

## Tittel:

**Løsemiddeleksponering ved reparasjon av bensinpumper.**

## Forfatter(e):

**Syvert Thorud, Margrethe Brendeford, Merete Gjølstad, Ellen Lunde og Sissel Olaisen**

## Prosjektansvarlig:

**Syvert Thorud**

## Prosjektmedarbeidere:

**Ahmed Mohamed Ali, Margrethe Brendeford, Merete Gjølstad, Ellen Lunde og Sissel Olaisen**

## Utgiver (seksjon):

**Yrkeshygienisk seksjon**

## Dato:

**25.06.1992**

## Antall sider:

**50**

## ISSN:

**0801-7794**

## Serie:

**HD 1031/92 FOU**

## Sammendrag:

Statens arbeidsmiljøinstitutt har i samarbeid med Arbeidstilsynets 1. og 2. distrikt foretatt en undersøkelse av løsemiddeleksponeringen ved reparasjon av bensinpumper. Undersøkelsen ble gjennomført i 1990-1991, og målingene ble foretatt ved hjelp av kullrør og eksplosjonssikre pumper.

Målinger ble utført i mekaniske verksteder, elektronikkverksteder og ved reparasjoner ute på bensinstasjoner. Resultatene viste meget variabel eksponering både ved mekaniske reparasjoner, elektronikkreparasjoner og feltreparasjoner med en gjennomsnittseksponering (additiv faktor) på henholdsvis 0.48, 0.54 og 0.33 for de tre typene reparasjoner. Benzen ga vanligvis det største bidraget til additiv faktor ved mekaniske reparasjoner, mens rensemidlene dominerte i elektronikkverkstedene. Eksponeringen varierte fra bedrift til bedrift samt fra periode til periode og fra dag til dag innen den enkelte bedrift, og i perioder var eksponeringen over Arbeidstilsynets norm. Det blir gitt forslag til tiltak og forbedringer.

## Stikkord:

**Bensinpumper  
Reparasjon  
Eksponering  
Bensindamp  
Benzen**

## Key words:

**Fuel pumps  
Reparation  
Exposure  
Gasoline vapour  
Benzene**

FORORD. ....	2
1. INNLEDNING. ....	3
2. BESKRIVELSE AV BRANSJEN. ....	4
2.1. Generelt. ....	4
2.2. Beskrivelse av de enkelte verksteder. ....	5
2.2.1. Bedrift 1. ....	5
2.2.2. Bedrift 2. ....	6
2.2.3. Bedrift 3. ....	8
2.2.4. Feltarbeid. ....	9
3. METODER. ....	10
3.1. Prøvetakingsmetoder. ....	10
3.2. Analysemetoder. ....	11
3.2.1. Preparering av kullrør og standarder. ....	11
3.2.2. Gasskromatografisk analyse. ....	11
3.2.3. Analyse av petroleumsprodukter. ....	12
3.3. Måleopplegg. ....	13
4. ADMINISTRATIVE NORMER. ....	15
5. RESULTATER OG VURDERINGER. ....	17
5.1. Resultater fra bedrift 1. ....	17
5.2. Resultater fra bedrift 2. ....	18
5.3. Resultater fra bedrift 3. ....	20
5.4. Feltnmålinger. ....	21
5.5. Samlet vurdering av resultatene. ....	22
6. FORSLAG TIL TILTAK OG UTBEDRINGER. ....	25
6.1. Ventilasjon. ....	25
6.2. Arbeidsrutiner. ....	25
6.3. Valg av produkter/krav til produktkartotek. ....	25
6.4. Verneutstyr/arbeidstøy. ....	26
7. KONKLUSJON. ....	27
VEDLEGG 1. Resultater fra bedrift 1. ....	28
VEDLEGG 2. Resultater fra bedrift 2. ....	31
VEDLEGG 3. Resultater fra bedrift 3. ....	37
VEDLEGG 4. Resultater fra feltnmålinger. ....	39
VEDLEGG 5. Sammenligning av kullrør og 3M OVM 3500 dosimetre. ....	41

**FORORD.**

Denne rapporten er resultatet av et samarbeidsprosjekt mellom Statens arbeidsmiljøinstitutt og Arbeidstilsynets 1. og 2. distrikt. Undersøkelsen har vært mulig på grunn av imøtekommenhet og velvilje fra de deltagende bedrifter og deres ansatte, og vi vil herved takke disse for godt samarbeid.

Videre vil vi takke inspektørene Bjørn Dalheim og Per Granerød i Arbeidstilsynets 1. distrikt samt yrkeshygieniker Rønnaug Bruun i Solheim Felles Bedriftshelsetjeneste for verdifull hjelp med den praktiske gjennomføringen av målingene.

Oslo, mars 1992

Syvert Thorud

## 1. INNLEDNING.

Reparasjon av bensinpumper vil lett føre til kontakt med og søl av bensin, og følgelig må det antas at denne type arbeid kan medføre betydelig eksponering for benzen og andre hydrokarboner. En stikkprøvekontroll som Arbeidstilsynets 1. distrikt gjennomførte i siste halvdel av 1987 avslørte høye verdier ved et mindre verksted, med benzenkonsentrasjoner i området 2 - 5 ppm (ppm = parts per million =  $\text{cm}^3$  gass pr.  $\text{m}^3$  luft). Siden den gang har den administrative norm for benzen blitt senket fra 5 ppm til 1 ppm, samtidig som normene for de fleste andre komponentene også er senket. Dessuten har overgangen til blyfri bensin medført en økning av aromatinholdet i bensin, følgelig også benzeninnholdet. Det var derfor av interesse å undersøke løsemiddeleksponeringen ved reparasjon av bensinpumper.

Høsten 1989 startet Statens arbeidsmiljøinstitutt (STAMI) i samarbeid med Arbeidstilsynet 1. og 2. distrikt et prosjekt for å kartlegge løsemiddeleksponeringen ved reparasjon av bensinpumper. Den praktiske gjennomføringen av undersøkelsen ble utført i perioden januar 1990 til mai 1991, etter at en del bedrifter i bransjen skriftlig var forespurt om å delta i undersøkelsen.

Rapporten beskriver metoder, opplegg og resultater fra undersøkelsen. Resultatene fra prosjektet gir eksempler på hvordan eksponeringsforholdene kan være, men undersøkelsen er for lite omfattende til å gi et fullstendig bilde av forholdene i bransjen.

## 2. BESKRIVELSE AV BRANSJEN.

### 2.1. Generelt.

I Norge er det to firmaer som leverer bensinpumper. Disse har også egne verksteder for reparasjon og vedlikehold av pumper. I tillegg utføres et stort antall reparasjoner ute på bensinstasjonene. Med den stadig økende grad av elektronisk styring utgjør etter hvert elektronikkreparasjoner en stor andel av arbeidet. Dette innebærer at man unngår direkte kontakt med og søl av bensin. Målinger ved elektronikkreparasjoner sier derfor heller noe om det generelle nivået ute på bensinstasjonene enn noe om eksponeringen ved slike reparasjoner spesielt.

Foruten de to nevnte leverandørfirmaene finnes det et antall andre firmaer som reparerer bensinpumper. Størrelsen på disse firmaene er varierende, men de fleste av dem er relativt små sammenlignet med pumpeleverandørene og utfører de fleste reparasjonene ute i felten.

Reparasjon av bensinpumper kan grovt sett deles i to kategorier - mekaniske og elektroniske - og i verkstedene utføres de to typene reparasjoner oftest i forskjellige verkstedavdelinger. I de mekaniske verkstedene skyldes eksponeringen først og fremst rester av bensin eller lavaromatisk white spirit som benyttes som testvæske. I elektronikkverkstedene benyttes en del løsemiddelholdige rensesvesker. Vanlige løsemidler her er bl.a. isopropanol (2-propanol), Freon 113 (1,1,2-triklor-1,2,2-trifluoretan) og 1,1,1-trikloretan.

Selve arbeidsoperasjonen når bensinpumper skal repareres på verksted, foregår ved at pumpene blir demontert på bensinstasjonene og deretter fraktet til verkstedet. Før slik transport skal så mye som mulig av bensinen fjernes fra pumpen. På verkstedet fjernes restene av bensin i kammer og slanger (pumpen dreneres). Her er praksis forskjellig fra verksted til verksted, idet enkelte antar at pumpene er tilstrekkelig tømt før levering til verkstedet. Etter drenering demonteres pumpen for reparasjon, eventuelt testes den for å finne feil. Dette foregår ved å la lavaromatisk white spirit sirkulere i pumpen. Testing av pumpe, målekammer eller andre deler må også gjennomføres etter utført reparasjon.

I de mekaniske verkstedene forekommer også en ytre oppussing av pumper. Dette kan bl.a. omfatte sprøytelakkering med risiko for ytterligere løsemiddeleksponering.

Elektroniske deler, bl.a. registre og kvitteringsskrivere, repareres i de større bedriftene på eget elektronikkverksted. Disse delene blir også rengjort før reparasjon. Som rengjøringsmiddel benyttes for det meste isopropanol eller halogenerte løsemidler som Freon 113 og 1,1,1-trikloretan. Forbruket av og typen av løsemidler varierer fra verksted til verksted.

## 2.2. Beskrivelse av de enkelte verksteder.

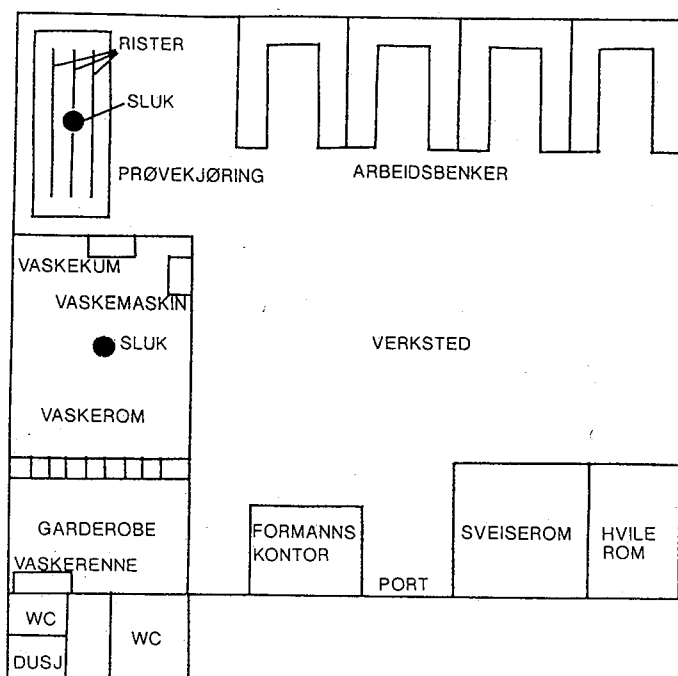
### 2.2.1. Bedrift 1.

Bedriften representerer en av pumpeleverandørene og holder til i moderne lokaler. Virksomheten sysselsatte i 1990 i alt 50 personer, hvorav 21 var reparatører. Av disse var 17 beskjeftiget med feltarbeid omkring i landet.

#### Mekanisk verksted.

Mekanisk verksted sysselsatte 4 reparatører som arbeidet ved benker langs den ene siden av lokalet. I den ene enden av lokalet var det en egen teststasjon med rister i gulvet og med avtrekk ved gulv og tak. Her ble pumpen eller målekammeret tilkopleet og testet med lavaromatisk white spirit (Exxxsol D 80). Testingen foregikk ofte over flere timer. Mens undersøkelsen pågikk ble det også arbeidet med tillaging av en testbenk med avtrekk i bakkant.

I tilknytning til verkstedet var det dessuten et lite rom som ble benyttet til sveisearbeider, samt et vaskerom hvor det ble anvendt høytrykksspyler med syntetisk vaskemiddel for å rengjøre pumpene. I vaskerommet var det rister i gulvet og avtrekkskanal både i takhøyde og ved gulvet. Knyttet til verkstedet var det også et kontor og et pauserom. En skjematisk oversikt over verkstedet er vist i figur 1.



Figur 1. Skjematisk skisse av mekanisk verksted i bedrift 1.

Mekaniske reparasjoner i dette verkstedet ble utført etter følgende prosedyre: Pumpene ble først drenert for å fjerne mest mulig av bensinen i kammer og slanger. Dreneringen foregikk utendørs. Pumpene ble holdt oppe av en truck, og et kar ble plassert under pumpen for å samle opp bensinen. Det kunne være

stort trykk inne i kamrene slik at sprut kunne oppstå. Oppsamlet bensinmengde varierte etter hvor godt pumpen hadde blitt tømt på bensinstasjonen. Restbensinen ble tømt tilbake på en oppsamlingstank. Dreneringsprosessen var omstendelig og tungvint, men jo mer effektivt dreneringen ble gjennomført, jo mindre ble bensineksponeringen inne i verkstedet. Det ble ikke benyttet hansker eller åndedrettsvern under dreneringen. Etter drenering ble pumpen fraktet inn på vaskerommet hvor den ble rengjort med høytrykksspyler. Pumpen ble tørket til neste dag. Neste trinn var enten å demontere pumpen for å reparere ødelagt(e) del(er) eller teste pumpen for å finne feilen. Selve reparasjonene ble utført på arbeidsbenkene eller midt på gulvet. I tillegg til mekaniske reparasjoner ble det utført utvendig oppussing av pumper i dette lokalet.

#### Elektronikkverksted.

Dette verkstedet lå i annen etasje. Lokalet var utstyrt med vanlig balansert mekanisk ventilasjon uten noen spesialavtrekk. Arbeidet foregikk ved arbeidsbenker, og 4 personer arbeidet her. Til rengjøring av komponentene ble vanligvis brukt syntetisk vaskemiddel, og bare i helt spesielle tilfeller ble isopropanol benyttet. I elektronikkverkstedet ble det utført en del lodding, og da ble det benyttet loddebolt med avsug.

#### 2.2.2. Bedrift 2.

Bedriften representerer den andre pumpeleverandøren og hadde nettopp flyttet inn i nye lokaler. Bedriften hadde i 1990 i alt 76 ansatte hvorav 25 var reparatører. Av de 25 reparatørene var 21 sysselsatt med feltarbeid omkring i landet.

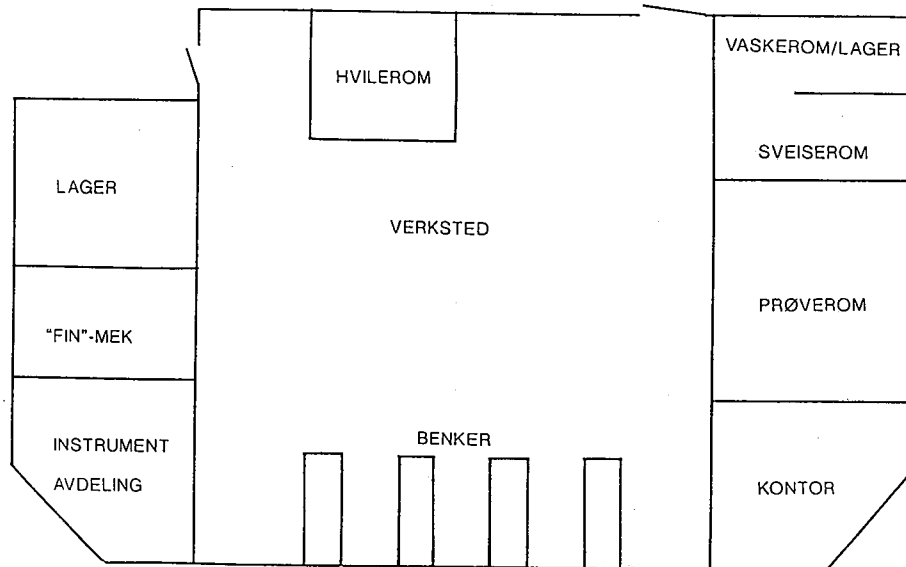
#### Mekanisk verksted.

4 reparatører var vanligvis beskjeftiget med mekaniske reparasjoner inne i verkstedet. Demontering foregikk inne, og de mekaniske reparasjonene ble utført på arbeidsbenker i verkstedet. Verkstedet hadde også en pausekrok, adskilt med lettvegger halvveis til tak. Lokalet var ved målingenes begynnelse utstyrt med balansert mekanisk ventilasjon, ikke dimensjonert for verksted, dvs. ventilasjonen i lokalet var mangelfull.

I tilknytning til verkstedet var det et vaskerom med delevaskemaskin, et sveiserom og et prøverom. Delevaskemaskinen var utstyrt med avtrekksventilasjon, og samme avtrekket ble også benyttet ved manuell vasking. Tilførsel av luft til vaskerom skjedde via spalter fra verkstedet. Sveiserommet hadde samme type ventilasjon som vaskerommet. Prøverommet (takhøyde 4 m) var utstyrt med avtrekksvifte i taket. Tilførsel av luft skjedde via spalter fra verkstedet.

Etter at resultatene av løsemiddelmålingene fra den første måleperioden forelå, ble ventilasjonen forbedret. Forvarmet uteluft ble heretter tilført prøve- og vaskerom, og det ble montert avtrekk ved gulvet i begge rom.

Ventilasjonsanlegget i selve verkstedet ble også forbedret. En skjematisk oversikt over verkstedet er vist i figur 2.



Figur 2. Skjematisk skisse over mekanisk verksted i bedrift 2.

Følgende prosedyre ble benyttet ved pumpereparasjoner i dette verkstedet: Det ble forutsatt at tømning av pumpene på bensinstasjonene var tilstrekkelig, og pumpene ble derfor direkte demontert inne i verkstedet. Under demontering ble bensinsøl samlet opp i et kar under pumpen. Etter demontering ble delene vasket i delevaskemaskin med et alkalisk avfettingsmiddel (vaskerommet). Noen deler ble også vasket for hånd med white spirit. Reparatøren benyttet da åndedrettsvern, men ikke hansker. Den resterende del av pumpen ble vasket ute i verkstedet med syntetisk vaskemiddel. Merkelapper o.l. ble fjernet med white spirit, og operatøren brukte da åndedrettsvern. Testing av pumper foregikk i prøverommet og som testvæske ble rensed paraffin benyttet. Prøverommet ble også benyttet til sprøytelakkering av pumper. Ved dette arbeidet ble åndedrettsvern benyttet.

#### Elektronikkverksted.

Dette verkstedet lå i samme etasje som det mekaniske verkstedet og sysselsatte 12 personer. Også i elektronikkverkstedet var det balansert mekanisk ventilasjon, ikke dimensjonert for verksted. Det var ingen spesielle punktavsug. Etter første runde med målinger ble en egen arbeidsplass i avtrekk lagd for rengjøring av registre, og det ble også montert avtrekk i tilknytning til loddearbeidsplassen.

Arbeidet i elektronikkverkstedet foregikk på arbeidsbenker (benkeservice). Vanligvis ble isopropanol benyttet til rengjøring av registre. I første måleperiode ble et produkt som inneholder 1,1,2-triklor-1,2,2-trifluoretan (Freon 113) med diklordifluormetan (Freon 12) som drivgass, benyttet.

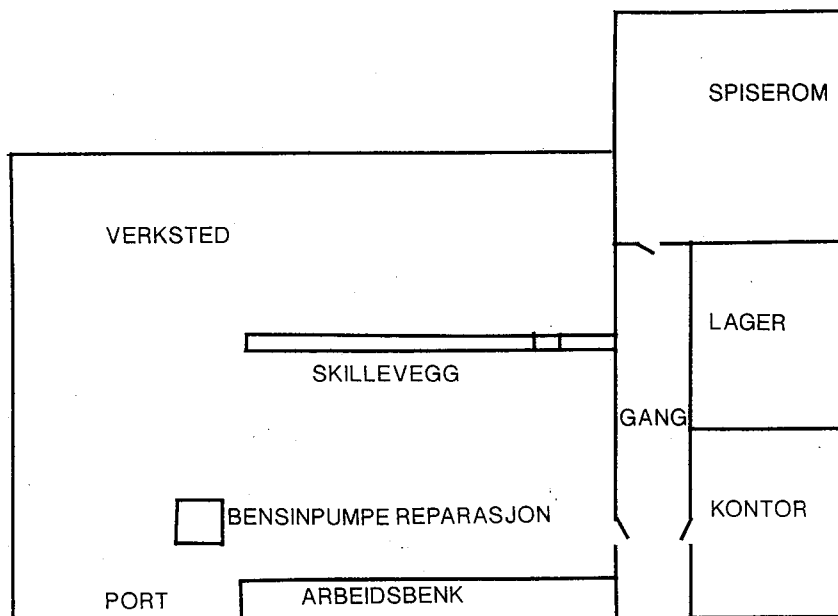


Senere har karbondioksid erstattet Freon 12 som drivgass i dette produktet. Ved senere målinger i elektronikkverkstedet (april 1991) ble det i stedet benyttet et rensmiddel som inneholder alifatiske C<sub>8</sub>- og C<sub>9</sub>-hydrokarboner og butan som drivgass. Isopropanol var fortsatt i bruk.

### 2.2.3. Bedrift 3.

Bedriften representerer et av de små firmaene som driver med reparasjon av bensinpumper. Bedriften hadde i 1990 8 ansatte hvorav 6 delvis arbeidet med reparasjoner. Firmaet hadde bare reparasjon av pumper på industrisiden og ikke på bensinstasjoner. I den perioden vi hadde kontakt med bedriften var det lite pumpereparasjoner, og kun 1 person arbeidet i korte perioder med denne type arbeid. I tillegg foregikk diverse mekanisk arbeid samt noe sveising og arbeid med aluminiumsprofiler i lokalet. Verkstedet var i mars 1990 under oppussing, og det ble benyttet vannbasert latex-maling.

Lokalene hadde ikke spesiell ventilasjon. Etter de første målingene i mars 1990 ble ytterligere målinger utsatt i påvente av nytt ventilasjonsanlegg, og supplerende målinger ble først utført i april 1991 etter montering av nytt ventilasjonsanlegg. En skjematisk oversikt over verkstedet er vist i figur 3.



Figur 3. Skjematisk skisse av bedrift 3.

Testing av pumpene foregikk ved at pumpen ble plassert på en teststasjon og via slanger tilkopleet et testkar med lavaromatisk white spirit (Exxsol D 60). Eventuelle rester av bensin i pumpene ble derfor blandet med testvæsken og kunne gi avdamping til lokalet. Ved justering av pumper kunne det bli en del søl av bensin og white spirit på gulvet. Mekaniske reparasjoner ble utført på

arbeidsbenk nær teststasjonen. Utvendig ble pumpene rengjort med såpe og vann. I enkelte tilfeller ble også litt tynner brukt. Innvendig rengjøring ble gjennomført med høytrykksspyler. Eventuell lakkering av pumper ble utført hos et annet firma.

#### 2.2.4. Feltarbeid.

Med feltarbeid menes reparasjon av bensinpumper ute på bensinstasjonene. De fleste reparasjoner ble utført på denne måten. Reparatørene kunne enkelte dager være innom 3 - 4 bensinstasjoner, andre dager bare 1 stasjon. Man antar at det blir utført ca. 300 reparasjoner hver dag på landsbasis. Ca. 60 % av reparasjonene ute omfattet bare elektronikkarbeid hvor reparatørene ikke kom direkte i kontakt med bensin. Reparasjonene varierte sterkt, fra elektronikk inne på stasjonen, kvitteringsmaskin (register) ute til skifting av målekammer, blandekammer eller trykkventil eller demontering/montering av pumper. Bensinsøl oppsto helst ved mekaniske reparasjoner (skifting av målekammer etc.) og ved demontering av gamle pumper.

Etter at reparasjonen var utført, ble også her pumpen testet. Bensin ble da tappet opp i et målekar for å kontrollere at pumpen ga riktig volum. Når målekaret var fullt, ble bensinen tømt tilbake på bensinstasjonens tankanlegg. I noen tilfeller måtte denne prosedyren gjentas flere ganger. Denne siste arbeidsoperasjonen er den samme som Justerverket utfører ved sin testing og kontroll av pumpene.

Enkelte reparatører benyttet åndedrettsvern under arbeidsoperasjoner hvor mye søl kunne forekomme. Forøvrig ble ofte håndkrem (såkalt usynlig hanske) benyttet for å beskytte huden. Reparasjoner ble utført i all slags vær, og det kunne være problematisk å benytte vernemaske når det var mange kuldegrader. Også kalde og ufølsomme fingre kunne være et problem under slike forhold.

I mange tilfelle reiste man videre i det samme tøyet som det ble arbeidet i. Hvis man hadde sølt bensin på klærne, ble man sittende med disse på seg i bilen til neste stasjon, eventuelt resten av dagen. Dette resulterte i forlenget og økt direkte hudkontakt med tilsølte klær samt økt forurensningsnivå i bilen, noe som er uheldig. Også deler som ble fjernet fra bensinpumpen, befengt med bensin, ble lagt inn i bilens bagasjerom. Bilene var ofte av stasjonsvogn- eller varevogntype og delene kunne følgelig bidra til forurensningsnivået i bilen. I kaldt vær ble egen arbeidsdress trukket utenpå de andre klærne. Denne ble tatt av under videre kjøring, noe som reduserte risikoen for direkte hudkontakt med tilsølte klær.

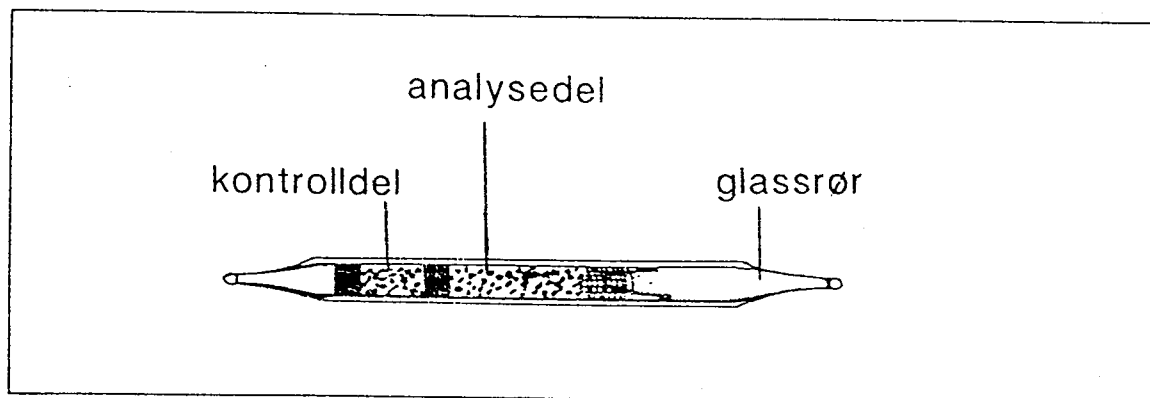
Ved feltarbeid må temperatur - og vindforhold antas å ha stor betydning for den eksponering reparatørene utsettes for, men det har ikke vært mulig å gjøre noen systematisk kartlegging av dette i denne undersøkelsen. Alle målingene ved feltarbeid ble utført på reparatører fra firma 1 og 2.

### 3. METODER.

#### 3.1. Prøvetakingsmetoder.

En mye anvendt prøvetakingsmetode for løsemidler i luft (også bensindamp) er oppsamling på adsorpsjonsrør med fast adsorbent. Aktivt kull har vist seg som en spesielt god adsorbent til mange formål og er derfor den mest anvendte av et utall av forskjellige adsorbenter. Til oppsamling av bensindamp er aktivt kull den adsorbent som anbefales. I denne undersøkelsen ble bensindamp og andre løsemidler samlet opp på kullrør av typen SKC 226-01. Eksplosjonssikre pumper av typen Casella SP 15 ble benyttet under prøvetakingen. I ett tilfelle ble det parallelt tatt prøver med 3M Organic Vapour Monitor 3500, en prøvetaker som er basert på diffusjon. Hensikten med dette forsøket var å sammenligne 3M dosimetrene med kullrør for sammensatte blandinger som bensindamp. Resultatene av forsøket er vist i vedlegg 5.

Kullrørene består av to seksjoner med aktivt kull, en hoveddel på 100 mg og en kontrolldel på 50 mg. De to delene er adskilt av en polyuretanpropp (se figur 4).



Figur 4. Kullrør.

Når luft suges gjennom kullrørene ved hjelp av batteridrevne pumper, adsorberes (setter seg av) løsemiddeldampene på kullet. På laboratoriet trekkes løsemidlene ut av kullet igjen (desorberes) og analyseres på gasskromatograf.

For å få mest mulig effektiv oppsamling er det viktig at pumpehastigheten ikke er for høy. Vi har ved denne undersøkelsen benyttet en pumpehastighet på ca. 50 ml/min som erfaringsmessig er en passende hastighet. Casella-pumpene er utstyrt med et telleverk som er kalibrert i ml/telleslag, og luftvolumet beregnes følgelig ut fra antall telleslag pumpa har gått.

Kullrørenes kapasitet varierer noe fra løsemiddel til løsemiddel, og for å unngå overbelastning av rørene ble det tatt 2 prøver pr. person pr. dag.

### 3.2. Analysemetoder.

#### 3.2.1. Preparering av kullrør og standarder.

Kullrørene prepareres for analyse på følgende måte:

Hoveddel og kontrolldel tas over i hvert sitt prøveglass og tilsettes 1.5 ml N,N-dimetylformamid (DMF) som desorpsjonsmiddel. Prøvene desorberes natten over ved romtemperatur og analyseres deretter på gasskromatograf med pakkede kolonner. Blindprøve fra ubrukt kullrør prepareres sammen med prøvene.

Standarder av de aktuelle komponenter prepareres ved å ta ut kjente volumer av de rene stoffene med mikrolitersprøyte (50 µl). Disse fortynnes til 10 ml med DMF. Denne grunnstandard fortynnes 1:10 og 1:100 til aktuelle konsentrasjoner. Analysestandardene prepareres ved at kull fra ubrukte rør (hoveddelen) tilsettes 1.5 ml av de respektive fortynnede standarder, og disse standardene oppbevares natten over sammen med prøvene.

For bensindamp-prøver av denne type lages standard av følgende komponenter: n-pentan, n-heksan, n-heptan, n-oktan, n-nonan, n-dekan, benzen, toluen, etylbenzen, m-xylen, o-xylen, isopropylbenzen, 1,3,5-trimetylbenzen, 1,2,4-trimetylbenzen og 1,2,3-trimetylbenzen.

#### 3.2.2. Gasskromatografisk analyse.

Den gasskromatografiske analysen utføres på 2 forskjellige kromatografer med tilsammen 3 forskjellige kolonnesystemer, og komponentene detekteres v.h.j.a. flammeionisasjonsdetektor (FID). Begge gasskromatografene er utstyrt med backflush for å redusere analysetiden.

##### Analysebetingelser:

###### System 1:

Kromatograf: Carlo Erba Fractovap 2150 med  
flammeionisasjonsdetektor og Dani 3940 autosampler.  
Kolonne: 2 m glasskolonne (i.d. 4 mm) fylt med 10 % Carbowax 400  
på 80/100 Supelcoport.  
Kolonnetemperatur: 70 °C.  
Bæregasshastighet: 40 ml/min (målt ved romtemperatur)  
Backflushtid: 15 min.  
Total tid: 50 min.  
Integratorsystem: Nelson Model 2600 versjon 5.1.

## System 2:

Kromatograf: HP 5880 med 2 stk flammeionisasjonsdetektorer og HP 7671 autosampler.

## Kolonner:

Forkolonne: 0.5 m (SS, 1/8") fylt med 10 % TCEP (1,2,3-Tris-(cyanoetoksi)propan) på 80/100 Chromosorb PAW.

## Analysekolonne:

- a) 1.5 m (SS, 1/8") fylt med 10 % TCEP på 80/100 Chromosorb PAW.
- b) 1.5 m (SS, 1/8") fylt med 10 % DNP (dinonylfталat) på 80/100 Chromosorb W HP.

Kolonnetemperatur: 90 °C.

Bæregasshastighet: 20 - 30 ml/min

Backflushtid: 9 min.

Totaltid: 45 min.

Integrator system: Nelson Model 2600 versjon 5.1.

## 3.2.3. Analyse av petroleumsprodukter.

Bensin, white spirit og andre tilsvarende petroleumsprodukter inneholder et utall av kjemiske forbindelser av typen alifatiske, alicykliske og aromatiske hydrokarboner. Siden det kreves en avansert spesialanalyse for å bestemme alle enkeltkomponentene, og siden de enkelte stoffene heller ikke har noen administrativ norm, har STAMI ved analyse av denne type hydrokarbonblandinger valgt å dele inn komponentene i to hovedgrupper:

1. alifatiske hydrokarboner.
2. aromatiske hydrokarboner.

Ved analyse av bensindamp har vi videre delt inn de alifatiske hydrokarbonene i følgende grupper:

alifater  $C_4 - C_6$   
 alifater  $C_7$   
 alifater  $C_8$   
 alifater  $C_9 - C_{13}$

Kvantitativt beregnes hver gruppe med tilsvarende n-alkan som standard. n-Pentan brukes som standard for alifater  $C_4 - C_6$  og n-dekan for alifater  $C_9 - C_{13}$ . Gruppeinndelingen for de alifatiske hydrokarbonene er slik at alifater  $C_4 - C_6$  omfatter de letteste alifatene til og med n-heksan, alifater  $C_7$  omfatter alifater fra n-heksan til og med n-heptan, alifater  $C_8$  omfatter alifater fra n-heptan til og med n-oktan osv. Siden dette er en inndeling basert på retensjonstidene ved den gasskromatografiske analysen, kan det, bl.a. på grunn av forgrening av alifatene, være noe overlapp mellom gruppene. Dessuten vil alicykliske, samt umettede hydrokarboner (olefiner) bli medregnet i disse gruppene av alifatiske hydrokarboner.

De aromatiske hydrokarbonene spesifiseres enkeltvis til og med trimetylbenzener. De øvrige aromater summeres og angis som aromater C<sub>9</sub> - C<sub>12</sub>. Disse beregnes kvantitativt med 1,2,4-trimetylbenzen som standard.

### 3.3. Måleopplegg.

Målingene ble utført ved hjelp av batteridrevne pumper og kullrør. Prøvene ble tatt over maksimalt 4 timer, dvs. det ble tatt 2 prøver pr. person (prøvested) pr. dag. I situasjoner hvor en spesiell jobb var av begrenset varighet, ble prøvene tatt over den perioden selve arbeidet pågikk. Målinger ble gjennomført i 3 bedrifter og ved reparasjoner ute på bensinstasjonene.

#### Bedrift 1.

I mekanisk verksted ble det utført målinger på 4 personer i én uke (4 dager) i januar/februar 1990. De personlige prøvene ble supplert med stasjonære prøver vekselvis på vaskerommet og teststasjonen.

I elektronikkverkstedet ble det gjennomført målinger på 2 personer over 3 dager i mai 1990 (måleperiode 4 timer pr. dag).

#### Bedrift 2.

I mekanisk verksted ble det utført målinger på 1 person samt stasjonære prøver ved arbeidspult, i vaskerom og i prøverom. Målingene ble utført over 3 perioder av ca. 1 ukes varighet (februar/mars 1990, juni 1990 og april 1991).

I elektronikkverkstedet ble det i 2 av periodene utført målinger på 1 person som arbeidet med rengjøring av registre (februar/mars 1990 og april 1991).

#### Bedrift 3.

Målinger ble først utført over 1 dag i mars 1990 under reparasjon av pumper. Etter montering av ventilasjonsanlegg ble nye målinger utført over 3 dager i april 1991. På grunn av liten aktivitet i dette verkstedet foreligger få prøver herfra.

#### Feltarbeid.

Det ble utført målinger under reparasjoner på ialt 6 forskjellige bensinstasjoner. Arbeidet varte fra 10 min. og til flere timer/dager. For kortvarige arbeidsoperasjoner ble prøvene tatt under hele operasjonens varighet, mens for langvarige operasjoner ble det tatt prøver av maks. 3 - 4 timers varighet. Det foreligger målinger fra følgende operasjoner:

- Utskifting av målekammer/blandekammer/trykkrørsventil.
- Demontering av pumper.
- Montering av nye pumper.
- Utskifting av minibankautomater.

En oversikt over måleperiodene er vist i tabell 1.

Bedrift	Avdeling	Tidspunkt
1	Mekanisk verksted	29.01 - 02.02 1990
1	Elektronikkverksted	08.05 - 10.05 1990
2	Mekanisk verksted + elektronikkverksted	26.02 - 01.03 1990
2	Mekanisk verksted	18.06 - 22.06 1990
2	Mekanisk verksted + elektronikkverksted	22.04 - 25.04 1991
3	Mekanisk verksted	23.03. 1990
3	Mekanisk verksted	09.04, 10.04 og 26.04 1991
1	Feltnmåling, stasjon I	14.02 - 15.02 1990
1	Feltnmåling, stasjon II	15.03. 1990
1	Feltnmåling, stasjon III	21.03 - 22.03 1990
1	Feltnmåling, stasjon IV	06.11 - 08.11 1990
2	Feltnmåling, stasjon V	10.05. 1990
2	Feltnmåling, stasjon VI	04.12. 1990

Tabell 1. Oversikt over måleperioder.

Tilsammen omfatter undersøkelsen i alt 164 prøver hvorav 64 er stasjonære. 119 av prøvene er fra mekaniske verksteder (56 personlige og 63 stasjonære), 21 fra elektronikkverksteder og 24 fra reparasjoner ute på bensinstasjoner (feltarbeid).

## 4. ADMINISTRATIVE NORMER.

For vurdering av resultatene benyttes Arbeidstilsynets administrative normer for forurensninger i arbeidsatmosfæren (Arbeidstilsynets bestillingsnr. 361, Oslo 1991). Normene er angitt i ppm (ppm = parts per million =  $\text{cm}^3$  gass pr.  $\text{m}^3$  luft) eller i  $\text{mg}/\text{m}^3$ . I Norge har ppm vært den vanligste benevnelsen for løsemidler, og vi har derfor benyttet ppm i denne rapporten.

Normer for aktuelle løsemidler i denne undersøkelsen er:

Aceton	125	ppm
Alifater $\text{C}_4$ - $\text{C}_6$ (som for n-pentan)	250	"
Alifater $\text{C}_7$ (som for n-heptan)	200	"
Alifater $\text{C}_8$ (som for n-oktan)	150	"
Alifater $\text{C}_9$ - $\text{C}_{13}$ (som for white spirit $\leq 22\%$ aromater)	50	"
Aromater $\text{C}_9$ - $\text{C}_{12}$ (som for trimetylbenzen)	20	"
Benzen	1	"(K)
2-Butanon	75	"
n-Butylacetat	75	"
Diklordifluormetan (Freon 12)	500	"
Etanol	500	"
Etylbenzen	50	"
1-Metoksi-2-propanol	50	"
1-Propanol	100	"
2-Propanol	100	"
Toluen	40	"
1,1,2-Triklor-1,2,2-trifluoretan (Freon 113)	500	"
1,1,1-Trikloreten	50	"
Trimetylbenzen (alle isomere)	20	"
Xylen (alle isomere)	40	"(H)

Anm.

(K) betyr at stoffet kan være kreftfremkallende.

(H) betyr at stoffet kan tas opp gjennom huden.

Normene er vanligvis gjennomsnittsverdier over 8 timer. Som en "tommelfingerregel" for hvor store overskridelser som kan tillates i perioder på opptil 15 minutter, benytter Arbeidstilsynet følgende overskridelsesfaktorer (dvs. korttidsnorm = 8 timers norm x overskridelsesfaktor):

For normer mindre eller lik 1 ppm	3
For normer over 1 til og med 10 ppm	2
For normer over 10 til og med 100 ppm	1,5
For normer over 100 til og med 1000 ppm	1,25

Når flere organiske løsemidler forekommer samtidig, beregnes den samlede påvirkning ved hjelp av den additive faktor som er gitt ved formelen:



$$\sum \frac{C}{N} = \frac{C_1}{N_1} + \frac{C_2}{N_2} + \dots + \frac{C_n}{N_n}$$

$C_1$  angir målt konsentrasjon av løsemiddel nr. 1 og  $N_1$  er normen for løsemiddel nr. 1.  $C_2$  er målt konsentrasjon av løsemiddel nr. 2 og  $N_2$  er normen for løsemiddel nr. 2 osv. Dersom summen av disse brøkene er større enn 1, anses normen for blandingen som overskredet. Beregningen av faktoren bygger på at effekten av de enkelte løsemidler kan legges sammen og tar ikke hensyn til at normene er basert på forskjellige kriterier og at enkelte forbindelser kan forsterke hverandres effekt. Vi vil også understreke at konsentrasjoner under de administrative normer ikke innebærer noen garanti for at helseskader ikke kan oppstå, og senere tids erfaringer viser at konsentrasjoner betydelig under normene kan gi plager og ubehag.

Ved beregning av additiv faktor i denne rapporten er 8 timers normene benyttet.

## 5. RESULTATER OG VURDERINGER.

I dette kapitlet gis oppsummering og vurdering av resultatene fra undersøkelsen. Først oppsummeres resultatene fra de enkelte bedrifter fordelt på de ulike måleperiodene, og til slutt gis en samlet vurdering av resultatene fra hele undersøkelsen. Gjennom hele rapporten er additiv faktor benyttet som vurderingskriterium, og i tabellene er range (laveste/høyeste verdi), middelværdi og median (midterste verdi) angitt. Fullstendige resultattabeller fra målingene er gjengitt i vedlegg 1 - 4, mens vedlegg 5 viser resultatene av parallelle prøver tatt med kullrør og 3M OVM 3500 diffusjonsprøvetakere.

### 5.1. Resultater fra bedrift 1.

Resultatene fra bedrift 1 er oppsummert i tabell 2. Som det fremgår av tabellen lå additiv faktor i området 0.03 - 1.79 ved arbeid i mekanisk verksted med en middelværdi på 0.29 (medianverdi 0.21). Av ialt 39 prøver lå kun 1 prøve (2.6 %) over normen, og 4 prøver (10 %) hadde additiv faktor over 0.5. De personlige prøvene syntes å ligge noe høyere enn de stasjonære. I elektronikkverkstedet var løsemiddelnivået lavere (additiv faktor i området <0.01 - 0.16 med en middelværdi på 0.04). Eksponeringen i elektronikkavdelingen skyldtes utelukkende 2-propanol (isopropanol), mens den i mekanisk verksted hovedsakelig skyldtes bensindamp hvor benzen var den mest betydningsfulle komponenten.

Avdeling	Prøvetype	Antall prøver	Additiv faktor		
			range	middel	median
Mekanisk	Alle, personlige og stasjonære	39	0.03-1.79	0.29	0.21
Mekanisk	Personlige	30	0.06-1.79	0.32	0.24
Mekanisk	Stasjonære	9	0.03-0.48	0.19	0.16
Elektro.	Personlige	6	<0.01-0.16	0.04	<0.01

Tabell 2. Resultater fra bedrift 1.

## 5.2. Resultater fra bedrift 2.

Resultatene fra bedrift 2 er oppsummert i tabell 3, også fordelt på personlige og stasjonære prøver.

Avdeling	Prøvetype	Antall prøver	Additiv faktor		
			range	middel	median
Mekanisk	Alle	74	<0.01-7.22	0.54	0.25
Mekanisk	Personlige	20	0.01-7.22	0.63	0.14
Mekanisk	Stasjonære	54	<0.01-5.98	0.50	0.26
Elektro.	Personlige	15	0.06-3.27	0.74	0.21

Tabell 3. Resultater fra bedrift 2.

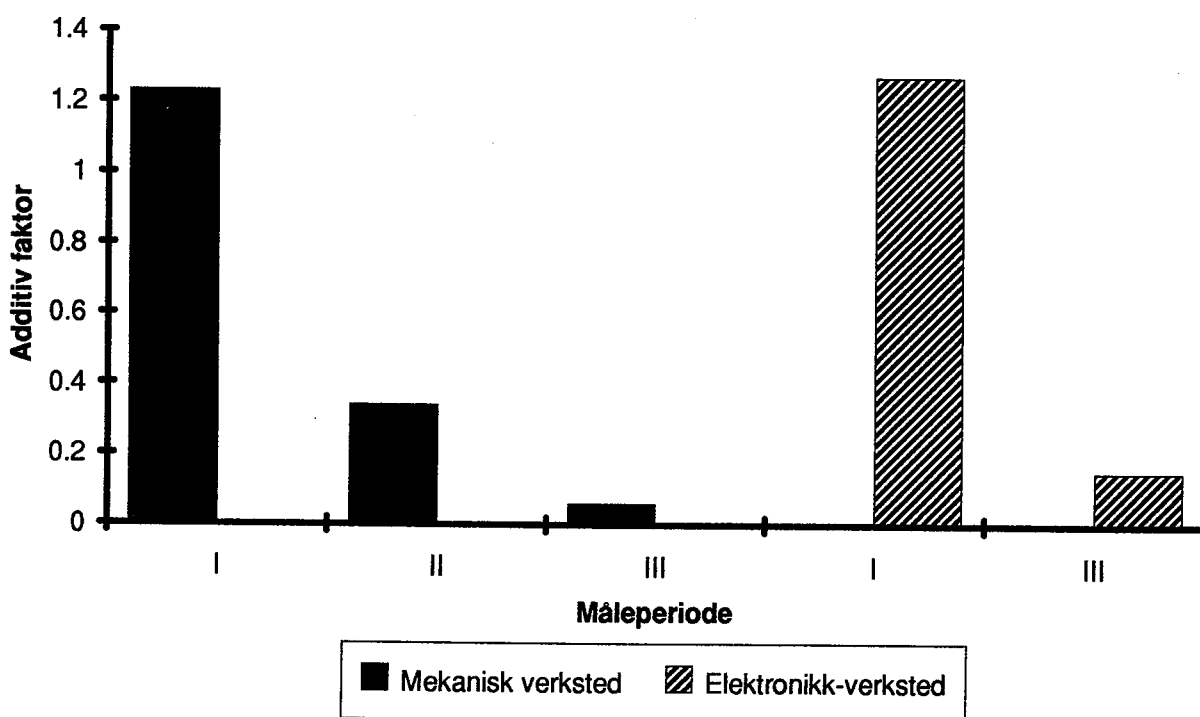
I mekanisk verksted varierte verdiene meget sterkt. Additiv faktor lå i området 0.01 - 7.22 med en middelvei på 0.54 (medianverdi 0.25). Av de tilsammen 74 prøvene lå 9 (15 %) over normen. I alt 16 (22 %) hadde additiv faktor over 0.5. Også i elektronikkverkstedet varierte eksponeringen sterkt (additiv faktor 0.06 - 3.27 med en middelvei på 0.74 (medianverdi 0.21)), og den lå stort sett vesentlig høyere enn i bedrift 1. Dette skyldtes bl.a. mer utstrakt bruk av løsemiddelholdige rensemidler.

Ser man litt nærmere på de forskjellige måleperiodene i denne bedriften, viser det seg at eksponeringen varierte sterkt fra periode til periode og i perioder med høy eksponering også fra dag til dag. Resultatene fordelt på de tre måleperiodene er vist i tabell 4 (personlige + stasjonære prøver).

Avdeling	Måleperiode	Antall prøver	Additiv faktor		
			range	middel	median
Mekanisk	I	24	0.03-7.22	1.23	0.51
Mekanisk	II	26	0.04-1.31	0.34	0.26
Mekanisk	III	24	<0.01-0.26	0.06	0.04
Elektro.	I	8	0.20-3.27	1.27	1.19
Elektro.	III	7	0.06-0.21	0.15	0.15

Tabell 4. Resultater fra bedrift 2 fordelt på måleperioder.

Resultatene viste at det i måleperiode I var høy eksponering både i mekanisk verksted og i elektronikkverkstedet. I mekanisk verksted var kun 2 personlige prøver over normen, den ene av disse ekstremt høy (additiv faktor 7.22), mens i alt 7 stasjonære prøver overskred normen. Spesielt i prøverom (teststasjon for pumper) var verdiene høye. Gjennomsnittsverdi for additiv faktor i periode I var 1.23 (median 0.51), mens den i periode II og III var henholdsvis 0.34 (0.26) og 0.08 (0.05). Mellom periode II og III ble ventilasjonsanlegget utbedret. En del av forbedringen kan tilskrives dette, men aktivitetsnivået var også lavere i periode III. Eksponeringen i de 3 måleperiodene er illustrert i figur 5.

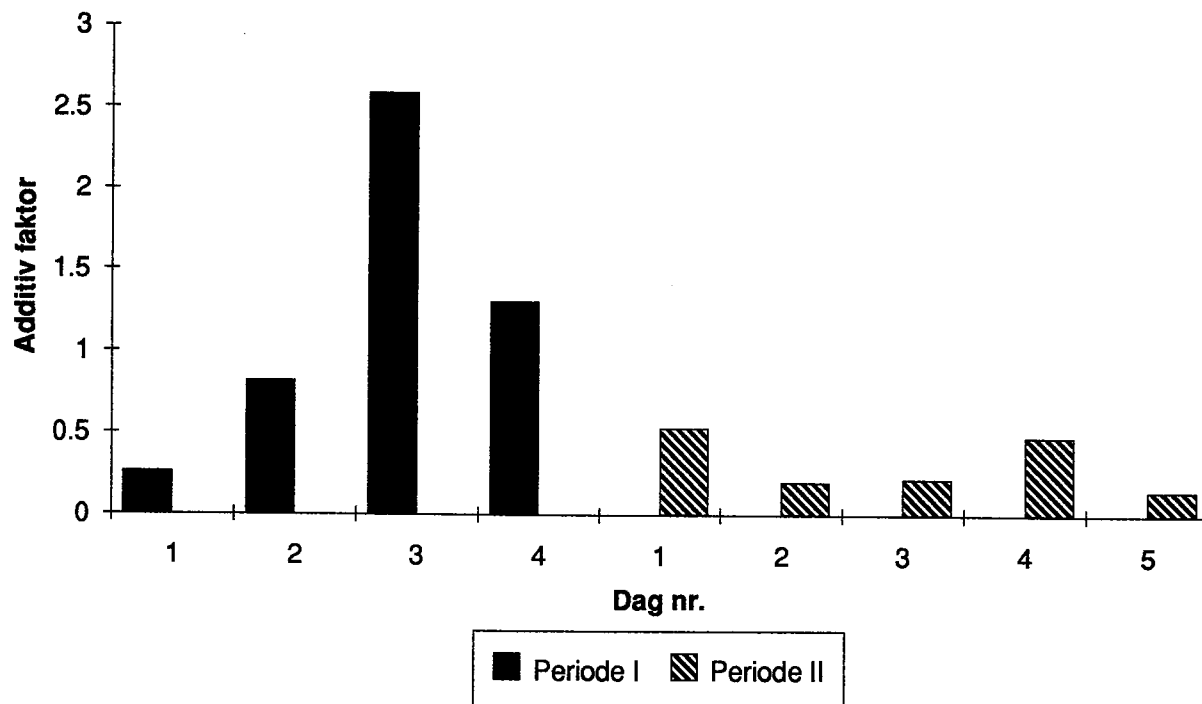


Figur 5. Gjennomsnittseksponering i de 3 måleperiodene i bedrift 2 (angitt som additiv faktor).

I elektronikkverkstedet ble det kun målt i periode I og III. I periode I var 6 av 8 prøver over normen, mens i periode III var alle prøvene langt under normen (se tabell 4 og figur 5). Den dramatiske forbedringen skyldes sannsynligvis to faktorer:

- Det ble lagd en egen arbeidsplass i avtrekk for rengjøring av registre.
- Bruk av nytt rensemiddel. I første periode ble, i tillegg til 2-propanol, rensemiddel med Freon 113 benyttet. Freon 12 var drivgass i dette produktet. I siste periode hadde man tatt i bruk et annet rensemiddel basert på alifatiske C<sub>8</sub>- og C<sub>9</sub>-hydrokarboner med butan som drivgass, dvs. et vesentlig mindre flyktig rensemiddel.

Dag til dag variasjoner er illustrert i figur 6 for måleperiode I og II i bedrift 2. Viktige årsaker til de store dag til dag variasjonene antas bl. a. å være svært forskjellig aktivitetsnivå samt ulike restmengder bensin i de pumpene som repareres.



Figur 6. Dag til dag variasjon i bedrift 2 (måleperiode I og II).

### 5.3. Resultater fra bedrift 3.

Resultatene fra bedrift 3 er gjengitt i tabell 6. På grunn av liten aktivitet omfatter målingene her et begrenset antall prøver.

Avd.	Prøve- type	Måle- periode	Antall prøver	Additiv faktor		
				range	middel	median
Mek.	Person	I+II	6	0.36-1.57	0.94	0.96
Mek.	Person	I	2	0.70-1.04	0.87	0.87
Mek.	Person	II	4	0.36-1.57	0.98	0.99

Tabell 6. Resultater fra bedrift 3.

Til tross for liten aktivitet viste resultatene høy eksponering i dette verkstedet, med halvparten av prøvene over normen. Mellom måleperiode I og II ble det

installert ventilasjonsanlegg i verkstedet, uten at dette umiddelbart synes å ha bedret forholdene. Omfanget av målingene i dette verkstedet er imidlertid for lite til at man kan si noe sikkert om ventilasjonsanleggets effekt.

#### 5.4. Feltnmålinger.

Målingene ble utført under forskjellige reparasjoner på i alt 6 bensinstasjoner. Resultatene er oppsummert i tabell 7.

Prøvetype	Antall prøver	Additiv faktor		
		range	middel	median
Personlige	23	<0.01-1.39	0.30	0.09
Stasjonære	1	1.02		

Tabell 7. Resultater fra feltnmålinger.

Feltnmålingene viste varierende eksponering, og nærmere gjennomgang av resultatene viste at reparasjoner som innbefattet mulighet for kontakt og søl med bensin, representerte de mest belastede arbeidsoperasjonene. Til denne kategorien reparasjoner hørte bl.a. demontering av pumper og utskifting av målekammer, blandekammer eller trykkrørsventil. Resultatene fordelt på arbeidsoperasjoner er gjengitt i tabell 8.

Arbeidsoperasjon	Antall prøver	Additiv faktor		
		range	middel	median
Demontering av pumper	9	0.08-1.35	0.44	0.40
Montering av pumper	3	<0.01-0.03	0.02	0.01
Skifting av målekammer og ventiler	3	0.46-1.39	0.79	0.51
Skifting av mini-bankautomater	6	0.03-0.24	0.09	0.08
Diverse arbeid	2	<0.01	<0.01	<0.01

Tabell 8. Resultater fra feltnmålinger fordelt på forskjellige typer reparasjoner.

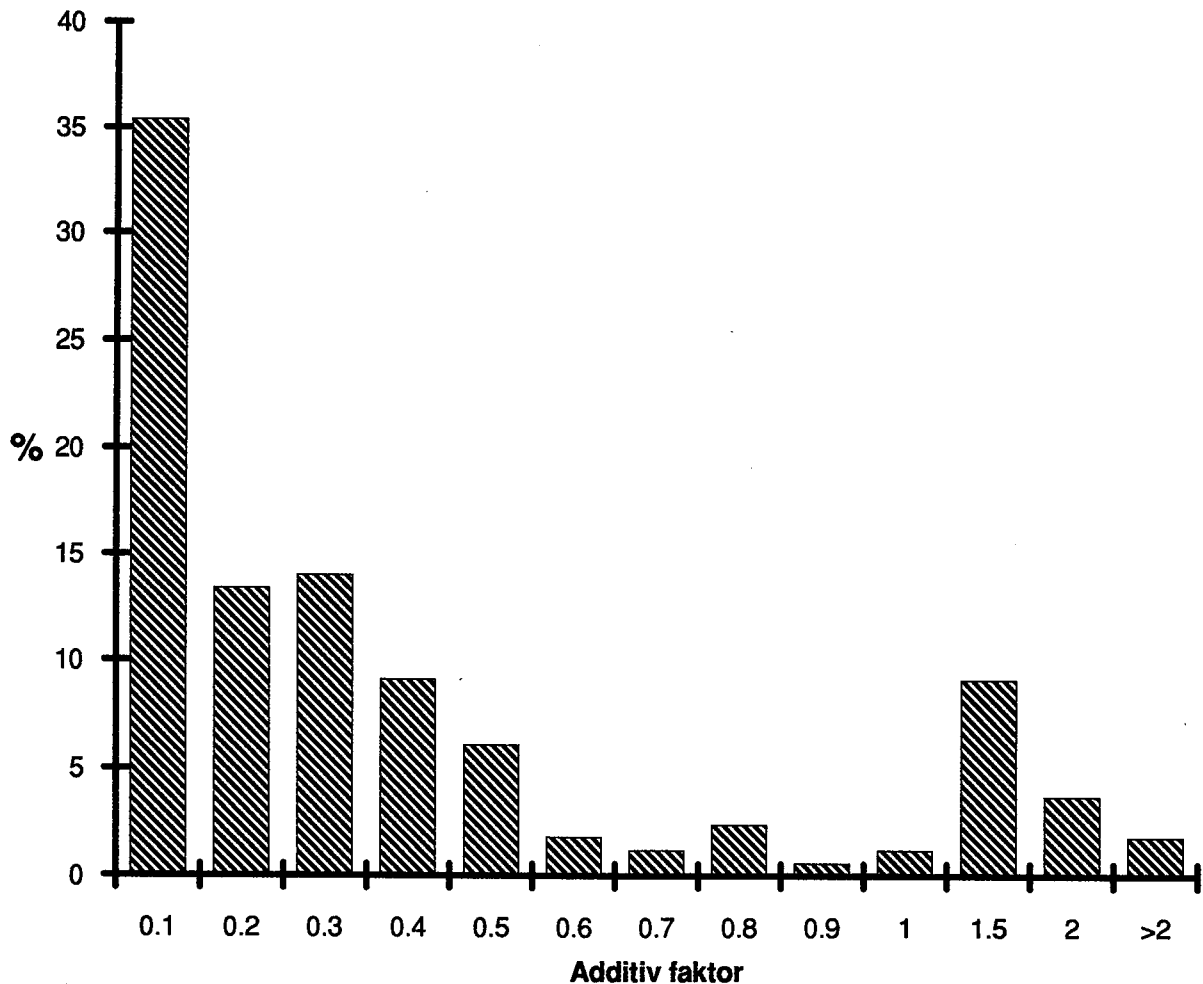
### 5.5. Samlet vurdering av resultatene.

Undersøkelsen av løsemiddeleksponeringen ved reparasjon av bensinpumper omfatter i alt 164 prøver fordelt på 100 personlige og 64 stasjonære. Resultatene er oppsummert i tabell 9.

Avdeling	Antall prøver	Additiv faktor		
		range	middel	median
Mekanisk verksted	119	<0.01-7.22	0.48	0.24
Elektronikk-verksted	21	<0.01-3.27	0.16	0.16
Feltarbeid	24	<0.01-1.39	0.33	0.17

Tabell 9. Resultater fordelt på ulike typer reparasjoner.

En oversikt over fordelingen av prøvene er vist i figur 7. Tilsammen 15 % av prøvene overskred normen.

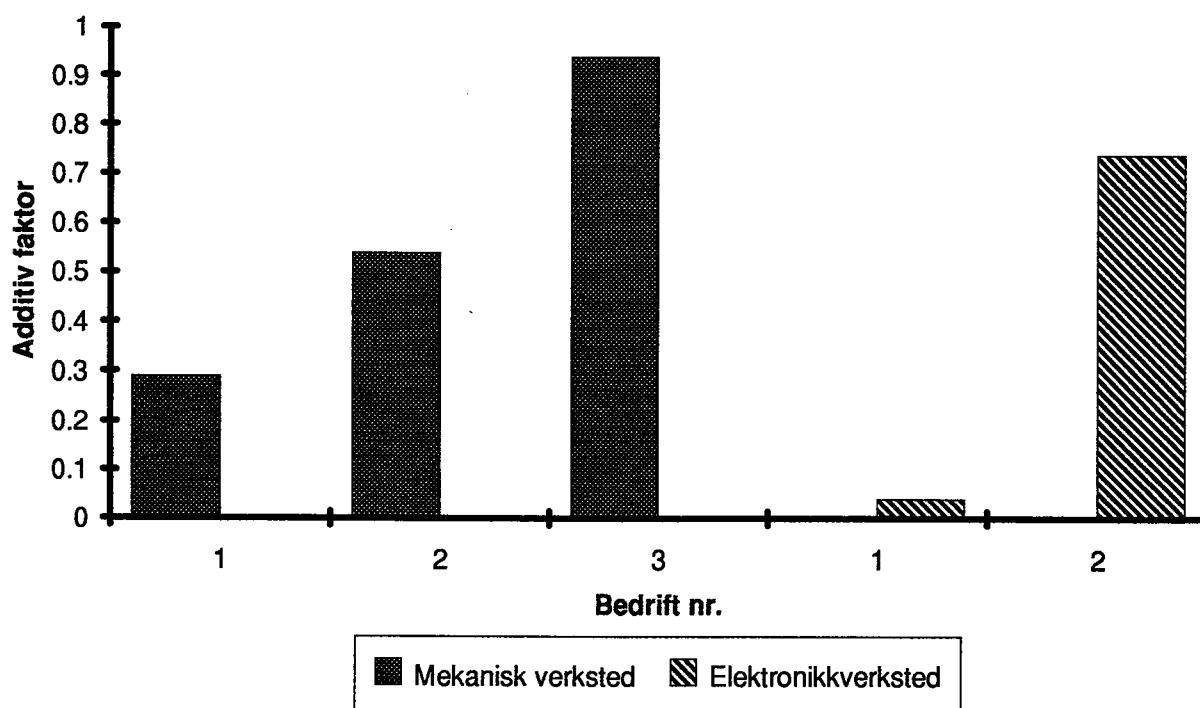


Figur 7. %-vis fordeling av prøvene ved reparasjon av bensinpumper.

Mekaniske reparasjoner viste meget variabel eksponering, og den kunne i perioder ligge langt over normen. Gjennomsnittseksponeringen varierte fra bedrift til bedrift (se figur 8 nedenfor), og innen én og samme bedrift kunne det også være store variasjoner fra periode til periode og fra dag til dag i samme periode (se figur 5 og 6 side 19 og 20).

Årsaken til de store variasjonene kan ligge i flere forhold. Bl.a. var ventilasjonsforholdene svært forskjellige og i enkelte tilfeller ikke tilpasset den virksomhet som foregikk i lokalene. I to av bedriftene ble ventilasjonen utbedret underveis, og i én bedrift (nr. 2) syntes dette å medføre bedre forhold. En annen årsak til de varierende nivåene var sannsynligvis svært forskjellig aktivitet fra dag til dag. De ulike rutiner for drenering av pumpene samt hvorvidt pumpene inneholdt rester av bensin syntes også å ha betydning.

Måling ved elektronikkreparasjoner viste også varierende eksponering både fra bedrift til bedrift (se figur 8 nedenfor), og innen én og samme bedrift (se figur 5 side 19) fra periode til periode.

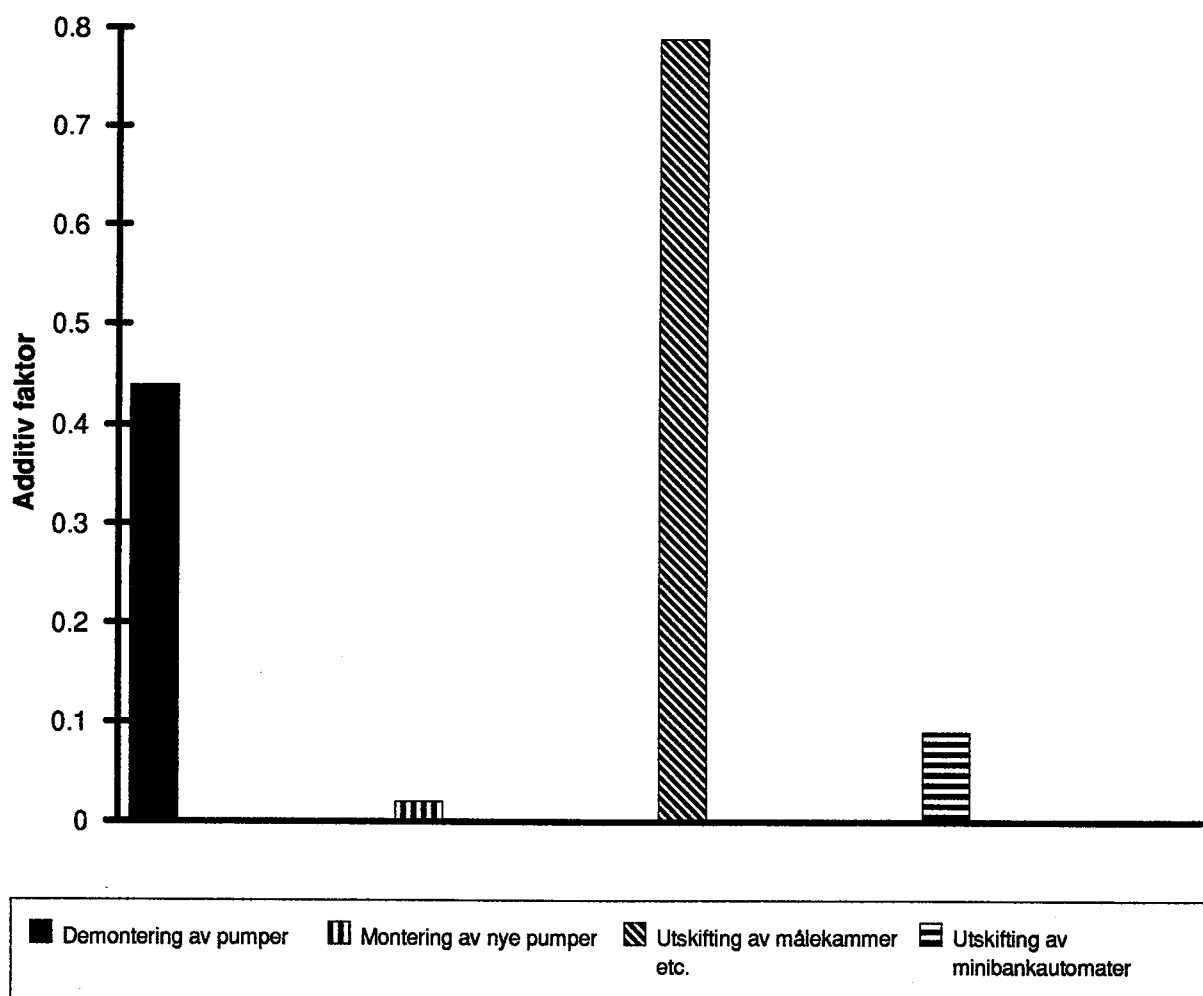


Figur 8. Gjennomsnittseksponering i forskjellige bedrifter/avdelinger.



Vi antar at forskjellen mellom resultatene fra de to elektronikkverkstedene i stor grad skyldes omfanget i bruk av løsemiddelholdige renevæsker, mens variasjonen innen én og samme bedrift kan skyldes bruk av forskjellige renevæsker, den enkeltes arbeidsrutiner foruten endrede ventilasjonsforhold.

Feltmålingene viste også varierende eksponering, og de mest belastede reparasjoner var demontering av pumper og utskifting av målekammer/blandekammer og trykkørsv ventil (se figur 9), dvs. arbeidsoperasjoner som lett kunne medføre bensinsøl. Vær- og vindforhold må antas å kunne ha stor betydning for forholdene ved utendørs reparasjoner, men omfanget av målingene er for lite til å si noe om dette.



Figur 9. Gjennomsnittseksponering for forskjellige typer reparasjoner i felt.

## 6. FORSLAG TIL TILTAK OG UTBEDRINGER.

Resultatene fra løsemiddelmålingene viser variabel eksponering. Flere verdier lå over Arbeidstilsynets administrative normer. Vi vil derfor anbefale at man gjennomgår forskjellige forhold ved arbeidet med tanke på å redusere eksponeringen. Nedenfor følger noen forslag til en del forhold som bør vurderes.

### 6.1. Ventilasjon.

Det må være balansert mekanisk ventilasjon i verkstedene med en luftmengde på 10 - 15 m<sup>3</sup> pr. m<sup>2</sup> gulvflate og time. Anlegget må baseres på tilførsel av friskluft, fordi omluft ikke kan brukes når den er tildels sterkt forurenset. Videre må det vurderes om den generelle ventilasjonen bør suppleres med punktavsug i forbindelse med spesielle arbeidsoperasjoner, f.eks. rengjøring og testing av pumper samt rengjøring i elektronikkverkstedene.

### 6.2. Arbeidsrutiner.

I de mekaniske verkstedene skyldes eksponeringen i stor grad rester av bensin i pumpene. Arbeidsrutinene for tømming av pumper bør gjennomgås og legges opp slik at det oppstår minst mulig bensinsøl, samtidig som bensinrester tas vare på og oppbevares i tett beholder. Ved testing av pumper bør rutinene gjennomgås for å hindre søl og dermed forurensning av lufta. Over tid vil testvæsken, avhengig av restmengden bensin i pumpene, kunne bli forurenset med bensin slik at fordampning fra testvæsken også vil kunne gi økt eksponering for bl.a. benzen. Det anbefales derfor å ha rutiner for å kontrollere og skifte testvæske for å unngå dette. Det vil være fordelaktig om nevnte arbeidsoperasjoner foregår i vaske- og/eller testrom med egnet ventilasjon slik at lufta i øvrige deler av verkstedet ikke forurenses. Videre er det viktig å påse at filler som er tilsølt med bensin eller andre løsemidler straks legges i brannsikre beholdere, og at alle flasker og kanner med løsemidler/bensin er lukket.

Ved arbeid i elektronikkverkstedene bør behovet for bruk av løsemiddelholdige rensmidler vurderes nøye, og arbeidet legges opp slik at bruken kan begrenses.

### 6.3. Valg av produkter/krav til produktkartotek.

Rengjøringsmidler som inneholder løsemidler bør erstattes med alkaliske vaskemidler. Dersom løsemidler må brukes, bør man velge produkter med liten helserisiko og lav flyktighet for å redusere eksponeringen. Generelt bør det vurderes om giftige og helsefarlige stoffer/produkter som brukes i virksomheten, kan erstattes av andre som er mindre helsefarlige. Forøvrig skal virksomhetene ha utarbeidet et tilfredsstillende produktkartotek for alle kjemiske produkter/stoffer som de benytter. Produktdatablad innhentes

fra leverandøren som har plikt til å ha disse for samtlige merkepliktige produkter. Disse opplysningene skal være lett tilgjengelige for arbeidstakerne. Arbeidsgiver skal sørge for at arbeidstakerne gis opplæring i bruk av stoffkartoteket, og de må også gjøres kjent med ulykkes- og helsefare som kan være forbundet med arbeidet, samt få den opplæring, øvelse og instruksjon som er nødvendig.

#### 6.4. Verneutstyr/arbeidstøy.

Ved spesielle arbeidsoperasjoner, f.eks. der det kan forekomme mye bensinsøl, må åndedrettsvern, halvmaske med kullfilter, benyttes. Det er dessuten viktig å påse at man har rutiner for skifting av filtere i slike masker. For ekstremt flyktige løsemidler (kokepunkt under 65 °C) vil filterets brukstid være kortere enn for mindre flyktige. Den letteste fraksjonen av bensin tilhører den mest flyktige kategorien og nødvendiggjør hyppige filterbytter (konferer leverandøren).

Ved håndtering av bensin- og oljeprodukter er det viktig at søl og direkte hudkontakt unngås. Egnede hansker eller håndkrem bør derfor benyttes. Vedrørende valg av hansker henvises til Arbeidsmiljøsenterets hefte "Velg riktig vernehanske mot kjemikalier". Enkelte ganger er det ikke til å unngå at klærne blir tilsølt. Det er da viktig å ha rutiner for raskt å skifte klær slik at bensin ikke trenger gjennom klærne og inn på huden. Tilsølt hud bør vaskes godt og tilføres hudkrem for å forhindre uttørring.

Ved feltarbeid bør reparatørene ha lukkede beholdere i bilen til oppbevaring av deler og klær som er tilsølt med bensin for å unngå unødvendig eksponering.

## 7. KONKLUSJON.

Resultatene fra undersøkelsen av løsemiddeleksponering ved reparasjon av bensinpumper viser meget variabel eksponering både ved mekaniske reparasjoner, elektronikkreparasjoner og ved reparasjoner i felt. Gjennomsnittseksponeringen (angitt ved additiv faktor) ved de tre typene reparasjoner var henholdsvis 0.48, 0.54 og 0.33. Ved alle mekaniske reparasjoner, både på verksted og i felt, var det bensindamp og spesielt benzen som ga det største bidraget til additiv faktor, mens eksponeringen i elektronikkverkstedene hovedsakelig skyldtes bruk av renevæsker. Eksponeringen varierte fra bedrift til bedrift, og innen én og samme bedrift kunne det være store variasjoner fra periode til periode og fra dag til dag. Enkelte dager ble Arbeidstilsynets administrative norm tildels betydelig overskredet, noe som viser at forholdene ikke alltid var tilfredsstillende. Undersøkelsen avdekket videre at ventilasjonen selv i nye lokaler ikke alltid er dimensjonert for virksomhet hvor bruk av løsemidler er en naturlig del av arbeidet.

På grunnlag av undersøkelsen anbefales en gjennomgang av alle forhold knyttet til ventilasjon, bruk av verneutstyr, organisering av arbeidet, arbeidsrutiner og valg av produkter med tanke på å redusere eksponeringen.

**VEDLEGG 1.**

**Resultater fra bedrift 1.**

Tabell 1.1. Personlige prøver fra mekanisk verksted.

Prøve nr.	Dato	Person	Alifater C4 - C6	Alifater C7	Alifater C8	Alifater C9 - C13	Benzen	Toluen	Etylbenzen	m & p - Xylen	o-Xylen	1,3,5 - Trimetylbenzen	1,2,4 - Trimetylbenzen	Aromater C9 - C12	Etanol	2-Propanol	1,1,1 - Triklor-etan	Additiv faktor
2	29.01.90	P 1 - 1	1.63	0.15	0.04	0.10	0.07	0.50		0.03							1.31	0.12
3	"	P 1 - 2	0.23	0.12		0.05	0.05	0.14	0.02	0.03							0.28	0.06
4	"	P 1 - 3	0.20	0.09			0.05	0.19							2.84		0.36	0.07
5	"	P 1 - 4	0.32	0.25	0.22	0.36	0.10	0.66	0.16	0.46	0.16	0.15	0.22	0.02				0.16
6	"	P 1 - 1	0.39	0.11		0.10	0.06	0.20		0.05	0.01			0.02		3.78		0.11
7	"	P 1 - 4	0.30	0.09		0.06	0.05	0.17		0.02					0.37	0.36	0.04	0.06
8	"	P 1 - 2	4.83	0.85	0.41	0.30	0.43	0.91	0.21	0.64	0.27	0.07	0.29	0.49	0.20	0.29		0.56
9	"	P 1 - 3	0.36	0.12	0.02	0.03	0.07	0.25	<0.01	0.04					3.00	0.38		0.09
12	30.01.90	P 1 - 1	1.68	0.30	0.09	0.10	0.13	0.38	0.03	0.09	0.02							0.16
13	"	P 1 - 2	2.95	0.54	0.15	0.09	0.29	0.63	0.13	0.19	0.12		0.05	0.04				0.34
14	"	P 1 - 3	2.75	0.37	0.12	0.09	0.18	0.41	0.03	0.09	0.03							0.21
15	"	P 1 - 4	2.64	0.44	0.06	0.12	0.21	0.54	0.03	0.12	0.03							0.25
17	"	P 1 - 1	11.30	2.74	1.30	0.38	1.46	3.58	0.60	1.86	0.76	0.13	0.46	1.07				1.79
18	"	P 1 - 2	2.03	0.39	0.06	0.07	0.20	0.55		0.23	0.06		0.05	0.07				0.23
19	"	P 1 - 3	2.36	0.44	0.08	0.25	0.24	0.77	0.09	0.34	0.09		0.09	0.16	2.64			0.31
20	"	P 1 - 4	4.25	1.21	0.57	0.39	0.66	1.65	0.20	0.58	0.24	0.04	0.21	0.43				0.80
22	31.01.90	P 1 - 1	0.73	0.13		0.11	0.10	0.27	0.03	0.11								0.12
23	"	P 1 - 2	0.69	0.09		0.10	0.06	0.16	0.02	0.07								0.07
24	"	P 1 - 3	1.84	0.19	0.06	0.28	0.14	0.34	0.09	0.21					1.06			0.17
25	"	P 1 - 4	0.87	0.24	0.09	0.71	0.07	0.45	0.04	0.12	0.04			0.04				0.11
27	"	P 1 - 1	1.83	0.40	0.02	0.30	0.26	0.79	0.05	0.23	0.05			0.02				0.31
28	"	P 1 - 2	1.50	0.35	0.02	0.20	0.25	0.61	0.03	0.19	0.04			0.03				0.29
29	"	P 1 - 3	4.23	1.05	0.42	2.45	0.81	2.50	0.23	0.68	0.12	0.08		0.20				0.99
30	"	P 1 - 4	2.63	0.60	0.21	0.59	0.38	0.99	0.06	0.28	0.06			0.05				0.45
32	02.02.90	P 1 - 1	5.35	0.98	0.13	0.15	0.29	0.88	0.06	0.21	0.07			0.03				0.35
33	"	P 1 - 2	5.20	1.00	0.10	0.10	0.20	0.60	<0.1	0.20	<0.1							0.24
34	"	P 1 - 3	2.95	0.70	0.10	0.24	0.25	0.84	0.04	0.14	0.05							0.30
37	"	P 1 - 1	4.18	0.40	0.02	0.48	0.23	0.80	0.03	0.23	0.04			0.02				0.29
38	"	P 1 - 2	4.00	0.44	0.06	0.57	0.13	0.73	0.03	0.20	0.05							0.18
39	"	P 1 - 3	3.99	0.42	0.01	0.75	0.25	1.02	0.03	0.23	0.06			0.10				0.32

Tabell 1.2. Stasjonære prøver fra mekanisk verksted.

Prøve nr.	Dato	Prøvested	Alifater C4 - C6	Alifater C7	Alifater C8	Alifater C9 - C13	Benzen	Toluen	Etylbenzen	m&p-Xylen	o-Xylen	1,2,4-Tri-metylbenzen	Aromater C9 - C12	Additiv faktor
1	29.01.90	Prøvestasjon	0.13				0.03	0.11						0.03
10	"	Vaskerom	0.29	0.11	0.04	0.46	0.07	0.31	0.11	0.15	0.05		0.09	0.10
11	30.01.90	"	2.07	0.70	0.37	0.72	0.39	0.88	0.20	0.43	0.17	0.13	0.27	0.48
16	"	Prøvestasjon	1.53	0.26	0.04	0.08	0.14	0.39	0.03	0.11	0.04	0.03	0.04	0.16
21	31.01.90	"	0.69	0.10		0.08	0.07	0.22	0.03	0.08				0.08
26	"	Vaskerom	0.79	0.09		0.09	0.06	0.18	0.04	0.11				0.07
31	02.02.90	Prøvestasjon	1.90	0.40	<0.1	0.10	0.10	0.50		0.10				0.16
35	"	Vaskerom	9.70	0.59	0.25	0.34	0.27	0.65	0.07	0.20	0.05		0.03	0.35
40	"	"	2.61	0.49	0.07	0.66	0.20	0.43	0.04	0.11	0.03	0.04	0.07	0.25

Tabell 1.3. Personlige prøver fra elektronikkverksted.

Prøve nr.	Dato	Person	Alifater C4 - C6	2-propanol	Additiv faktor
1 E	08.05.90	P 1-5		0.70	<0.01
2 E	"	" 1-6	0.09	15.80	0.16
3 E	09.05.90	" 1-5	0.05	0.09	<0.01
4 E	"	" 1-7	0.05	0.06	<0.01
5 E	10.05.90	" 1-5	0.14		<0.01
6 E	"	" 1-7	0.15		<0.01

**VEDLEGG 2.**

**Resultater fra bedrift 2.**



Tabell 2.1 Personlige prøver fra mekanisk verksted. Måleperiode I.

Prøve nr.	Dato	Person	Alifater C4 - C6	Alifater C7	Alifater C8	Alifater C9 - C13	Benzen	Toluen	Etylbenzen	m & p - Xylen	o-Xylen	1,3,5-Tri-metylbenzen	1,2,4-Tri-metylbenzen	Aromater C9 - C12	2-butanon	Additiv faktor
4A	26.02.90	P 2 - 1	0.91	0.13		0.12	0.29	0.31	0.02	0.09						0.30
8A	"	"	1.20	<0.1		0.60		<0.1		0.10					0.60	0.03
12A	27.02.90	"	1.20	0.10		0.50	<0.1	<0.1	0.20	0.80					0.50	0.08
20A	28.02.90	"	5.80	0.70		0.40	0.80	1.20		0.50						0.92
24A	"	"	65.60	11.40	4.70	2.20	6.30	11.90	1.20	4.20	1.40	<0.1	0.60	1.20		7.22
28A	01.03.90	"	6.30	1.30	0.20	0.20	0.90	1.80	0.20	0.60	0.10					1.02
32A	"	"	5.20	0.80	0.30	0.20	0.60	1.20	0.30	0.80	0.20					0.73

Tabell 2.2. Personlige prøver fra elektronikkverksted. Måleperiode I.

Prøve nr.	Dato	Person	Alifater C4 - C6	Alifater C7	Alifater C8	Benzen	Toluen	m & p - Xylen	o-Xylen	2-Propanol	1-Propanol	Diklordifluorometan	1,1,2-triklor-1,2,2-trifluoetan	1,1,1-triklor-1,1,1-tri-etan	Additiv faktor
1A	26.02.90	P 2 - 3	0.60	<0.1						22.90			0.30	0.70	0.25
5A	"	"								19.40		0.35	1.35		0.20
9A	27.02.90	P 2 - 4			0.05	<0.01				272	0.24	73.10	106.00	8.91	3.27
13A	"	"								86.60	0.08	27.10	146.00	3.57	1.28
17A	28.02.90	"								62.20	0.13	146.00	11.50	7.45	1.09
21A	"	"	1.11	0.34	0.09	0.16	0.40	0.06	0.04	103	0.05	6.69	1.01	1.16	1.24
25A	01.03.90	"				0.08	0.12			16.80		390.00	10.00	30.80	1.67
29A	"	"	0.63	0.08		0.04	0.12			65.0		81.50		13.50	1.13

Tabell 2.3. Stasjonære prøver fra mekanisk verksted. Måleperiode I.

Prøve nr.	Dato	Prøvested	Alifater C4 - C6	Alifater C7	Alifater C8	Alifater C9 - C13	Benzen	Toluen	Etylbenzen	m & p - Xylen	o-Xylen	1,3,5-Tri-metylbenzen	1,2,4-Tri-metylbenzen	1,2,3-Tri-metylbenzen	Aromater C9 - C12	Aceton	2-Butanon	1,1,1-Tri-klor-etan	Additiv faktor
2A	26.02.90	Arbeidspult	1.30	0.30			0.20	0.40	<0.1	0.20	<0.1								0.25
3A	"	Prøverom	1.65	0.44	0.06	0.19	0.40	0.51	0.03	0.13									0.43
6A	"	Arbeidspult	0.78	0.20	0.03	0.23	0.21	0.25	0.04	0.14	0.03							0.62	0.25
7A	"	Vaskerom	0.97	0.18		0.54	0.33	0.43	0.02	0.13	0.03								0.36
10A	27.02.90	Arbeidspult	0.73	0.27		0.16	0.25	0.34	0.05	0.18	0.03								0.27
11A	"	Prøverom	2.52	0.40	0.10	0.70	0.51	0.83	0.07	0.25	0.05				1.92	0.58			0.59
14A	"	Arbeidspult	2.80	0.50	0.09	0.43	0.38	0.63	0.10	0.32	0.07								0.43
15A	"	Vaskerom	1.82	0.36	0.06	3.81	0.27	0.50	0.04	0.27									0.38
16A	"	Prøverom	2.10	0.30		0.70	0.20	0.40	<0.1	0.30									0.28
18A	28.02.90	Arbeidspult	1.77	0.34			0.28	0.51	0.05	0.16	0.03								0.30
19A	"	Prøverom	11.60	2.28	0.95	0.82	1.81	2.80	0.25	0.80	0.24								1.99
22A	"	Arbeidspult	16.90	2.77	1.24	0.53	1.72	3.33	0.44	1.32	0.46	0.05	0.23		0.44				2.00
23A	"	Prøverom	49.40	8.06	3.39	1.28	5.21	9.61	1.12	3.37	1.32	0.19	0.62	0.08	1.35				5.98
26A	01.03.90	Arbeidspult	7.76	1.54	0.47	1.34	1.29	2.62	0.21	1.01	0.25		0.13		0.24				1.48
27A	"	Prøverom	6.44	1.34	0.45	1.04	1.34	2.33	0.21	0.85	0.22		0.13		0.22				1.51
30A	"	Arbeidspult	7.91	1.57	0.61	1.27	1.22	2.60	0.29	1.21	0.31		0.18		0.35				1.43
31A	"	Vaskerom	6.71	1.38	0.52	1.80	1.19	2.54	0.23	1.03	0.24	0.03	0.18		0.37				1.40

Tabell 2.4. Personlige prøver fra mekanisk verksted. Måleperiode II.

Prøve nr.	Dato	Person	Alifater C4 - C6	Alifater C7	Alifater C8	Alifater C9 - C13	Benzen	Toluen	Etylbenzen	m & p - Xylen	o-Xylen	Aceton	2-Propanol	n-Butylacetat	Additiv faktor
2B	18.06.90	P 2 - 2	2.86	0.53	0.28	2.49	0.40	0.61	0.02	0.12	0.04		1.34		0.50
3B	"	P 2 - 1	3.88	0.73	0.38	3.09	0.58	0.88	0.02	0.13	0.04		1.72		0.71
6B	"	P 2 - 2	0.20	0.10	0.07	0.10	0.08	0.13	0.04	0.14	0.03		0.34		0.09
7B	"	P 2 - 1	0.34	0.06	0.06	0.07	0.09	0.13	0.04	0.11	0.02		0.32		0.10
15B	19.06.90	"	4.14		0.09	0.13	0.14	0.27	0.02	0.07	0.03		0.46		0.17
19B	"	"	4.73	0.13	0.09	0.03	0.09	0.22	0.17	0.54	0.07	6.21	0.51	0.57	0.20
38B	22.06.90	P 2 - 2	0.25	0.08	0.03	0.09	0.05	0.11	0.08	0.18	0.04		0.40	0.08	0.07
39B	"	P 2 - 1	0.34	0.09	0.06	0.19	0.06	0.18	1.19	4.06	0.61		0.27	1.94	0.24

Tabell 2.5. Stasjonære prøver fra mekanisk verksted. Måleperiode II.

Prøve nr.	Dato	Prøvested	Alifater C4 - C6	Alifater C7	Alifater C8	Alifater C9 - C13	Benzen	Toluen	Etylbenzen	m & p - Xylen	o-Xylen	Aceton	2-Propanol	n-Butylacetat	Additiv faktor
1B	18.06.90	Arbeidspult	1.29	0.27	0.09	1.19	0.28	0.31	<0.01	0.06	0.03		0.05		0.32
4B	"	Prøverom	7.78	1.37	0.62	5.57	0.87	1.64	0.02	0.21	0.07		2.83		1.10
5B	"	Arbeidspult	0.34	0.09	0.06	0.07	0.04	0.09	0.02	0.07	0.02		0.36		0.06
8B	"	Prøverom	7.53	1.59	0.63	6.19	1.05	2.01	0.04	0.30	0.07		3.41		1.31
13B	19.06.90	Arbeidspult	0.85	0.17	0.05	0.13	0.12	0.22	0.02	0.05	0.03		0.49		0.14
16B	"	Prøverom	0.87	0.30	0.16	1.75	0.29	0.49	0.02	0.05	0.04		1.34		0.36
17B	"	Arbeidspult	0.61	0.11	0.07	0.08	0.06	0.13		0.02	<0.01		0.78		0.08
20B	"	Prøverom	1.63	0.29	0.16	1.90	0.19	0.37	0.02	0.05	0.03		1.81		0.27
25B	20.06.90	Arbeidspult	0.38	0.12	0.04	0.11	0.07	0.17		0.02			0.24		0.08
27B	"	Prøverom	1.94	0.46	0.13	3.40	0.29	0.77	0.02	0.09	0.02		1.58		0.41
28B	"	Arbeidspult	0.25	0.07	0.04	0.06	0.03	0.09					0.26		0.04
30B	"	Prøverom	1.98	0.40	0.17	2.05	0.25	0.45	0.02	0.06	0.02		0.87		0.33
31B	21.06.90	Arbeidspult	1.52	0.36	0.15	1.67	0.23	0.45	0.01	0.07	0.03		1.19		0.30
32B	"	Prøverom	3.52	0.50	0.21	2.49	0.38	0.68	0.04	0.15	0.05	1.34	1.46	0.25	0.50
33B	"	Arbeidspult	1.56	0.33	0.19	1.45	0.26	0.40	0.01	0.08	0.02		1.24		0.32
34B	"	Prøverom	1.22	0.66	0.32	3.69	0.67	1.03	0.02	0.16	0.04		1.80	0.12	0.80
37B	22.06.90	Arbeidspult	0.26	0.09	0.03	0.11	0.05	0.11	0.12	0.34	0.04		0.30	0.14	0.08
40B	"	Prøverom	0.85	0.21	0.06	1.63	0.17	0.26	0.02	0.11	0.03		0.65	0.04	0.22

Tabell 2.6. Personlige prøver fra mekanisk verksted. Måleperiode III.

Prøve nr.	Dato	Person	Alifater C4 - C6	Alifater C7	Alifater C8	Alifater C9 - C13	Benzen	Toluen	Etylbenzen	m & p - Xylen	o-Xylen	2-Propanol	Additiv faktor
4C	22.04.91	P 2 - 1	0.05	0.03	0.02	0.11	0.03	0.10		0.01		0.06	0.03
9C	"	"	0.06	0.03	0.02	0.23	0.02	0.06				0.05	0.02
14C	23.04.91	"	0.02	0.02	<0.01	0.02	0.01	0.04				0.03	0.01
19C	"	"	0.06	0.11	<0.01	0.09	0.06	0.19	0.04	0.11	0.02	0.07	0.07
28C	24.04.91	"	0.04	0.02	<0.01	0.13	0.02	0.07	0.06	0.24	0.04	0.05	0.03

Tabell 2.7. Personlige prøver fra elektronikkverksted. Måleperiode III.

Prøve nr.	Dato	Person	Alifater C4 - C6	Alifater C7	Alifater C8	Alifater C9 - C13	Benzen	Toluen	2-Propanol	1-Metoksi-2-propanol	Additiv faktor
1C	22.04.91	P 2-3	3.20	<0.1	2.30	1.30		<0.1	4.80	5.50	0.21
6C	"	"	<0.1	<0.1	<0.1	0.10		<0.1	4.90	0.50	0.06
11C	23.04.90	"	3.70	<0.1	2.70	0.70			5.60	3.60	0.18
16C	"	"	2.65	0.33	1.88	0.63	<0.01	0.03	3.99	3.46	0.16
21C	24.04.90	"	3.80		2.70	0.40			5.80	2.20	0.14
25C	"	"	2.62		1.86	1.63			3.95	2.19	0.14
30C	25.04.90	"	3.10	0.06	2.20	0.32	0.03	0.09	4.66	1.67	0.15

Tabell 2.8. Stasjonære prøver fra mekanisk verksted. Måleperiode III.

Prøve nr.	Dato	Prøvested	Alifater C4 - C6	Alifater C7	Alifater C8	Alifater C9 - C13	Benzen	Toluen	Etylbenzen	m & p - Xylen	o-Xylen	2-Propanol	Additiv faktor
2C	22.04.91	Arbeidsbenk	0.05	0.03	0.02	0.09	0.03	0.09	<0.01	0.02		0.07	0.04
3C	"	Vaskerom	0.01	<0.01	<0.01	0.10	<0.01	0.03					0.01
5C	"	Prøverom	0.10	0.44	0.02	4.12	0.15	0.44	0.07	0.29	0.08		0.26
7C	"	Arbeidsbenk	0.04	0.04	0.02	0.25	0.03	0.10				0.06	0.04
8C	"	Vaskerom	<0.01	<0.01	<0.01	0.08		0.02					<0.01
10C	"	Prøverom	0.06	0.28	0.01	3.09	0.10	0.40	0.05	0.20			0.18
12C	23.04.91	Arbeidsbenk	0.05	0.05	0.01	0.08	0.04	0.12	0.02	0.06	<0.01	0.06	0.05
13C	"	Vaskerom	<0.01	0.01	<0.01	0.27	0.01	0.04	<0.01	0.02	0.02		0.02
15C	"	Prøverom	<0.01	0.01	<0.01	1.39	0.01	0.04	0.02	0.06			0.04
17C	"	Arbeidsbenk	0.09	0.15	0.01	0.03	0.08	0.25	0.07	0.14	0.02	0.13	0.09
20C	"	Prøverom	0.02	0.06	<0.01	0.77	0.04	0.09	0.02	0.07			0.06
22C	24.04.91	Arbeidsbenk	0.07	0.13	<0.01	0.13	0.05	0.20	0.02	0.10	0.02	0.05	0.07
23C	"	Vaskerom	0.03	0.05	<0.01	0.33	0.03	0.08	0.01	0.05			0.04
24C	"	Prøverom	0.02	0.07	<0.01	0.61	0.04	0.10	0.02	0.09			0.05
26C	"	Arbeidsbenk	0.05	0.02	<0.01	0.13	0.02	0.09	0.05	0.21	0.03	0.07	0.04
29C	"	Prøverom	0.03	<0.01		0.53	0.01	0.04	0.02	0.07			0.03
31C	25.04.91	Arbeidsbenk	0.03	0.02	<0.01		0.02	0.06	<0.01	0.03		0.04	0.02
32C	"	Vaskerom	0.02	0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.04		0.01		0.03	0.01
33C	"	Prøverom	0.05	0.23	0.01	2.39	0.08	0.29	0.04	0.14			0.15

**VEDLEGG 3.**

**Resultater fra bedrift 3.**

Tabell 3.1. Personlige prøver fra verksted 3.

Prøve nr.	Dato	Person	Alifater C4 - C6	Alifater C7	Alifater C8	Alifater C9 - C13	Benzen	Toluen	Etylbenzen	m & p - Xylen	o-Xylen	1,3,5-Tri-metylbenzen	1,2,4-Tri-metylbenzen	Aromater C9 - C12	Additiv faktor
1A	23.03.90	P 3 - 1	6.34	1.36	0.66	1.71	0.86	1.69	0.24	0.87	0.21	0.04	0.23	0.48	1.04
2A	"	"	3.06	0.69	0.34	0.98	0.56	0.99	0.21	0.69	0.17	0.10	0.31	0.63	0.70
1B	09.04.91	"	10.30	0.36	0.11	0.14	0.28	0.59	0.06	0.21	0.05			0.03	0.36
2B	10.04.91	"	37.40	1.92		0.23	1.32	2.30	0.19	0.67	0.21		0.11	0.12	1.57
3B	"	"	16.80	0.90		0.10	0.70	1.40	0.10	0.40	0.10			<0.1	0.87
4B	26.04.91	"	2.86	1.64	0.26	0.86	0.91	1.95	0.61	1.76	0.71	0.05	0.24	0.52	1.11

**VEDLEGG 4.**

**Resultater fra feltmålinger.**





**VEDLEGG 5.**

**Sammenligning av kullrør og 3M OVM 3500 dosimetre.**

## SAMMENLIGNING AV KULLRØR OG 3M ORGANIC VAPOUR MONITOR 3500 VED PRØVETAKING AV BENSINDAMP.

Gjennom den siste tiårsperioden har diffusjonsprøvetakere (dosimetre) blitt stadig mer vanlig til prøvetaking av løsemidler i arbeidsatmosfæren her i landet. I følge våre erfaringer er det spesielt to typer som blir benyttet:

3M Organic Vapour Monitor 3500 (3520)  
DuPont Pro-Tek G-AA

I de siste to - tre årene har 3M OVM 3500 vært mest benyttet.

Sammenligning av kullrør og dosimetre er beskrevet for en rekke løsemidler, enkeltvis eller for definerte blandinger, først og fremst i laboratorieforsøk, men også i noen grad i feltforsøk (litteratur, se listen over referanser side 49 og 50). Dokumentasjon på dosimetres anvendbarhet ved prøvetaking av komplekse blandinger som f.eks. bensindamp er imidlertid relativt lite undersøkt.

I forbindelse med undersøkelsen av bensindampeksposering ved reparasjon av bensinpumper gjennomførte vi en mindre serie hvor det ble tatt parallelle prøver med kullrør og 3M OVM 3500 dosimetre. Prøvene ble tatt i mekanisk verksted i bedrift 2 under måleperioden i juni 1990. Alle prøvene er personlige, tatt på operatører som ble utstyrt med både kullrør og dosimeter.

Ved beregning av dosimeter-verdiene har vi benyttet 3M's oppgitte prøvetakingshastigheter med visse tilpasninger/tilnærmelser for de angitte grupper av alifatiske hydrokarboner (se nedenfor):

Aceton	40.1 ml/min
Alifater C <sub>4</sub> - C <sub>6</sub> = n-pentan	35.3 "
Alifater C <sub>7</sub> = n-heptan	28.9 "
Alifater C <sub>8</sub> = n-oktan	26.6 "
Alifater C <sub>9</sub> - C <sub>13</sub> = Stoddard solvent	24.3 "
Benzen	35.5 "
n-Butylacetat	31.6 "
Etylbenzen	27.3 "
2-Propanol	39.4 "
Toluen	31.4 "
Xylen (alle isomere)	27.3 "

Resultater og vurderinger.

Resultatene av de parallelle prøvene med kullrør og 3M OVM 3500 diffusjonsprøvetaker er vist i tabell 5.1.

De parallelle prøvene er tatt ved forholdsvis lave konsentrasjoner, og dette gjør det vanskelig å detektere enkelte komponenter i dosimeterprøvene, fordi

dosimetrene har lavere oppsamlingshasighet. Mindre mengder samles dermed opp på dosimetrene, og i 18 av 82 sett verdier er komponenter ikke påvist i dosimeterprøven. De fleste av disse (13) er minorkomponenter som etylbenzen og o-xylen.

Konsentrasjon målt med dosimeter er i figur 5.1 - 5.8 fremstilt mot konsentrasjon målt med kullrør for de ulike komponentene, og regresjonslinjen er beregnet. Regresjonslinjens vinkelkoeffisient og skjæringspunkt med y-aksen samt tilhørende standardavvik er vist i tilknytning til figurene.

Resultatene indikerer at diffusjonsprøvetakerne (3M OVM 3500) gjennomgående viser noe lavere konsentrasjoner enn kullrørene for de fleste komponentene. Dette resulterer i at additiv faktor, som benyttes som vurderingsgrunnlag, blir vesentlig lavere for dosimeterprøvene. Additiv faktor for dosimeterprøvene ligger 20 - 57 % lavere enn for de parallelle kullrørene (middelverdi 36 %, medianverdi 34.5 %).

#### Konklusjon.

Denne undersøkelsen tyder på at bruk av 3M OVM 3500 dosimetre til prøvetaking av sammensatte atmosfærer (white spirit, bensindamp etc.) i lave konsentrasjoner gir noe lavere verdier for de enkelte komponenter enn parallelle prøver med kullrør og pumper. Med additiv faktor som vurderingsgrunnlag vil dosimetre under slike forhold kunne resultere i en underestimering av eksponeringsforholdene. Forskjellen mellom dosimetre og kullrør synes å være større i denne undersøkelsen enn tidligere funnet i forsøk med enkeltkomponenter.

Tabell 5.1. Parallele prøver med kullrør og 3M OVM 3500 diffusionsprøvetakere.

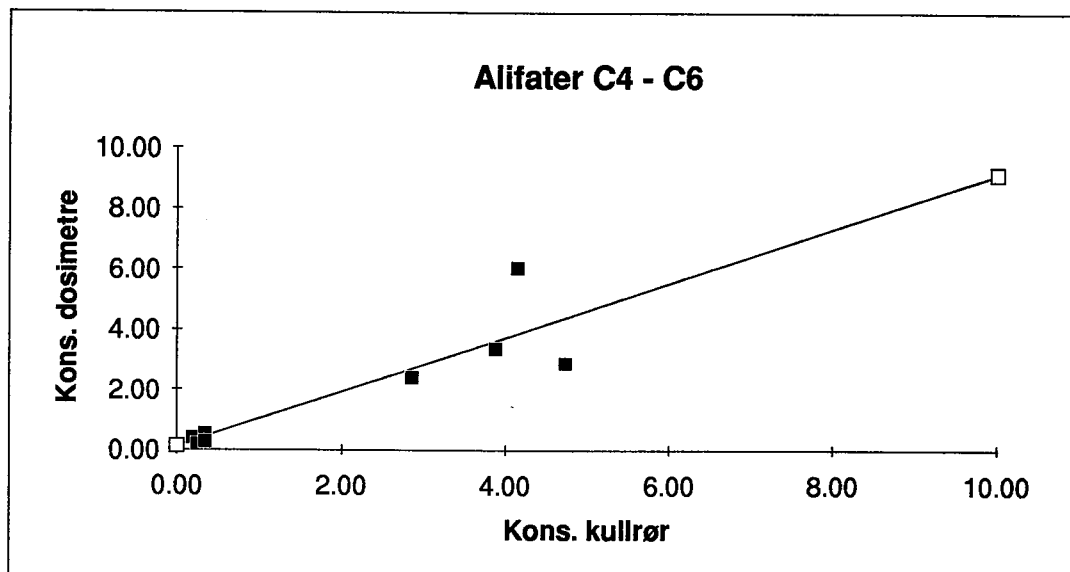
Prøve nummer	Alifater C4 - C6		Alifater C7		Alifater C8		Alifater C9 - C13		Benzen		Toluen		Etylbenzen		m&p-Xylen		o-Xylen		Aceton		2-Propanol		n-Butyl-acetat		Additiv faktor		
	K	D	K	D	K	D	K	D	K	D	K	D	K	D	K	D	K	D	K	D	K	D	K	D	K	D	
2B	2.86	2.42	0.53	0.47	0.28	0.22	2.49	0.32	0.40	0.36	0.61	0.69	0.02		0.12	0.10	0.04					1.34	0.46			0.50	0.40
3B	3.88	3.38	0.73	0.61	0.38	0.28	3.09	0.16	0.58	0.48	0.88	0.82	0.02		0.13	0.16	0.04					1.72	0.48			0.71	0.53
6B	0.20	0.40	0.10	0.04	0.07	0.05	0.10	0.02	0.08	0.03	0.13	0.08	0.04		0.14	0.12	0.03					0.34	0.26			0.09	0.04
7B	0.34	0.54	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.04	0.09	0.07	0.13	0.11	0.04		0.11	0.13	0.02					0.32	0.26			0.10	0.08
15B	4.14	6.02	0.00	0.00	0.09	0.04	0.13	0.05	0.14	0.09	0.27	0.19	0.02		0.07	0.00	0.03					0.46	0.47			0.17	0.13
19B	4.73	2.89	0.13	0.09	0.09	0.00	0.03	0.00	0.09	0.05	0.22	0.12	0.17	0.11	0.54	0.31	0.07			6.21	3.20	0.51	0.68	0.57	0.21	0.20	0.11
38B	0.25	0.20	0.08	0.02	0.03	0.04	0.09	0.03	0.05	0.02	0.11	0.07	0.08		0.18	0.11	0.04					0.40	0.00	0.08		0.07	0.03
39B	0.34	0.28	0.09	0.04	0.06	0.04	0.19	0.05	0.06	0.02	0.18	0.14	1.19	0.89	4.06	2.88	0.61	0.40				0.27	0.28	1.94	1.13	0.24	0.14

K = kullrør

D = 3M OVM 3500

Sammenhengen mellom konsentrasjonene målt med kullrør og dosimetre er angitt i figurene 5.1 - 5.8.

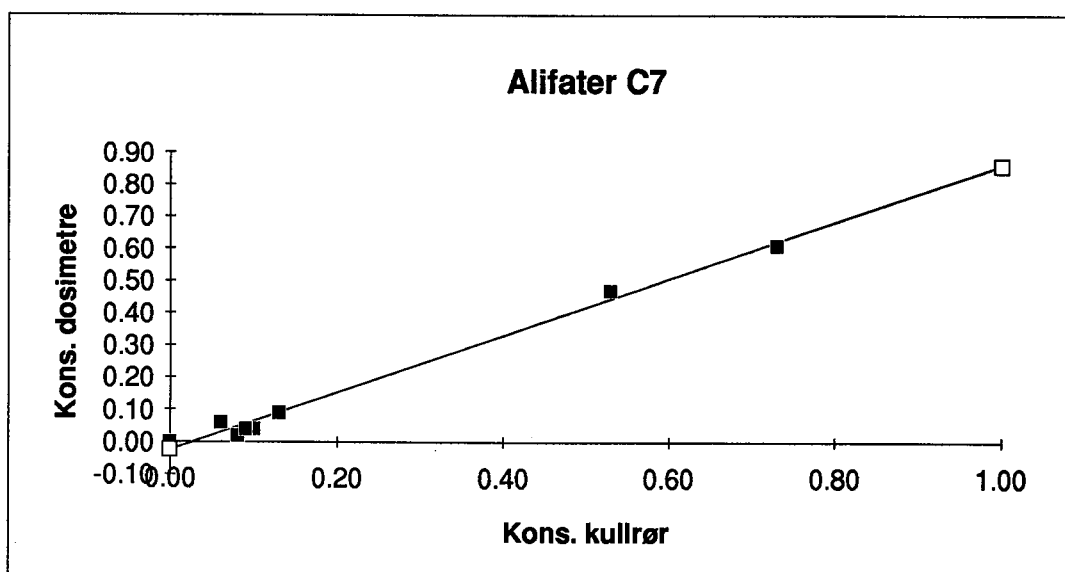
Figur 5.1.



Regresjonslinjens vinkelkoeffisient:  $0.901 \pm 0.043$

Regresjonslinjens skjæringspunkt med y-aksen:  $0.130 \pm 0.119$

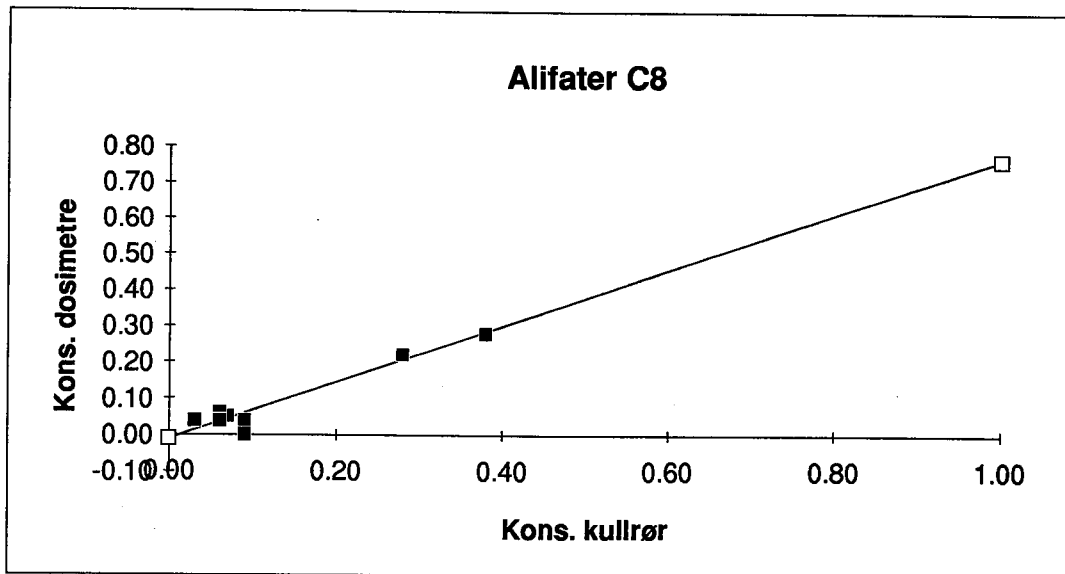
Figur 5.2.



Regresjonslinjens vinkelkoeffisient:  $0.885 \pm 0.001$

Regresjonslinjens skjæringspunkt med y-aksen:  $-0.024 \pm 0.0005$

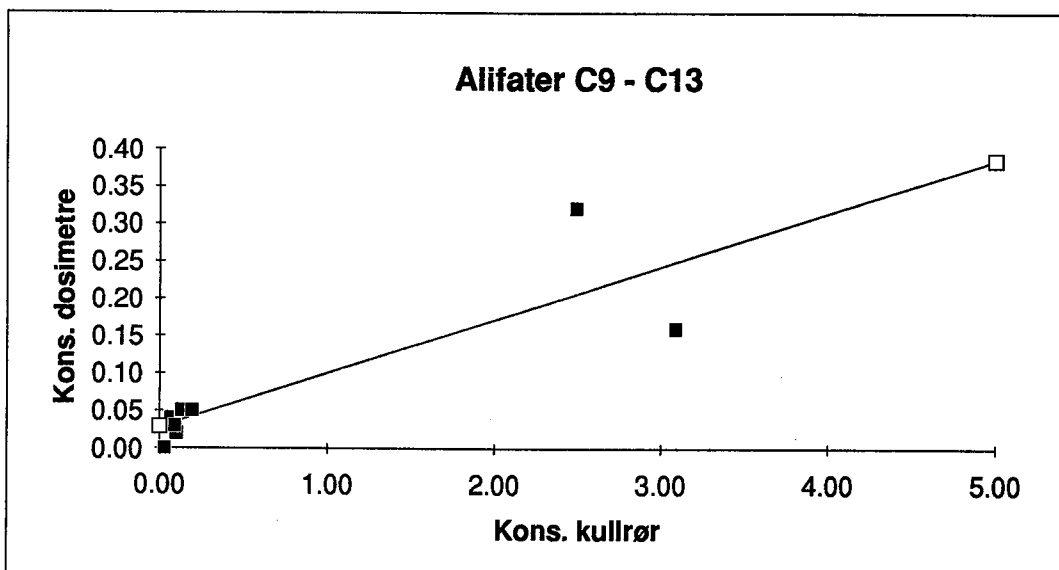
Figur 5.3.



Regresjonslinjens vinkelkoeffisient:  $0.767 \pm 0.008$

Regresjonslinjens skjæringspunkt med y-aksen:  $-0.010 \pm 0.001$

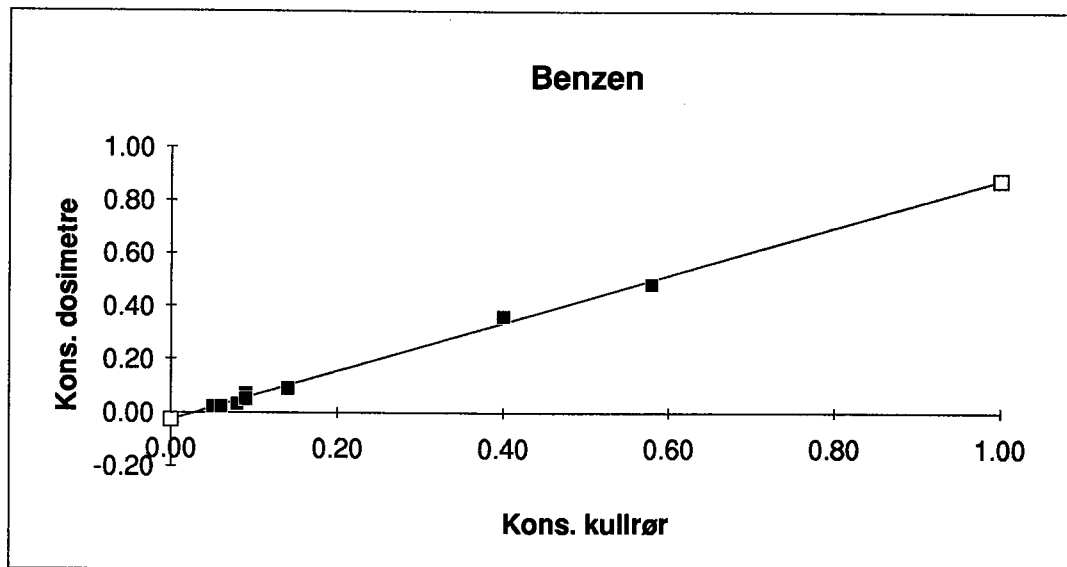
Figur 5.4.



Regresjonslinjens vinkelkoeffisient:  $0.072 \pm 0.0003$

Regresjonslinjens skjæringspunkt med y-aksen:  $0.028 \pm 0.0005$

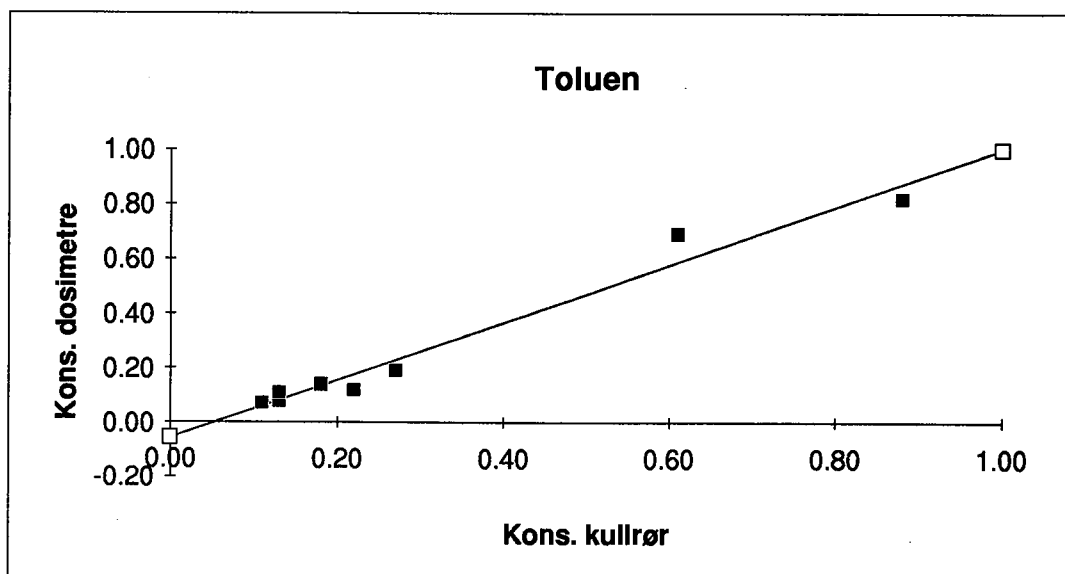
Figur 5.5.



Regresjonslinjens vinkelkoeffisient:  $0.905 \pm 0.001$

Regresjonslinjens skjæringspunkt med y-aksen:  $-0.029 \pm 0.0003$

Figur 5.6.

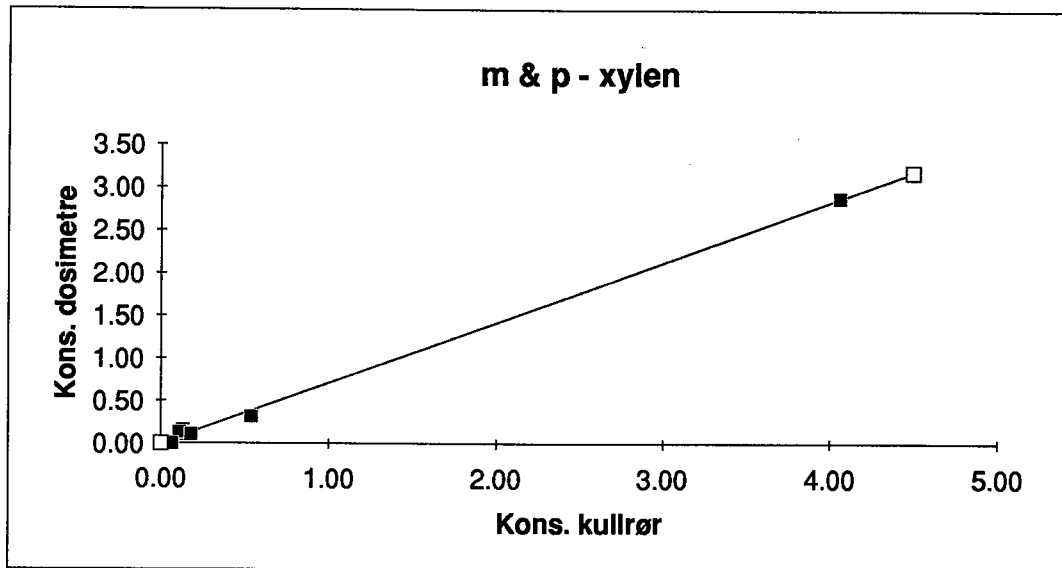


Regresjonslinjens vinkelkoeffisient:  $1.054 \pm 0.006$

Regresjonslinjens skjæringspunkt med y-aksen:  $-0.056 \pm 0.002$



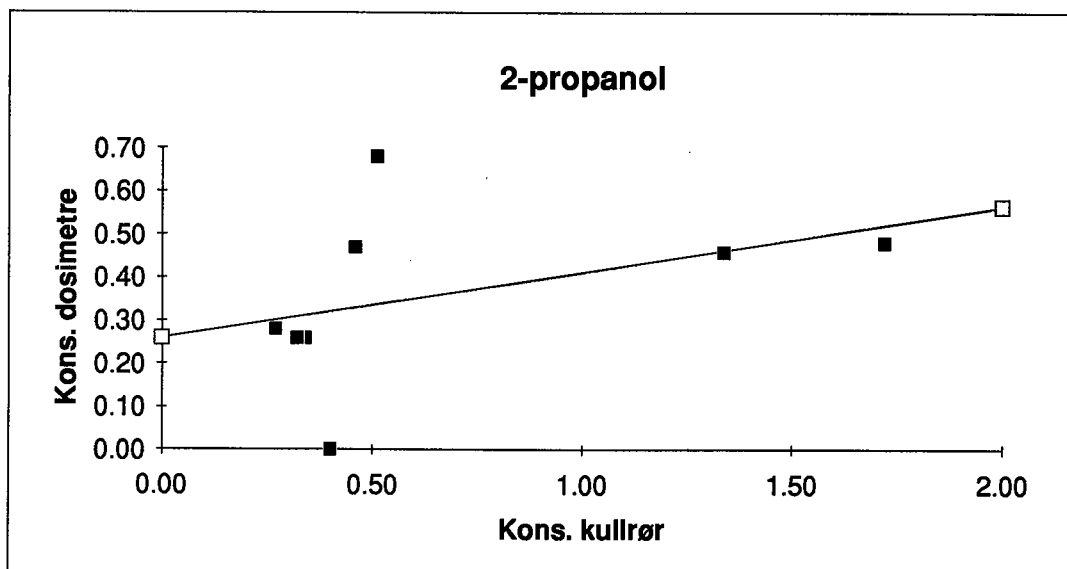
Figur 5.7.



Regresjonslinjens vinkelkoeffisient:  $0.707 \pm 0.0001$

Regresjonslinjens skjæringspunkt med y-aksen:  $0.004 \pm 0.0001$

Figur 5.8.



Regresjonslinjens vinkelkoeffisient:  $0.151 \pm 0.020$

Regresjonslinjens skjæringspunkt med y-aksen:  $0.260 \pm 0.017$

## Litteraturreferanser.

Blome, H. & Hennig, M.:

Leistungsdaten ausgewählter Passivsammler.  
2. Teil: Ermittlung von Leistungsdaten im Labor.  
Staub 45 (1985), 541 - 546.

Blome, H. & Hennig, M.:

Leistungsdaten ausgewählter Passivsammler.  
3. Teil: Messung in Betrieben - Zusammenfassung und Schlussfolgerung.  
Staub 46 (1986), 6 - 10.

Cohen Jonas, L., Billings, C.E. & Lilis, C.:

Laboratory performance of passive samplers for waste anesthetic gas  
(enflurane) concentrations.  
Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 42 (1981), 104 - 111.

Compton, J.R., Dwiggins, G.A., Feigley, C.E. & Ludwig, D.A.:

The effect of square wave exposure profiles upon the performance of  
passive organic vapor monitoring badges.  
Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 45 (1984), 446 - 450.

Coutant, R.W. & Scott, D.R.:

Applicability of passive dosimeters for ambient air monitoring of toxic  
organic compounds.  
Environ. Sci. Technol. 16 (1982), 410 - 413.

Guénier, J.P. & Ferrari, P.:

Échantillonnage des polluants gazeux.  
Les badges: utilisation et comparaison avec les tubes à charbon actif.  
Cah. Not. Docum. 105 (1981), 493 - 507.

Hickey, J.L.S. & Bishop, C.C.:

Field comparison of charcoal tubes and passive vapor monitors with  
mixed organic vapors.  
Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 42 (1981), 264 - 267.

Hoed, N. van den, Asselen, O.L.J. van & Dongen, J.P.C.M. van:

Replicate side-by-side field comparison of 3M diffusive samplers versus  
charcoal tube samples for styrene.  
Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 48 (1987), 252 - 256.

Langhorst, M.L.:

Glycol ethers - Validation procedures for tube/pump and dosimeter  
monitoring methods.  
Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 45 (1985), 416 - 424.

- Lauwerys, R., Buchet, J.P., Bouchez, J.M. & Herbrand, J.:  
Evaluation d'un dosimètre passif pour apprécier l'exposition de  
travailleurs au n-hexane et au tétrachloréthylène.  
Cah. Med. Trav. 20 (1983), 129 - 130.
- Mazur, J.F., Podolak, G.E., Esposito, G.G., Rinehart, D.S. & Glenn, R.E.:  
Evaluation of a passive dosimeter for collection of 2-bromo-2-chloro-1,1,1-  
trifluoroethane and 2-chloro-1,1,2-trifluoroethyl difluoromethyl ether in  
hospital operating rooms.  
Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 41 (1980), 317 - 321.
- Mazur, J.F., Rinehart, D.S., Esposito, G.G. & Podolak, G.E.:  
Evaluation of passive monitors for assessing vapor degreaser emissions.  
Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 42 (1981), 752 - 756.
- Muller, J., Guénier, J.P., Delcourt, J., Ferrari, P., Greff, G. & Morele, Y.:  
Échantillonnage des polluants gazeux.  
2. Le point sur les échantillonneurs passifs (badges).  
Cah. Not. Docum. 116 (1984), 313 - 326.
- Pristas, R.:  
Benzene in air - Organic vapor monitors versus charcoal tubes.  
Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 52 (1991), 297 - 304.
- Spielman, C.R., Blehm, K.D., Buchan, R.M. & Hagar, R.N.:  
An evaluation of benzene in the presence of gasoline by active and  
passive sampling methods.  
Appl. Ind. Hyg. 2 (1987), 66 - 70.
- Stockton, S.D. & Underhill, D.W.:  
Field evaluation of passive organic vapor samplers.  
Am. Ind. Hyg. assoc. J. 46 (1985), 526 - 531.
- Velasso, J. & Aurrecoechea, J.J.:  
Field comparison of two passive organic vapor dosimeters with charcoal  
tubes under single and multiple solvent exposure conditions.  
Med. Lav. 79 (1988), 312 - 317.
- Voelte, D.R. & Weir, F.W.:  
A dynamic flow chamber comparison of three passive organic vapor  
monitors with charcoal tubes under single and multiple solvent exposure  
conditions.  
Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 42 (1981), 845 - 852.
- Wal, J.F. van der & Moerkerken, A.:  
The performance of passive diffusion monitors for organic vapours for  
personal sampling of painters. Ann. occup. Hyg. 28 (1984), 39 - 47.