorium D.



F Høgskolen i Agder
Laboratoriets svar i µg

	Nr.	Cykloheksan	Metylcykloheksan	n-heptan	Toluen	n-nonan	n-dekan
Rør	10	96,6	99,0	83,1	92,6	81,6	70,5
	19	89,6	93,4	76,5	89,6	77,0	64,8
	58	93,0	96,1	80,3	95,6	82,3	74,3
Dosimetre	13	86,2	86,3	67,9	99,8	62,4	54,3
	17	82,1	82,1	65,2	93,6	61,1	49,9
	38	79,8	79,5	62,0	92,7	59,5	50,4
	53	81,0	79,4	62,7	92,5	60,1	49,6
	58	83,8	82,3	65,1	95,2	60,5	49,6

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	Cykloheksan	Metylcykloheksan	n-heptan	Toluen	n-nonan	n-dekan	Luftvolum (liter)
Rør	10	65,7	67,3	56,5	63,0	55,5	48,0	1,47
	19	64,0	66,7	54,6	64,0	55,0	46,3	1,40
	58	68,4	70,7	59,0	70,3	60,5	54,6	1,36

Beregnet gjenfinning (%)

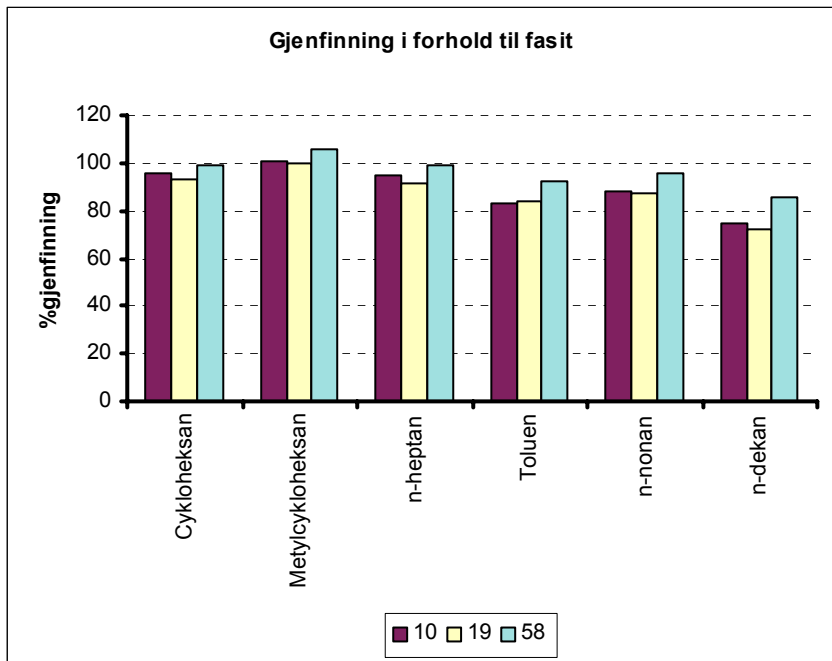
	Nr.	Cykloheksan	Metylcykloheksan	n-heptan	Toluen	n-nonan	n-dekan
	10	95,5	101	94,9	83,0	88,0	74,9
	19	93,0	99,7	91,8	84,3	87,2	72,3
	58	99,4	106	99,1	92,6	95,9	85,3
Middelverdi		96,0	102	95,3	86,6	90,3	77,5
Avvik*		4,0	1,9	4,7	13,4	9,7	22,5
	13	101	115	103	104	104	95,8
	17	96,2	109	99,0	97,4	102	88,0
	38	93,5	106	94,2	96,4	99,0	88,9
	53	94,9	106	95,2	96,2	100	87,5
	58	98,2	110	98,9	99,0	101	87,5
Middelverdi		96,8	109	98,1	98,6	101	89,6
Avvik*		3,2	9,2	1,9	1,4	1,0	10,4

* % avvik i forhold til fasit

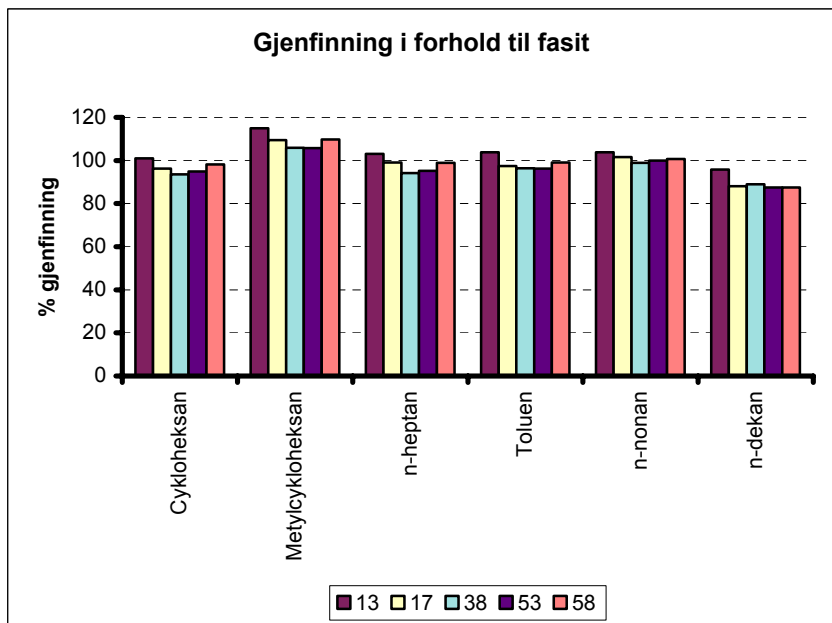
Karakterer

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

Kullrør. Laboratorium F.



Dosimetre. Laboratorium F.



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

	Nr.	Cyklo- heksan	Metyl- cykloheksan	n-heptan	Toluen	n-nonan	n-dekan
Rør	6	94,3	91,0	81,4	101,9	82,8	83,4
	27	94,4	90,8	81,5	102,7	85,3	85,5
	43	94,3	91,0	81,7	102,6	85,1	85,1
Dosimetre	7	90,1	80,0	68,4	102,0	61,2	57,4
	42	87,5	77,8	66,4	99,3	59,9	56,2
	44	88,9	78,8	67,4	98,8	60,3	56,2
	47	89,6	79,5	67,9	100,9	60,6	56,8
	52	95,2	84,5	72,1	106,9	64,8	61,5

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	Cyklo- heksan	Metyl- cykloheksan	n-heptan	Toluen	n-nonan	n-dekan	Luft- volum (liter)
Rør	6	67,4	65,0	58,1	72,8	59,1	59,6	1,40
	27	67,4	64,9	58,2	73,4	60,9	61,1	1,40
	43	68,8	66,4	59,6	74,9	62,1	62,1	1,37

**Beregnet gjenfinning
 (%).**

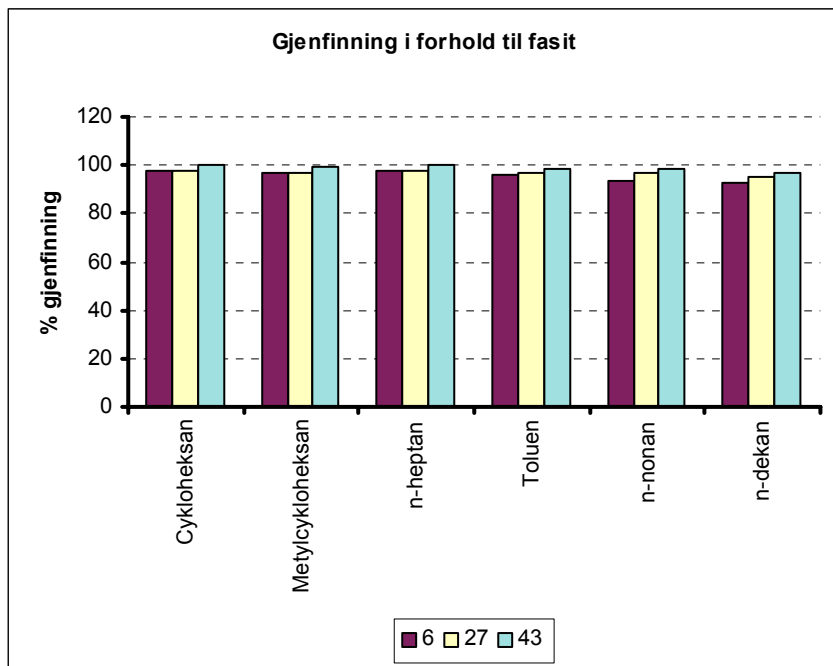
	Nr.	Cyklo- heksan	Metyl- cykloheksan	n-heptan	Toluen	n-nonan	n-dekan
	6	97,9	97,1	97,6	95,9	93,7	93,0
	27	98,0	96,9	97,8	96,6	96,6	95,4
	43	100	99,2	100	98,6	98,4	97,0
Middelverdi		98,7	97,7	98,5	97,0	96,2	95,1
Avvik*		1,3	2,3	1,5	3,0	3,8	4,9
	7	106	107	104	106	102	101
	42	103	104	101	103	100	99,2
	44	104	105	102	103	100	99,2
	47	105	106	103	105	101	100
	52	112	113	109	111	108	109
Middelverdi		106	107	104	106	102	102
Avvik*		5,8	6,8	3,9	5,7	2,1	1,7

* % avvik i forhold til fasit

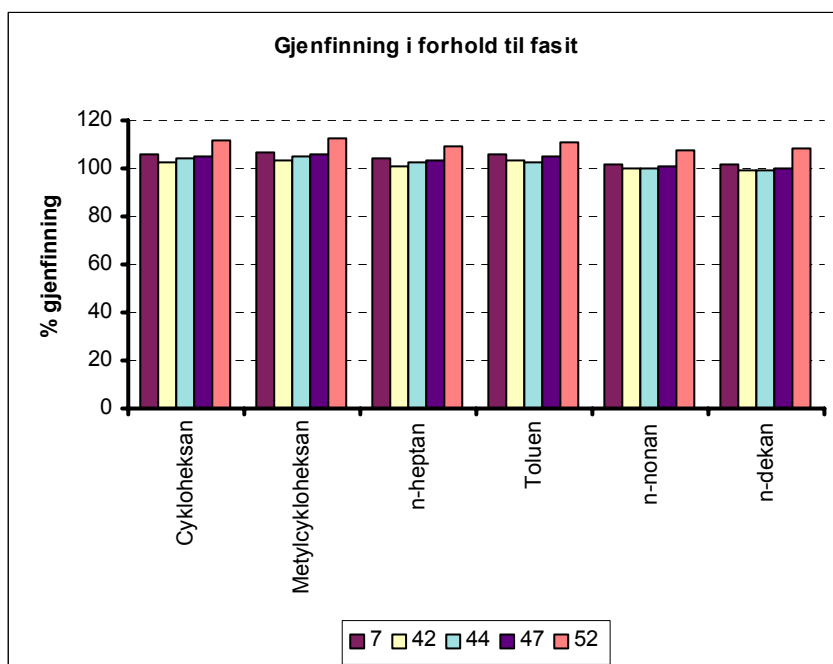
Karakterer

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

Kullrør. Laboratorium H.



Dosimetre. Laboratorium H.



J **Kuopion aluetyöterveyslaitos**
Laboratoriets svar i µg

	Nr.	Cyklo- heksan	Metyl- cykloheksan	n-heptan	Toluen	n-nonan	n-dekan
Rør	24	71	67	62	77	62	64
	28	76	71	66	80	67	68
	47	74	70	65	80	66	68
Dosimetre	3	71	59	50	82	42	42
	8	68	57	48	88	41	41
	37	64	53	45	83	38	39
	43	70	58	49	95	41	41
	68	68	57	48	83	41	41

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	Cyklo- heksan	Metyl- cykloheksan	n-heptan	Toluen	n-nonan	n-dekan	Luft- volum (liter)
Rør	24	52,6	49,6	45,9	57,0	45,9	47,4	1,35
	28	53,5	50,0	46,5	56,3	47,2	47,9	1,42
	47	54,0	51,1	47,4	58,4	48,2	49,6	1,37

**Beregnet gjenfinning
(%).**

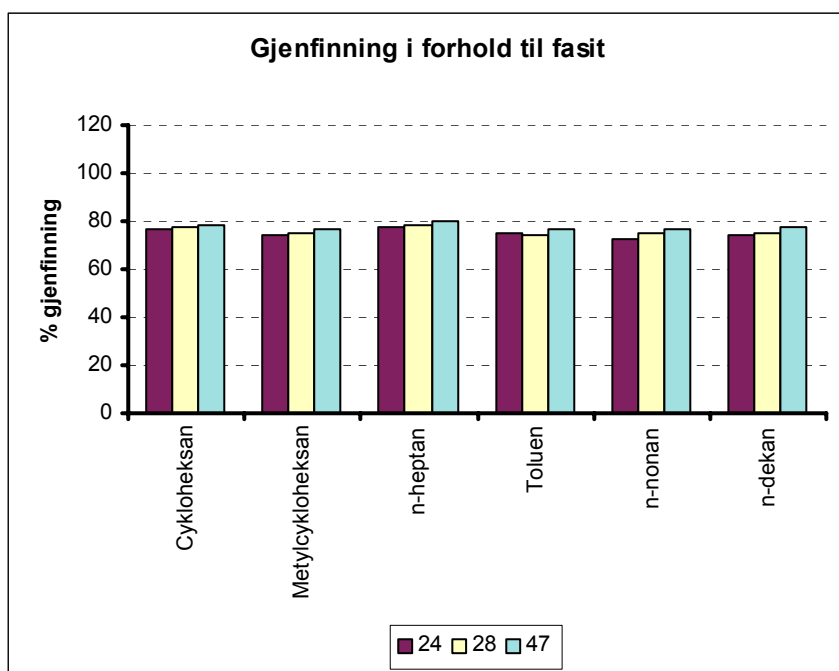
	Nr.	Cyklo- heksan	Metyl- cykloheksan	n-heptan	Toluen	n-nonan	n-dekan
	24	76,5	74,1	77,1	75,1	72,8	74,0
	28	77,8	74,7	78,0	74,2	74,8	74,8
	47	78,5	76,3	79,7	76,9	76,3	77,5
Middelverdi		77,6	75,1	78,3	75,4	74,6	75,5
Avvik*		22,4	24,9	21,7	24,6	25,4	24,5
	3	83,2	78,6	75,9	85,3	69,9	74,1
	8	79,7	76,0	72,9	91,5	68,2	72,3
	37	75,0	70,6	68,3	86,3	63,2	68,8
	43	82,0	77,3	74,4	98,8	68,2	72,3
	68	79,7	76,0	72,9	86,3	68,2	72,3
Middelverdi		79,9	75,7	72,9	89,7	67,5	72,0
Avvik*		20,1	24,3	27,1	10,3	32,5	28,0

* % avvik i forhold til fasit

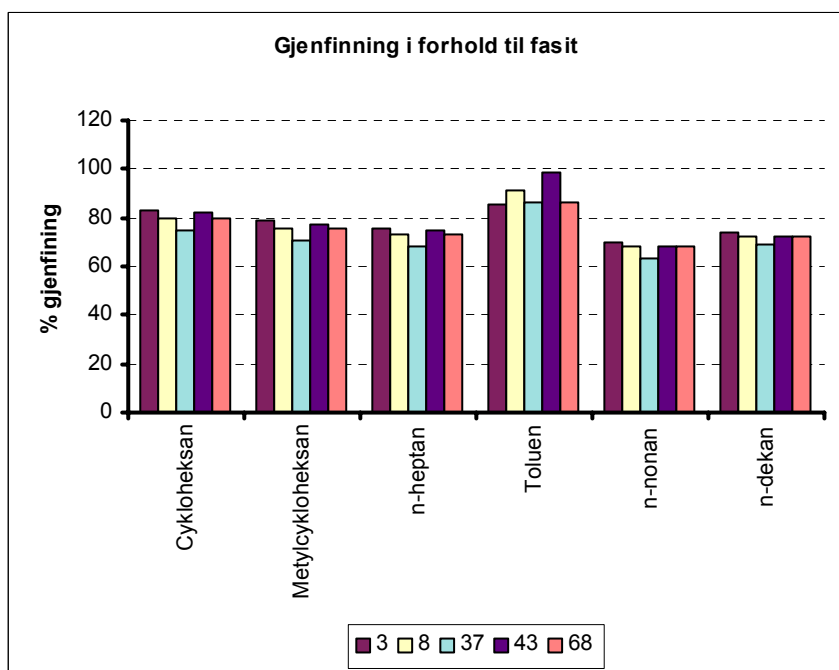
Karakterer

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

Kullrør. Laboratorium J.



Dosimetre. Laboratorium J.



N Westlab A/S

Laboratoriets svar i µg

	Nr.	Cyklo- heksan	Metyl- cykloheksan	n-heptan	Toluen	n-nonan	n-dekan
Rør	2	95,7	83,4	78,1	94,1	83,3	86,3
	20	99,2	85,5	81,5	97,1	84,5	86,9
	25	93,7	81,5	77,1	93,4	82,4	85,1
Dosimetre	5	**					
	6						
	24	86,3	69,2	59,3	87,0	55,9	56,2
	50	93,5	75,0	64,2	94,3	59,9	60,4
	69						

**På grunn av et uhell ved laboratoriet foreligger det resultat bare for to dosimetre.

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	Cyklo- heksan	Metyl- cykloheksan	n-heptan	Toluen	n-nonan	n-dekan	Luft- volum (liter)
Rør	2	66,9	58,3	54,6	65,8	58,3	60,3	1,43
	20	69,4	59,8	57,0	67,9	59,1	60,8	1,43
	25	67,9	59,1	55,9	67,7	59,7	61,7	1,38

Beregnet gjenfinning (%)

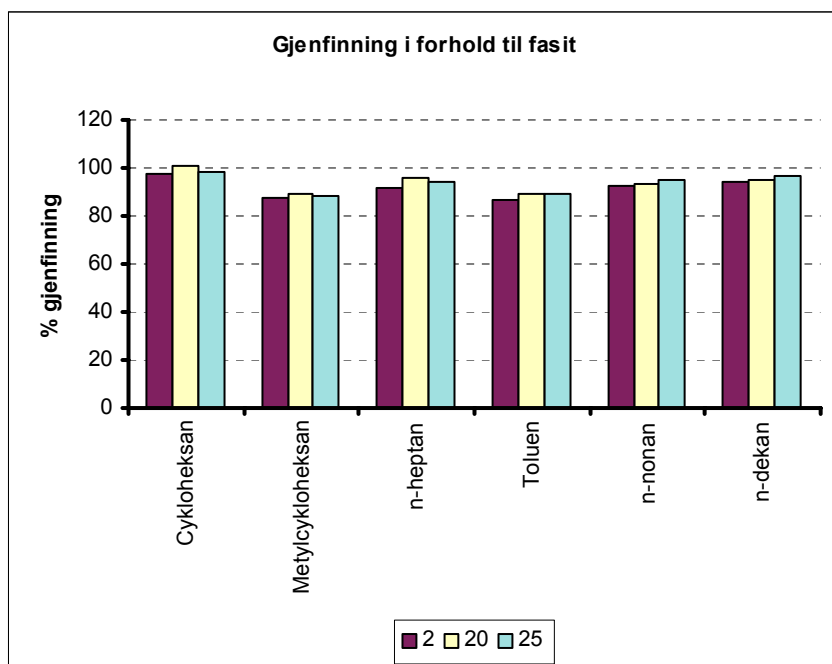
	Nr.	Cyklo- heksan	Metyl- cykloheksan	n-heptan	Toluen	n-nonan	n-dekan
	2	97,3	87,1	91,7	86,7	92,3	94,3
	20	101	89,3	95,7	89,4	93,6	94,9
	25	98,7	88,2	93,8	89,1	94,6	96,3
Middelverdi		99,0	88,2	93,7	88,4	93,5	95,2
Avvik*		1,0	11,8	6,3	11,6	6,5	4,8
	5						
	6						
	24	101	92,2	90,1	90,5	93,0	99,2
	50	110	100	97,5	98,1	100	107
	69						
Middelverdi		105	96,1	93,8	94,3	96,3	103
Avvik*		5,3	3,9	6,2	5,7	3,7	2,9

* % avvik i forhold til fasit

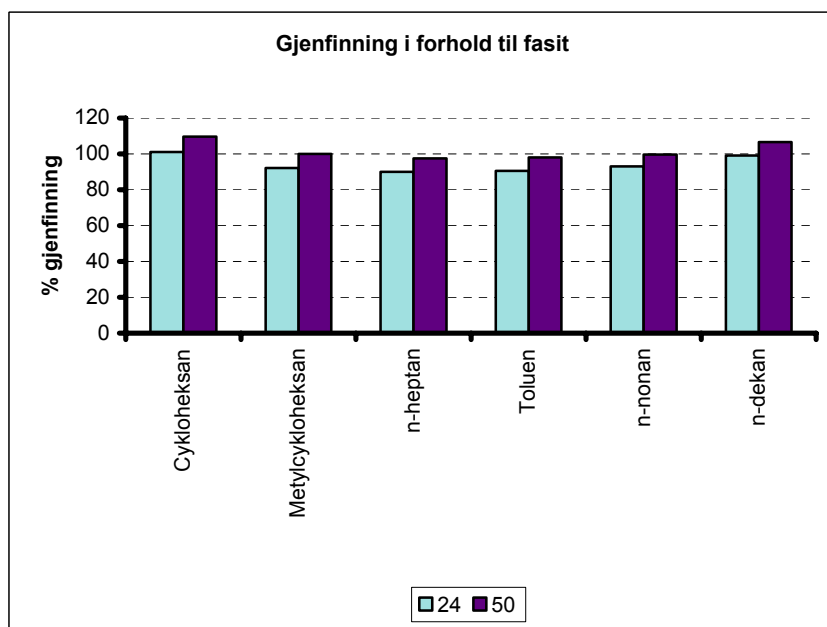
Karakterer

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

Kullrør. Laboratorium N.



Dosimetre. Laboratorium N.



R Sahlrenska Universitetssjukhus, Göteborg
Laboratoriets svar i µg

	Nr.	Cyklo- heksan	Metyl- cykloheksan	n-heptan	Toluen	n-nonan	n-dekan
Rør	11	94,0	91,4	46,5	104,1	83,9	85,6
	16	94,3	91,7	47,3	105,5	86,2	88,0
	46	96,3	90,6	46,4	105,0	88,4	90,2
Dosimetre	18	92,4	83,7	74,2	114,9	65,5	63,7
	31	91,9	83,3	73,8	112,4	65,1	63,3
	36	85,0	76,9	68,5	104,1	60,0	58,5
	60	90,7	82,2	73,0	108,2	64,2	62,3
	74	93,2	84,4	74,8	116,8	65,9	64,0

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	Cyklo- heksan	Metyl- cykloheksan	n-heptan	Toluen	n-nonan	n-dekan	Luft- volum (liter)
Rør	11	68,6	66,7	33,9	76,0	61,2	62,5	1,37
	16	68,8	66,9	34,5	77,0	62,9	64,2	1,37
	46	69,3	65,2	33,4	75,5	63,6	64,9	1,39

Beregnet gjenfinning (%)

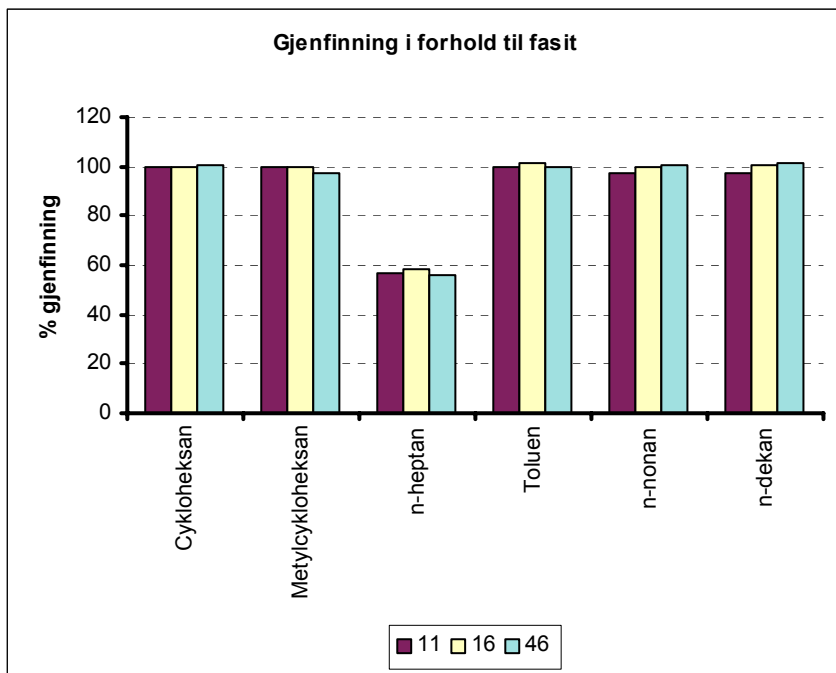
	Nr.	Cyklo- heksan	Metyl- cykloheksan	n-heptan	Toluen	n-nonan	n-dekan
	11	99,7	99,7	57,0	100	97,0	97,6
	16	100	100	58,0	101	99,7	100
	46	101	97,4	56,1	99,5	101	101
Middelverdi		100	99,0	57,0	100	99,2	99,8
Avvik*		0,2	1,0	43,0	0,3	0,8	0,2
	18	108	112	113	120	109	112
	31	108	111	112	117	108	112
	36	100	102	104	108	100	103
	60	106	110	111	113	107	110
	74	109	112	114	121	110	113
Middelverdi		106	109	111	116	107	110
Avvik*		6,2	9,4	10,7	15,7	6,7	10,0

* % avvik i forhold til fasit

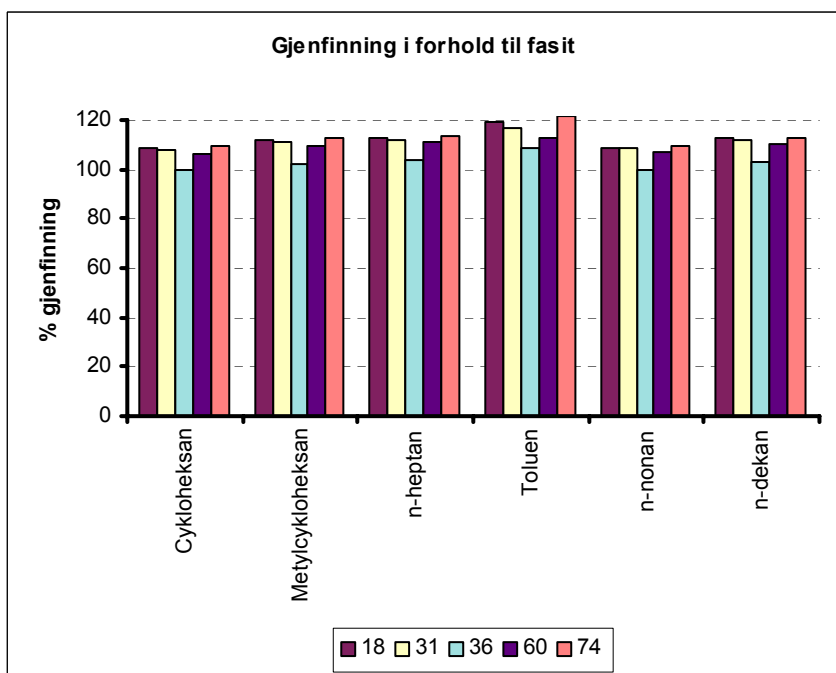
Karakterer

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

Kullrør. Laboratorium R.



Dosimetre. Laboratorium R.



S Lappeenranta aluetyöterveyslaitos
Laboratoriets svar i µg

	Nr.	Cyklo- heksan	Metyl- cykloheksan	n-heptan	Toluen	n-nonan	n-dekan
Rør	15	94,8	90,4	81,2	105,2	86,8	85,2
	33	98,9	94,3	84,7	109,8	90,7	89,3
	50	90,7	86,6	77,8	100,8	83,0	81,7
Dosimetre	26	89,1	77,7	67,9	101,3	58,9	59,9
	46	90,3	78,4	68,8	99,9	58,4	60,2
	51	93,6	81,4	70,6	106,0	61,1	63,0
	59	91,6	79,8	69,6	104,1	60,1	61,3
	72	94,7	82,2	71,5	107,4	63,1	53,1

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	Cyklo- heksan	Metyl- cykloheksan	n-heptan	Toluen	n-nonan	n-dekan	Luft- volum (liter)
Rør	15	68,7	65,5	58,8	76,2	62,9	61,7	1,38
	33	69,6	66,4	59,6	77,3	63,9	62,9	1,42
	50	70,9	67,7	60,8	78,8	64,8	63,8	1,28

Beregnet gjenfinning (%)

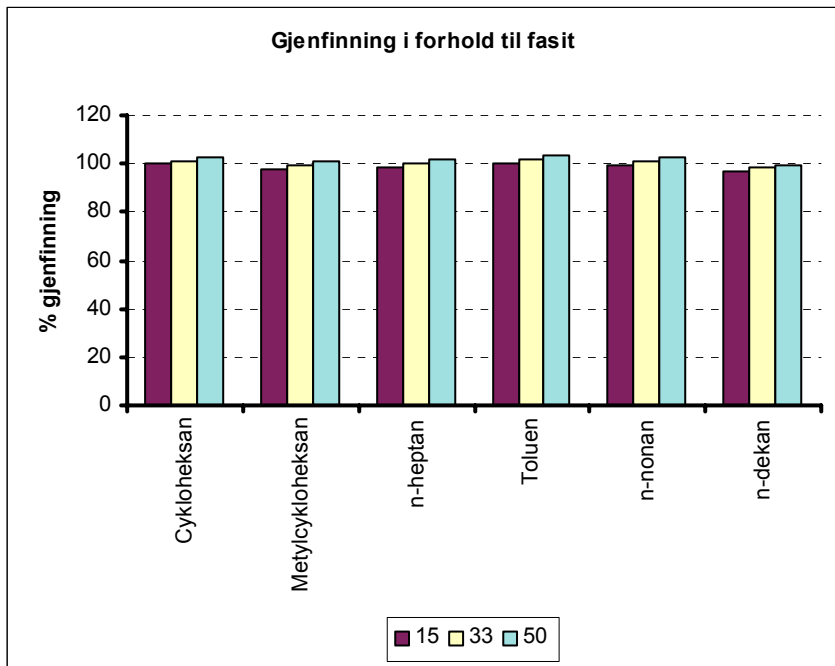
	Nr.	Cyklo- heksan	Metyl- cykloheksan	n-heptan	Toluen	n-nonan	n-dekan
	15	99,9	97,9	98,8	100	99,7	96,4
	33	101	99,2	100	102	101	98,2
	50	103	101	102	104	103	99,7
Middelverdi		101	99,4	100	102	101	98,1
Avvik*		1,4	0,6	0,3	2,0	1,2	1,9
	26	104	104	103	105	98,0	106
	46	106	104	104	104	97,1	106
	51	110	108	107	110	102	111
	59	107	106	106	108	100	108
	72	111	110	109	112	105	93,7
Middelverdi		108	106	106	108	100	105
Avvik*		7,6	6,5	5,8	7,9	0,3	5,0

* % avvik i forhold til fasit

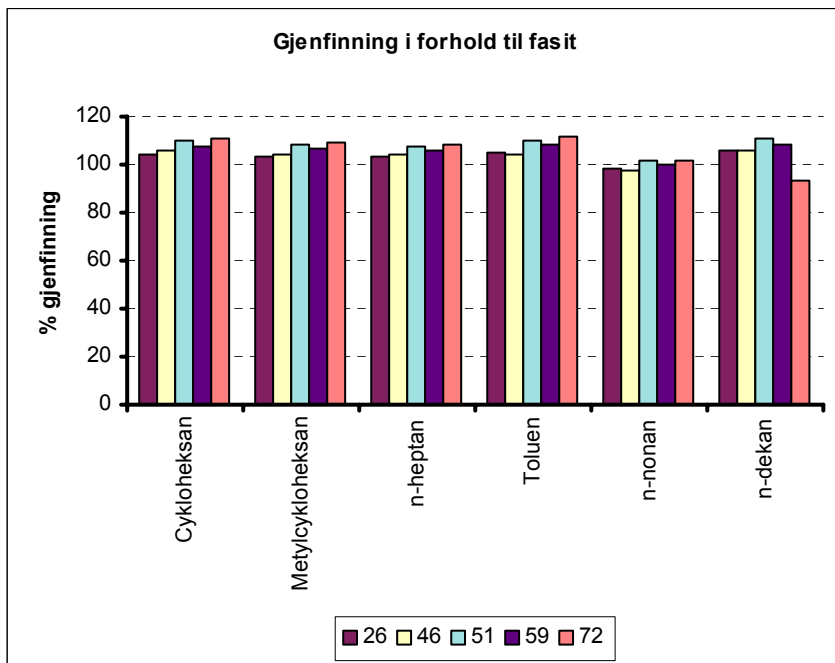
Karakterer

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

Kullrør. Laboratorium S.



Dosimetre. Laboratorium S.



T Oulun aluetyöterveyslaitos
Laboratoriets svar i µg

	Nr.	Cyklo- heksan	Metyl- cykloheksan	n-heptan	Toluen	n-nonan	n-dekan
Rør	8	86	85	74	94	79	81
	37	98	96	85	107	90	92
	55	86	86	74	94	79	81
Dosimetre	10	79	72	59	88	55	53
	14	81	74	62	91	57	55
	35	76	69	58	87	56	55
	41	80	74	61	93	57	55
	55	77	70	60	90	57	53

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	Cyklo- heksan	Metyl- cykloheksan	n-heptan	Toluen	n-nonan	n-dekan	Luft- volum (liter)
Rør	8	61,9	61,2	53,2	67,6	56,8	58,3	1,39
	37	62,8	61,5	54,5	68,6	57,7	59,0	1,56
	55	62,8	62,8	54,0	68,6	57,7	59,1	1,37

**Beregnet gjenfinning
(%).**

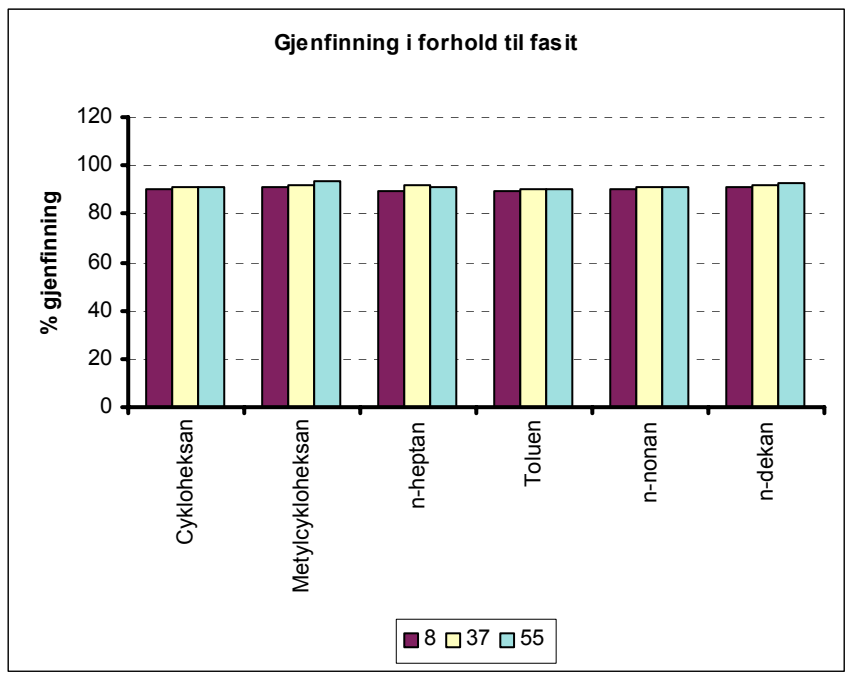
	Nr.	Cyklo- heksan	Metyl- cykloheksan	n-heptan	Toluen	n-nonan	n-dekan
	8	89,9	91,4	89,4	89,1	90,1	91,0
	37	91,3	91,9	91,5	90,3	91,4	92,1
	55	91,3	93,8	90,7	90,4	91,4	92,3
Middelverdi		90,8	92,4	90,5	89,9	91,0	91,8
Avvik*		9,2	7,6	9,5	10,1	9,0	8,2
	10	92,6	96,0	89,6	91,5	91,5	93,5
	14	94,9	98,6	94,2	94,7	94,8	97,0
	35	89,1	92,0	88,1	90,5	93,1	97,0
	41	93,7	98,6	92,6	96,7	94,8	97,0
	55	90,2	93,3	91,1	93,6	94,8	93,5
Middelverdi		92,1	95,7	91,1	93,4	93,8	95,6
Avvik*		7,9	4,3	8,9	6,6	6,2	4,4

* % avvik i forhold til fasit

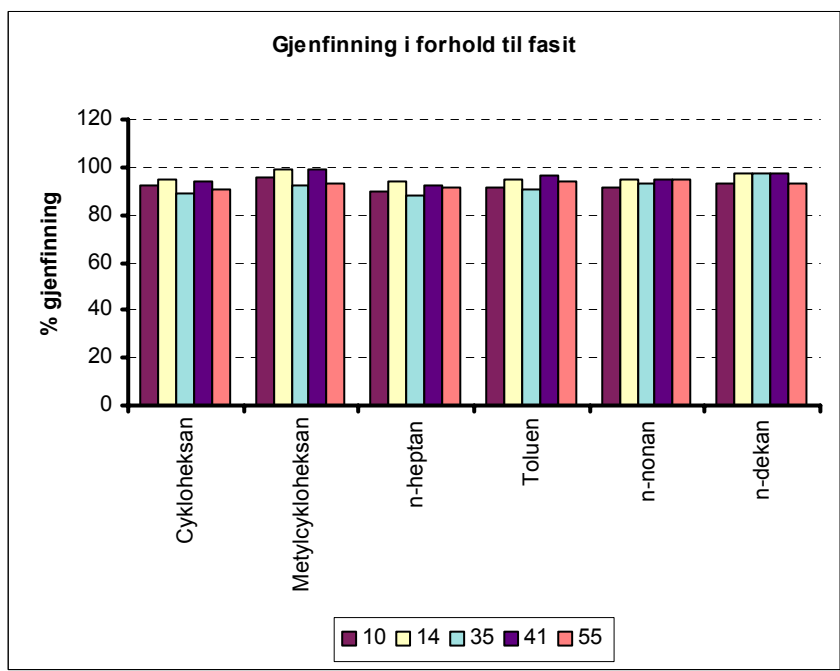
Karakterer

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

Kullrør. Laboratorium T.



Dosimetre. Laboratorium T.



**U Tampere regioninstitutt
Laboratoriets svar i µg**

	Nr.	Cyklo- heksan	Metyl- cykloheksan	n-heptan	Toluen	n-nonan	n-dekan
Rør	14	97	93	84	106	88	88
	42	100	95	87	109	89	88
	57	97	93	85	106	88	87
Dosimetre	2	97	86	70	105	67	63
	27	93	83	67	103	65	61
	32	96	85	69	105	67	63
	39	94	83	67	101	65	61
	45	93	82	67	101	64	60

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	Cyklo- heksan	Metyl- cykloheksan	n-heptan	Toluen	n-nonan	n-dekan	Luft- volum (liter)
Rør	14	66,0	63,3	57,1	72,1	59,9	59,9	1,47
	42	69,9	66,4	60,8	76,2	62,2	61,5	1,43
	57	68,8	66,0	60,3	75,2	62,4	61,7	1,41

**Beregnet gjenfinning
(%).**

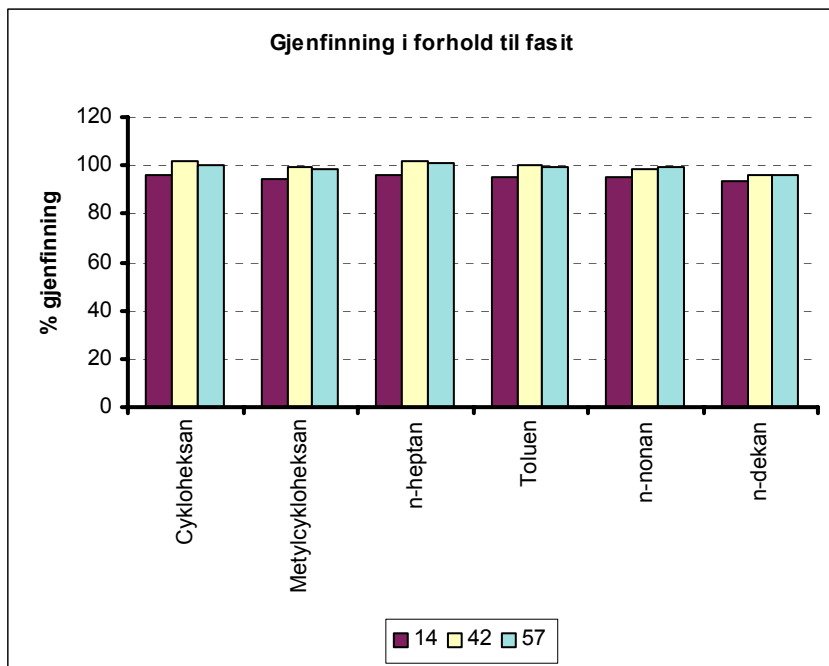
	Nr.	Cyklo- heksan	Metyl- cykloheksan	n-heptan	Toluen	n-nonan	n-dekan
	14	95,9	94,5	96,0	95,0	94,9	93,5
	42	102	99,2	102	100	98,6	96,1
	57	100	98,5	101	99,0	98,9	96,4
Middelverdi		99,2	97,4	99,8	98,1	97,5	95,3
Avvik*		0,8	2,6	0,2	1,9	2,5	4,7
	2	114	115	106	109	111	111
	27	109	111	102	107	108	108
	32	112	113	105	109	111	111
	39	110	111	102	105	108	108
	45	109	109	102	105	106	106
Middelverdi		111	112	103	107	109	109
Avvik*		10,9	11,7	3,3	7,1	9,1	8,7

* % avvik i forhold til fasit

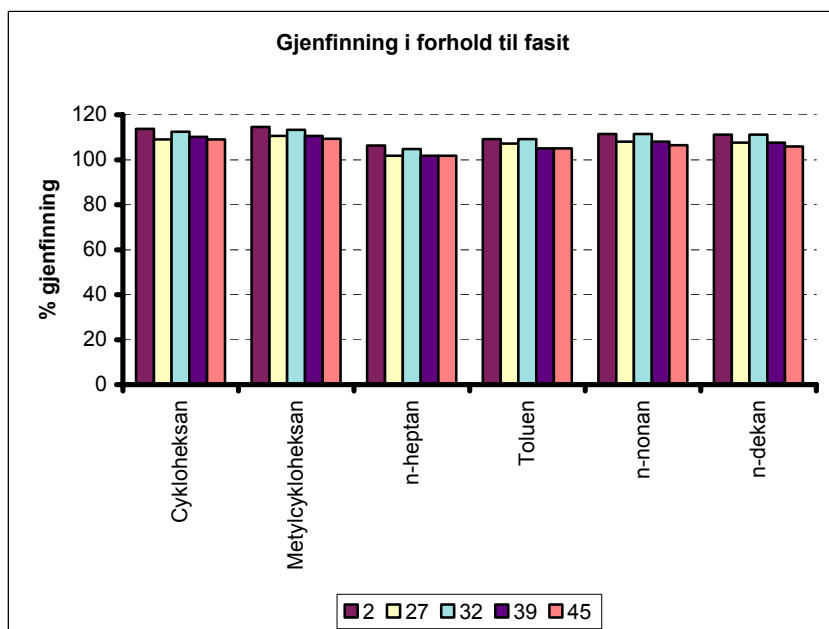
Karakterer

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

Kullrør. Laboratorium U.



Dosimetre. Laboratorium U.



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

	Nr.	Cyklo- heksan	Metyl- cykloheksan	n-heptan	Toluen	n-nonan	n-dekan
Rør	21	110	114	96	118	117	104
	59	110	115	96	120	118	106
	60	108	114	93	117	115	102
Dosimetre	23	90	68	66	102	71	66
	34	89	67	67	107	71	58
	54	86	68	65	110	70	68
	62	89	68	67	108	72	62
	71	93	70	70	108	75	70

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	Cyklo- heksan	Metyl- cykloheksan	n-heptan	Toluen	n-nonan	n-dekan	Luft- volum (liter)
Rør	21	76,4	79,2	66,7	81,9	81,3	72,2	1,44
	59	76,4	79,9	66,7	83,3	81,9	73,6	1,44
	60	78,8	83,2	67,9	85,4	83,9	74,5	1,37

**Beregnet gjenfinning
(%).**

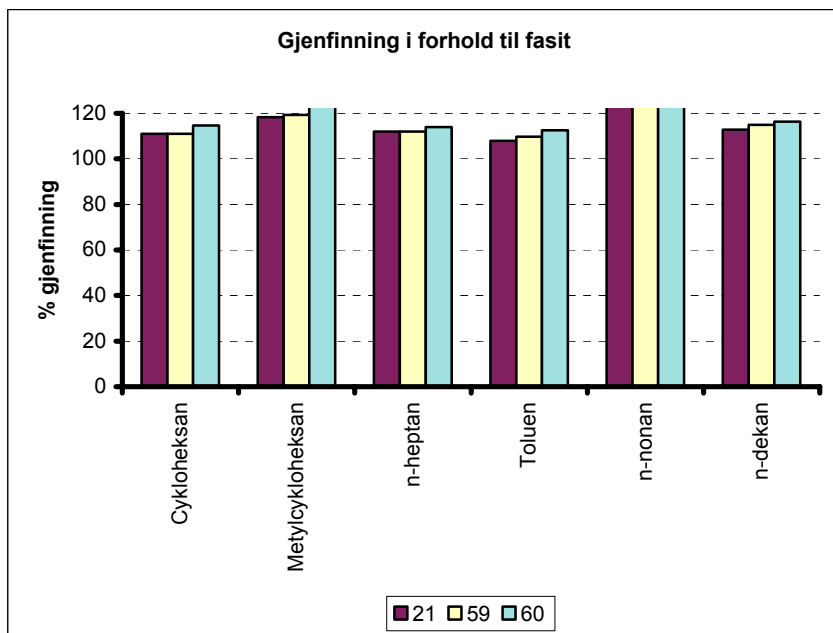
	Nr.	Cyklo- heksan	Metyl- cykloheksan	n-heptan	Toluen	n-nonan	n-dekan
	21	111	118	112	108	129	113
	59	111	119	112	110	130	115
	60	115	124	114	112	133	116
Middelverdi		112	121	113	110	131	115
Avvik*		12,2	20,6	12,6	10,1	30,5	14,7
	23	105	90,6	100	106	118	116
	34	104	89,3	102	111	118	102
	54	101	90,6	98,7	114	116	120
	62	104	90,6	102	112	120	109
	71	109	93,3	106	112	125	124
Middelverdi		105	90,9	102	111	119	114
Avvik*		4,8	9,1	1,8	11,3	19,4	14,3

* % avvik i forhold til fasit

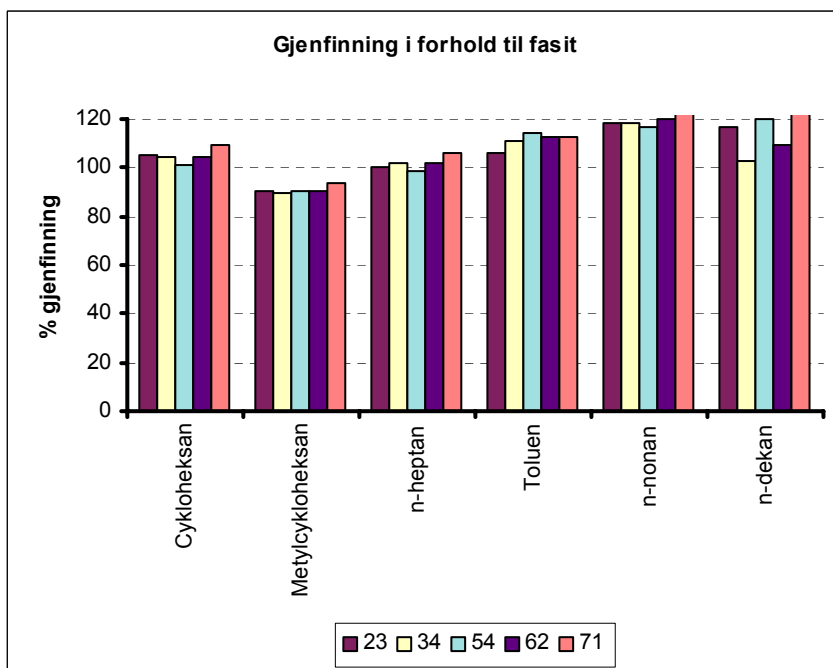
Karakterer

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

Kullrør. Laboratorium W.



Dosimetre. Laboratorium W.



X Dynea
Laboratoriets svar i µg

	Nr.	Cykloheksan	Metylcykloheksan	n-heptan	Toluen	n-nonan	n-dekan
Rør	4	93	89	81	101	84	82
	31	92	88	80	100	81	80
	52	91	86	79	99	81	79
Dosimetre	9	82	71	62	90	54	50
	12	83	71	63	91	54	50
	21	78	68	59	87	52	48
	22	78	67	58	86	50	47
	65	80	69	60	87	52	48

Utregnede konsentrasjoner for kullrør (mikrogram/liter luft)

	Nr.	Cykloheksan	Metylcykloheksan	n-heptan	Toluen	n-nonan	n-dekan	Luftvolum (liter)
Rør	4	64,1	61,4	55,9	69,7	57,9	56,6	1,45
	31	66,2	63,3	57,6	71,9	58,3	57,6	1,39
	52	65,5	61,9	56,8	71,2	58,3	56,8	1,39

Beregnet gjenfinning (%).

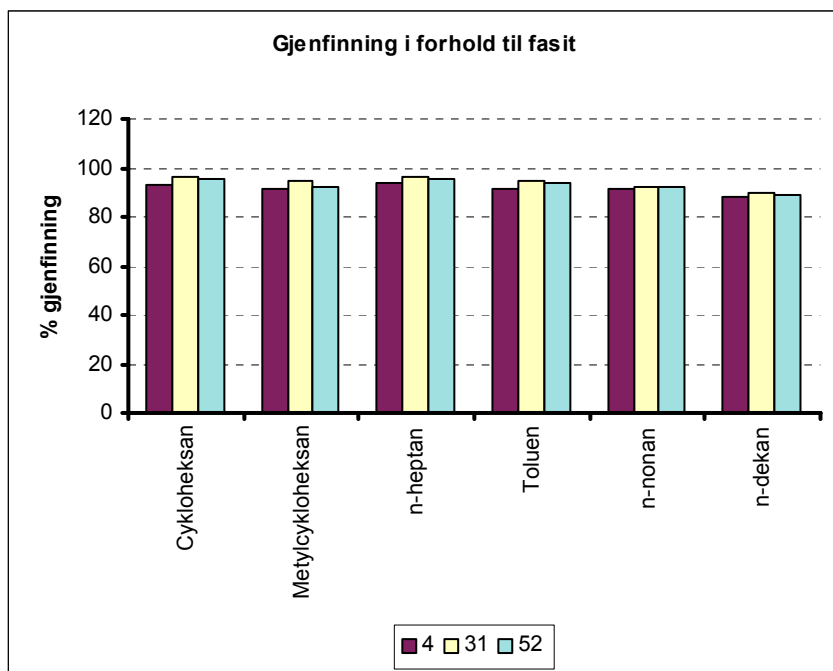
	Nr.	Cykloheksan	Metylcykloheksan	n-heptan	Toluen	n-nonan	n-dekan
	4	93,2	91,7	93,8	91,7	91,8	88,3
	31	96,2	94,6	96,6	94,8	92,3	89,9
	52	95,2	92,4	95,4	93,8	92,3	88,8
Middelverdi		94,9	92,9	95,3	93,4	92,2	89,0
Avvik*		5,1	7,1	4,7	6,6	7,8	11,0
	9	96,1	94,6	94,2	93,6	89,8	88,2
	12	97,3	94,6	95,7	94,7	89,8	88,2
	21	91,4	90,6	89,6	90,5	86,5	84,7
	22	91,4	89,3	88,1	89,5	83,2	82,9
	65	93,7	92,0	91,1	90,5	86,5	84,7
Middelverdi		94,0	92,2	91,7	91,7	87,2	85,7
Avvik*		6,0	7,8	8,3	8,3	12,8	14,3

* % avvik i forhold til fasit

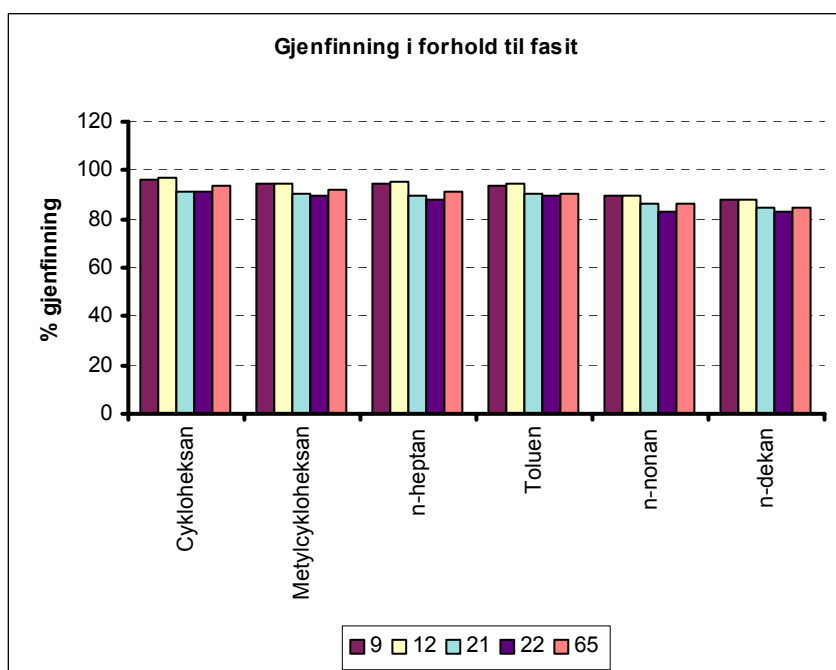
Karakterer

	Kval.kar:	Kvantitativ karakter		
		Kullrør	Dosim.	Alle
X	B	B	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 ved sammenliknende laboratorieprøving 38 utført ved Statens arbeidsmiljøinstitutt.

Analysebetingelser:

Desorpsjonsmiddel: : CS₂ med 2% DMF

Kromatograf: Hewlett Packard 5890 Series II med FID og autosampler Series 7683

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

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

Tabell 1
Konsentrasjon i µg/l

Rør nr.	Metylcykloheksa					
	Cykloheksan	n	n-heptan	toluen	n-nonan	n-dekan
1	62,6	61,1	56,2	72,6	60,9	59,6
3	64,1	63,2	57,3	76,3	60,3	61,7
7	65,3	61,6	56,8	73,1	61,0	58,7
9	65,4	62,9	56,6	71,7	60,9	59,7
12	66,9	65,8	56,7	72,2	61,0	60,5
26	66,3	65,1	56,6	71,5	60,5	58,8
30	66,8	64,2	57,0	73,1	62,0	60,5
32	66,2	63,5	54,7	71,9	59,7	60,5
35	66,0	63,9	55,6	72,3	62,5	60,6
44	66,9	66,0	57,6	72,8	60,4	59,9

Tabell 2
% gjenfinning

Rør nr.	Metylcykloheksa					
	Cykloheksan	n	n-heptan	toluen	n-nonan	n-dekan
1	91,0	91,3	94,3	95,6	96,6	93,1
3	93,2	94,4	96,3	100	95,5	96,3
7	94,9	92,0	95,3	96,3	96,7	91,7
9	95,1	93,9	95,1	94,5	96,5	93,3
12	97,2	98,2	95,3	95,1	96,7	94,6
26	96,4	97,3	95,0	94,2	95,8	91,8
30	97,1	95,9	95,7	96,2	98,2	94,5
32	96,3	94,8	91,9	94,7	94,6	94,5
35	96,0	95,5	93,4	95,2	99,0	94,6
44	97,3	98,6	96,7	95,9	95,8	93,5
Middel	95,4	95,2	94,9	95,8	96,5	93,8
Stdav	2,0	2,4	1,4	1,8	1,3	1,4

Bestemmelse av referanseverdier for diffusjonsprøvetakerne ved sammenliknende laboratorieprøving 38 utført ved Statens arbeidsmiljøinstitutt.

Analysebetingelser:

Desorpsjonsmiddel: : CS₂ med 2% DMF

Kromatograf: Hewlett Packard 5890 Series II med FID og autosampler Series 7683

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

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

Tabell 3
Konsentrasjon i µg/prøve

Dos nr.	Cykloheksan	Metylekloheksan	n-heptan	toluen	n-nonan	n-dekan	
1	86,7	77,9	66,9	98,6	61,1	58,4	
15	85,0	73,9	64,9	96,1	60,0	56,6	
20	83,2	72,2	65,2	94,4	62,2	55,1	
28	82,8	72,7	63,8	94,3	58,2	55,4	
30	83,5	73,2	64,8	94,1	59,5	55,5	
40	88,3	77,7	68,1	97,6	60,8	58,6	
48	85,9	75,5	66,1	96,8	60,5	57,1	
57	86,0	75,4	66,2	96,5	60,2	56,8	
63	87,6	76,7	66,7	97,3	60,6	56,8	
75	83,6	74,4	64,8	95,4	58,3	56,4	
Middel	85,3	75,0	65,8	96,1	60,1	56,7	Ref.verdi
Rel. Stdav.	2,2	2,3	1,9	1,3	2,0	1,8	