

Arbeidsforskningsinstituttene

Arbeidsfysiologisk institutt - Arbeidspsykologisk institutt - Muskelfysiologisk institutt
Yrkeshygienisk institutt

Kontoradresse: Gydas vei 8, tlf. 02/46 68 50
Postadresse: P.b. 8149 Dep Oslo 1

Tittel: GENERERING, PRØVETAGNING OG ANALYSE AV OLJETÅKE OG DAMP FRA
ISOLEROLJER

Forfatter(e): Jack R. Pedersen, Bjørn Gylseth og Knut Skyberg

Prosjektansvarlig: Bjørn Gylseth

Prosjektmedarbeidere: Vidar Skaug, Per E. Fjeldstad, Elin Thornør, Knut
Skulberg, Anne Lise Nordhagen. Ansatte ved Dyrestall,
Verksted og Bibliotek. Kristian Nielsen, Institutt
for Farmakologi og Toksikologi, Univ. i Trondheim.

Utgiver (institutt): Yrkeshygienisk institutt

Dato:

Antall sider:

ISSN:

26.10.84

0800-3777

Serie:

HD 893/84

Sammendrag:

Ved hjelp av mekanisk forstøvning er det generert oljeaerosol under kontrollerte betingelser i et inhalasjonskammer. Underøkelsen viser at oljekonsentrasjonen kan varieres i området 10 - 1000 mg/m³. Ved denne type generator vil hovedvekten av partikler være i området 0,7 - 3,3 µm (aerodynamisk diameter) målt med impaktor. For de undersøkte oljer varierte gassfasen fra 5 - 50% av total oljekonsentrasjon avhengig av oljenes destillasjonsområde og trykkfall over generator. Undersøkelsene viser at total oljekonsentrasjon innen et enkelt forsøk og over flere forsøksdager varierer innenfor ca. ± 10% (rel. standardavvik) eller bedre.

Stikkord:

Key words:

oljetåke
generering
prøvetagning
analyse

oil mist
aerosolgenerator
sampling
analysis

HELSEMESSIGE EFFEKTER AV ISOLEROLJER

**A. GENERERING, PRØVETAGNING OG ANALYSE AV OLJE
OG DAMP FRA ISOLEROLJER**

av

Jack R. Pedersen, Bjørn Gylseth og Knut Skyberg

HD nr. 893/84

Yrkeshygienisk institutt
Postboks 8149 Dep, 0033 OSLO 1

INNHOLD

	Side
Forord	4
I INNLEDNING	5
II MATERIALE	8
1. Oljer	8
2. Eksponeringskammer	8
3. Generator	9
III PRØVETAGNING	10
1. Pumper	10
2. Filtere	10
3. Filterholdere	10
4. Måling av partikkelstørrelse	11
5. Prøvetagningstid	11
IV ANALYSE	12
1. Aerosolfasen	12
2. Gassfasen	12
3. Størrelsesfordeling	12
V RESULTATER OG DISKUSJON	14
1. Generelt	14
2. Konsentrasjonsvariasjon over kammer- arealet og over tid	14
3. Generator	15
4. Oppsamlingseffektivitet ved varierende volumstrøm	16
5. Valg av filter	17
6. Partikkelstørrelse	20
7. Eksempler fra hovedforsøk	21
VI SAMMENDRAG	22
VII REFERANSER	23
VIII TABELLER	25
IX FIGURER	45

Forord

Arbeidet med generering, prøvetagning og analyse av oljetåke ved Yrkeshygienisk institutt ble initiert ved lege Knut Skybergs ansettelse ved instituttet. Prosjektet ble ytterligere stimulert ved den interesse som ble utvist fra Styringskomiteen for NTNf-prosjektet "Isoleroljers virkning på helse og miljø". Det ble inngått avtale om finansiell støtte til hovedprosjektet som omfattet inhalasjonseksponering av rotter for forskjellige typer isoleroljer.

Forfatterne vil med dette takke alle som har bidratt til prosjektet. Spesielt vil vi takke ansatte ved Verkstedet ved Yrkeshygienisk institutt for deres positive holdning og raske assistanse ved tekniske problemer underveis. Vi takker NTNf v/ Styringskomiteen for støtte til gjennomføring av prosjektet.

Yrkeshygienisk institutt
oktober, 1984

I INNLEDNING

Det betydelige omfang oljeindustrien har fått i vårt samfunn har medført at mange nye miljøspørsmål av varierende karakter er blitt reist. Helsemessige effekter av oljeprodukter har vært kjent i lengre tid, men først i de senere år har arbeidsmiljøproblemer spesielt blitt viet større oppmerksomhet.

Langvarig hudkontakt med oljer kan medføre forskjellige hudplager, endog kreft (1). Inhalasjon av oljedamp/tåke kan medføre kjemisk lungebetennelse og lungefibrose (2). De lettflyktige komponentene i råolje kan eksempelvis gi kreft (kfr. bensen) og skader på sentralnervesystemet (kfr. løsemiddelskader). Yrkeshygienisk institutts virksomhet og forskning er i øyeblikket sentrert omkring arbeidsmiljøproblemer forbundet med oljer eller produkter avledet av olje (3,4,5). Instituttet har i denne sammenheng satset betydelige ressurser for å klarlegge helsemessige effekter av skjæreoljer (4) og isoleroljer (6).

De viktigste eksponeringsveiene for oljer er via hud og luftveier. Olje og dens derivater omfatter et meget bredt produktspekter med kompleks kjemisk/fysisk karakter. I arbeidsmiljøet vil olje forekomme som tåke eller gass avhengig av produkttype og det arbeide den blir brukt til. Hudkontakt skjer i det aller vesentligste ved kontakt med væskefasen, mens luftveiene kommer i kontakt med aerosol- og gassfasen. Ved kartlegging av arbeidsmiljøet er det viktig å kunne skille disse fasene idet de kan virke på forskjellige måter toksikologisk og medisinsk sett.

I norden er det tidligere nedlagt et betydelig arbeide innenfor problemområdet prøvetagning av oljedamp og aerosol (7,10,11). På grunnlag av dette arbeidet er de forskjellige metoders fordeler og ulemper belyst. I litteraturen forøvrig er det beskrevet metoder for oppsamling av oljetåke på glassfiberfilter (partikkelfase) og silikagel (gassfase) (12,13,14). Analyse av oljetåke med indikatorrør er også

beskrevet (15). NIOSH (16) rekkommenderer bruk av membranfilter for oppsamling av oljetåke i luft med påfølgende ekstraksjon i kloroform og analyse med fluorescensspektrofotometri. Gravimetrisk bestemmelse av oljetåke med glassfiberfilter rekkommenderes også av andre (12).

I 1983 fikk Yrkeshygienisk institutt en henvendelse fra Styringskomiteen for det NTNf-finansierte isoleroljeprosjektet om instituttet kunne utføre inhalasjonsforsøk med kabeloljer for å studere deres virkning på rotter. Forsøk med intraperitoneal, per oral og hudeksponering utført av andre institusjoner er nå under rapportering (8). På grunnlag av denne forspørsel la instituttet opp et program for en detaljert undersøkelse av de tekniske aspekter ved slike forsøk. Omfattende pilotforsøk ble gjennomført med en kabelolje (mineralolje 2). Erfaringene fra pilotforsøket medførte at programmet ble utvidet til å omfatte inhalasjonsforsøk med 5 forskjellige kabeloljer ved 2 dosenivåer. Etter endt eksponering ble det foretatt obduksjon og snitt ble tatt for mikroskopisk undersøkelse av hud, lymfeknuter, neseslimhinne, lunger, lever, nyrer, mave-tarm-slimhinne, benmarg og urinblære. Videre ble lunge, lever og nyre tatt ut og homogenisert og ultrasentrifugert for enzymanalyse ved Institutt for Farmakologi og Toksikologi, Universitetet i Trondheim.

Denne rapporten beskriver erfaringer og resultater fra den tekniske delen av pilotforsøket samt hovedforsøkene med inhalasjonseksponering. Rapporten beskriver erfaringer gjort ved generering, prøvetagning og analyse av oljetåke og damp fra forskjellige kabeloljer.

Pilotforsøkene ble stoppet på et nivå hvor vi mente at inhalasjonsforsøkene kunne gjennomføres med tilfredsstillende sikkerhet og innenfor rammen av de krav som stilles til nøyaktighet og presisjon ved slike forsøk. Endel metodologiske faktorer skulle gjerne vært bedre undersøkt og bør vies større oppmerksomhet i fremtiden. Idet disse faktorene ikke vil påvirke resultatene i vesentlig grad, samt at tids- og

økonomiske aspekter ikke tillot ytterligere undersøkelser, ble forsøkene stoppet på det nivå som er beskrevet i rapporten. Det vil fremgå av rapporten hvor ytterligere undersøkelser er nødvendig.

II MATERIALE

II.1 Oljer

Følgende oljer inngår i pilot- og hovedundersøkelsen.

<u>Nr.</u>	<u>Betegnelse</u>	<u>Trivialnavn</u>	<u>Destillasjons- område (°C)</u>
1	Mineralolje 1	Skjøteolje	200 - 550
2	Mineralolje 2	Sjøkabelolje	200 - 300
3	Syntetisk olje 1	Dodecylbenzen	230 - 350
4	Syntetisk olje 2	Nonylbenzen	230 - 370
5	Syntetisk olje 3	Polybuten	200 - 450

Det alt vesentlige av det tekniske pilotarbeidet ble utført med mineralolje 2. Nærmere detaljer om oljenes sammensetning, viskositet og kokepunktintervaller er gitt i rapporter til NTN-prosjektets styringskomite (8). Oljen ble mottatt fra STK i forskjellige forsendelser. Sammensetningene av de forskjellige forsendelsene er foreløpig ikke analysert. Det tas forbehold om eventuelle endringer i sammensetningen fra en forsendelse til en annen.

II.2 Eksponeeringskammer

Eksponeeringskammeret som ble benyttet til forsøkene er tidligere beskrevet (9). Det er bygget i rustfritt stål og rommer ca. 1 m³. Ventilasjon besørages ved hjelp av en støv-

suger. Luftgjennomstrømningen kan reguleres i et større kontinuerlig intervall. Den nødvendige ventilasjon ble oppnådd ved en gjennomstrømming i området 0 - 323 l/min kontrollert ved et kalibrert flowmeter. Ved høye oljekonsentrasjoner ble oljeansamlingen i rør og støvsuger store og hyppig rengjøring/tapping var nødvendig. Dette kunne medføre at flow gjennom kammerne varierte over tid. Hyppige justeringer av flow, samt installasjon av oljeresistente pakninger i støvsugerne ble nødvendig.

II.3 Generator

Oljeaerosol (tåke og gass) dannes ved mekanisk forstøvning med en aerosolgenerator av fabrikat DeVilbiss. Arbetarskyddsstyrelsen i Stockholm har hatt gode erfaringer med denne generatoren (stabilitet, partikkelstørrelse etc.), og de stilte et eksemplar av generatoren til vår disposisjon (10). Til tross for en rekke henvendelser til leverandør var det ikke mulig å skaffe flere eksemplarer og ytterligere to generatorer bygd på samme prinsipp ble laget ved instituttets verksted. Konsentrasjon av oljeaerosol kan reguleres ved variasjon av trykkfall over generator eller ved regulering av luftutskiftingen i eksponeringskammeret.

III PRØVETAGNING

III.1 Pumper

Prøver av lufta i eksponeringskamrene ble tatt ved hjelp av en Edwards nettdreven vacuumpumpe. Via en manifold med utskiftbare dyser kunne volumstrømmen gjennom oppsamlingsenheten justeres mellom 0,7 og 2,0 l/min. Manifolden gjorde det videre mulig å foreta kontinuerlig prøvetagning på 5 forskjellige steder i begge de anvendte kamrene samtidig. Volumstrømmen ble målt før og etter prøvetagning med strømmålere som på forhånd var kalibrert mot såpeboble-flowmeter. Disse hadde en avlesningsnøyaktighet på $\pm 0,02$ l/min.

III.2 Filtere

Ved oppsamling av aerosolfasen ble det benyttet glassfiberfiltre av type GF/A 37 mm diameter og Millipore AAWP celluloseesterfiltre med diameter 37 mm og porestørrelse 0,8 μm . Det ble benyttet forskjellige kombinasjoner av disse filterene med og uten Millipore's 37 mm diameter cellulosestøtteplate (pappskive). For oppsamling av gassfasen ble sintervaskeflasker med 25 ml tetrakloretylen plassert etter filter. Det ble benyttet enkle flasker, henholdsvis to i serie. Valget av tetrakloretylen som absorpsjonsvæske er basert på at den har lav toksisitet sammenlignet med andre anvendelig løsemidler, samt at den har relativt lav flyktighet. Det ble benyttet Uvasol kvalitet av tetrakloretylen.

III.3 Filterholdere

Det ble benyttet 2 typer filterholdere, henholdsvis Millipore's 37 mm diameter plastkassett og en 37 mm filterholder i messing laget ved instituttets verksted.

III.4 Måling av partikkelstørrelse

For bestemmelse av partikkelstørrelse i aerosolfasen ble det benyttet en Anderson impaktor. Forsøk ved Arbetarskyddsstyrelsen (10) har vist at den anvendte generatoren produserer respirable partikler (massemediandiameter målt med optisk instrument) i området 1 - 5 μm avhengig av oljens viskositet og det trykk som påtvinges generatoren.

Ved de konsentrasjonsnivåer undersøkelsene ble foretatt kan optiske instrumenter neppe anvendes. Til tross for at bruk av Anderson impaktor til væskepartikler kan gi variasjon i fordeling fra trinn til trinn, fant vi at det var det beste alternativ for partikkelkonsentrasjoner opp mot 1000 mg/m^3 .

Impaktoren er kalibrert mot faste sfæriske partikler med tetthet 1 g/cm^3 . Aerodynamisk partikkeldiameter bestemmes i 7 trinn fra 0,4 - 9,0 μm gravimetrisk. Bruk av impaktoren gjorde det mulig å sammenligne resultater oppnådd med optisk partikkelbestemmelse ved bruk av samme type generator, samt undersøke variasjoner i partikkelstørrelser for de forskjellige oljene under varierende eksponeringsbetingelser.

III.5 Prøvetagningstid

Det ble benyttet prøvetagningstider på ca. 30 - 60 minutter avhengig av konsentrasjonen i eksponeringskamrene. Det ble valgt en relativ kort prøvetagningstid for å unngå overbelastning av filterne, samt unngå fordampning av olje over tid. Prøvetagningstiden er i overensstemmelse med anbefalingene til Christensson et al (10) og Lindskog og Lundgren (7).

IV ANALYSE

IV.1 Aerosolfasen

Total mengde olje i aerosolfasen ble bestemt gravimetrisk. Filtrene ble veiet umiddelbart før og etter prøvetagning, henholdsvis før og etter lagring i bestemte perioder både i lukket holder og i åpen holder. Statisk elektrisitet ble fjernet før veiing av filtrene.

IV.2 Gassfasen

Denne analysen ble utført med infrarødspektrofotometer og forutsetter at en kan registrere en særskilt standardkurve for hver olje. Ved analyse av oljedamp absorbert i tetra-kloretylen, ble det benyttet absorbans (C-H strekkefrekvens) ved 2940 cm^{-1} . Standardkurver for de enkelte oljer ble tatt opp og var lineære i området 0- 10 mg/ml. Oljemengden i vaskeflaske ble etter justering av volum analysert direkte. Dersom konsentrasjonen var for høy ble den nødvendige fortykning foretatt.

IV.3 Størrelsesfordeling

Mengde oljeaerosol i de enkelte fraksjoner ble bestemt gravimetrisk ved veiing av filtere fra de enkelte trinn før og etter prøvetagning. Ved bruk av impaktor ble det ikke benyttet vaskeflaske for gassfasen etter impaktoren. Total oljemengde i aerosolfasen bestemt ved filtermetoden ble sammenlignet med totalmengde for alle trinn i impaktoren.

Impaktortrinnene hadde følgende størrelsesklassifisering:

0 :	> 9	µm
1 :	5,8 - 9	"
2 :	4,7 - 5,8	"
3 :	3,3 - 4,7	"
4 :	2,1 - 3,3	"
5 :	1,1 - 2,1	"
6 :	0,65 - 1,1	"
7 :	0,43 - 0,65	"

V RESULTATER OG DISKUSJON

V.1 Generelt

Ved pilotforsøket ble mineralolje 2 benyttet. Denne oljen er lettflyktig med destillasjonsområde fra 200 til 300⁰ C. Oljen består av 70% alifater og 30% aromater. Mineralolje 1 har en betydelig høyere viskositet enn mineralolje 2. Den lot seg imidlertid forstøve under tilsvarende betingelser. De øvrige oljene har en viskositet mellom mineralolje 1 og 2.

V.2 Konsentrasjonsvariasjon over kammerarealet og over tid

Under pilotforsøkene ble aerosolkonsentrasjonen målt på 5 forskjellige punkter i kammertverrsnittet; i midten og i hvert av de fire hjørnene. Gjentatte forsøk viste at relativt standardavvik var mindre enn $\pm 10\%$ for aerosolfasen og $\pm 20\%$ for gassfasen (mineralolje 2).

På grunnlag av at pilotforsøkene viste at variasjonen over kammertverrsnittet var mindre enn $\pm 10\%$ ble aerosolkonsentrasjon bare målt på 2 diametralt forskjellige punkter samt gasskonsentrasjon på ett av punktene i de påfølgende inhalasjonsforsøkene.

For å unngå overbelastning av filtere og absorpsjonsvæske samt fordampning fra partikkelfase til gassfase ble det benyttet prøvetagningstider på ca. 30 minutter. Under søkelser viste at stabil kammerkonsentrasjon var oppnådd allerede etter 10 - 15 minutter og holdt seg konstant så lenge trykklufttilførsel til generator og kammerventilasjon ble holdt konstant. Målinger ble således foretatt minst 5 minutter etter at stabile eksponeringsforhold var oppnådd.

Overgang fra den ene fasen til den andre vil variere med oljens kokepunktsområde, trykkfall over filter og volumstrøm. Basert på forsøkene med varierende strømningshastig-

het (trykkfall) fant vi at fordampningen fra aerosolfase til gassfase fra de nevnte oljene var beskjedent. De flyktige komponentene synes å gå over i gassfasen i generatoren under de gitte trykk og temperaturforhold.

Ved lave aerosolkonsentrasjoner var gassfasen relativt sett mye høyere, mens ved økende aerosolkonsentrasjon sank det relative bidrag fra gassfasen, mens den absolutte verdi nådde et maksimum hvilket antyder at gassfasen når et nivå hvor den står i likevekt med aerosolfasen. For en olje med kokepunkt 300° C (molekylvekt 185) er dampkonsentrasjonen ved metning ved 20° C $22,2 \text{ mg/m}^3$, ved lavere kokepunktsintervall vil denne likevektskonsentrasjonen være høyere (14).

Det synes nødvendig med ytterligere forsøk for å bestemme gassfasens relative andel av total oljekonsentrasjon for de forskjellige oljer og forsøksbetingelser. Videre bør graden av fordamping fra aerosolfase til gassfase for denne metoden bestemmes. Kjemisk sammensetning av henholdsvis partikkel-fase og gassfase bør undersøkes.

V.3 Generator

Med denne generatortype og de oljene som ble testet fikk en generert aerosol ved et trykk på ca. 1 kg/m^2 . Ved økende trykk kan lekkasjer oppstå mellom generatorens løse deler. Ved trykknivåer på 3 kg/m^2 og over blir produksjonen av aerosol såpass høy at det er nødvendig med "felle" mellom generator og kammer for oppsamling av aerosol.

For å unngå tilstopping av dyse bør oljen være partikkelfri. Dette kan oppnås ved lang tids sedimentering eller ved filtrering av oljene.

Oljenivået i trykklufta ble analysert ved å boble lufta gjennom tetrakloretylen i ca. 1 time ved 2 l/min .

Løsningen ble deretter analysert på IR. Det kunne ikke detekteres mineralolje i trykklufta.

Forsøk med de 3 forskjellige generatorene viste at de ved like forsøksbetingelser produserte aerosol med samme partikkelstørrelse målt med Andersen impaktor.

V.4 Oppsamlingseffektivitet ved varierende volumstrøm

Undersøkelse av oppsamlingseffektiviteten ble foretatt ved at 3 filterprøver tilkoblet enkle gassvaskeflaser ble kjørt med forskjellig volumstrøm; 0,7, 1,2 og 2,0 l/min. Det ble kjørt flere parallelle måleserier med og uten gassvaskeflasker og med forskjellige konsentrasjonsnivåer. Prøveplasseringen i kammeret varierte også fra serie til serie.

I tabell 1 er det foretatt et sammendrag av de viktigste måleseriene med forskjellig volumstrøm. Middelerdien (\bar{X}) og standardavviket (\pm SD) for oljekonsentrasjonene er beregnet for hver enkelt serie.

Resultatene viser at gjennomsnittlig avvik for prøveseriene er beregnet til \pm 5% for partikkelfasen og \pm 30% for gassfasen. Det forholdsvis høye avviket for gassfasen kan som regel tilbakeføres til enkelte høye verdier som gir store utslag i gjennomsnittsverdiene. Flere av disse verdiene er da også blitt fulgt opp enkeltvis, uten at det hittil har vært mulig å finne en grunn. Variasjonene kan skyldes variasjon i likevekten mellom gass- og partikkelfase, varierende oppsamlingseffektivitet, usikkerhet i ekstraksjon evt. i IR-analysen.

Ved å sammenligne avvikene for seriene kjørt med tilnærmet lik flow (tabell 2) ser man at gjennomsnittlige avvik for disse seriene er omtrent det samme. Dette viser at oppsamlingseffektiviteten av olje i partikkel- og gassfase ikke synes å være betydelig avhengig av de luftgjennom-

strømningshastighetene som er benyttet i denne undersøkelsen. En viss økning i fordamping fra partikkelfase til gassfase kunne observeres ved økende trykkfall over filter.

For å minimalisere avdampingen fra partikkelfase til gassfase ble det i de senere forsøk valgt en volumstrøm på ca. 1,2 - 1,4 l/min. Denne verdien ligger også innenfor det området som anbefales av Lindskog og Lundgren i deres rapport (7).

V.5 Valg av filter

For å finne frem til det best egnede filter for oppsamling av oljetåke, ble følgende filtre/filterkombinasjoner undersøkt:

- Et glassfiberfilter med pappskive (støtteplate)
- To glassfiberfiltere med pappskive
- Et glassfiberfilter uten pappskive
- To glassfiberfiltere uten pappskive
- Et glassfiberfilter og et milliporefilter
- To glassfiberfiltre og et milliporefilter
- Et milliporefilter og et glassfiberfilter
- Et milliporefilter uten pappskive

Pappskivene ble tidlig forkastet fordi de absorberte varierende mengder av oljen (gass, partikkelfase). Videre viste forsøkene at glassfiberfiltere gav 10-15 prosent dårligere oppsamlingseffektivitet enn milliporefiltere. Ved høye oljetåkeeksponeringer inntreffer metning av milliporefilter og en får et betydelig gjennomslag. Forsøk med milliporefilter som oppsamlingsfilter for partikler som går gjennom glassfiberfilter gav de mest presise resultater. Resultatene viste at ved trykkfall over 170 mm eventuelt flow over 1,3 l/min. forekom økende transport fra første filter til de(t) andre uten at den relative andel i gassfasen økte. Transport av partikulær olje fra et filter til et annet er av-

hengig av både trykkfall og lufthastighet over filterholder. Forholdet bør undersøkes nærmere. Kombinasjonen glassfiber/milliporefilter med trykkfall 170 mm og flow 1,2-1,3 l/min. ble siden benyttet. Resultatene av endel av disse forsøkene er vist i tabell 3. Middelerdien (\bar{x}) og standardavviket ($\pm SD\%$) er som tidligere beregnet for hver enkelserie.

I forbindelse med at oppsamlet oljetåkemengde på glassfiber- og milliporefiltere synes å forandre seg over tid, ble det gjennomført en undersøkelse av vektstabilitet. Undersøkelsen omfattet kjøring med filterkombinasjoner i vanlige plastfilterholdere og messingfilterholdere. Filtrene ble veid umiddelbart etter endt eksponering og deretter jevnlig over en lengere tidsperiode. Etter veiing ble filtrene lagt tilbake på plass i filterholderne og filterholderne ble deretter oppbevart i et klimatisert rom til neste veiing.

Som det fremgår av lagringsforsøkene transporteres oljetåke fra glassfiberfilter til milliporefilter under lagring av samme filterholder. Transporten synes imidlertid å være lav ($< 5\%$) de 2-3 første timene etter eksponering for deretter å øke betydelig, $> 60\%$ etter ca. 1 døgns lagring. Forsøkene viser ellers at 90-95 prosent av den totale oppsamlede oljetåken ble gjenfunnet på filtrene etter ca. 5-8 døgns lagring. Noen resultater fra lagringsforsøkene er vist i tabell 4-6. Disse effektene er også illustrert i Fig. 1-4.

Ved sammenligning av plastholderne og messingholderne ble det ikke påvist vesentlige forskjeller med hensyn til adsorpsjon av olje fra filterne. Holderne som hadde vært benyttet til lagringen ble ekstrahert med tetrakloretylen, og mesteparten av den oljen som var fordampet fra filtrene ble gjenfunnet i ekstraktet.

For to av oljene (syntetisk olje 1 og 2) ble det observert at filterne og filterholderne ble påvirket. Millipore-filterne ble sprø og vanskelig å få ut av holderne uten brekkasje, mens filterholderne hadde tendens til sprekkdannelse. Det ble observert tilsvarende effekter på foringer, kabler og pakninger i kammerne. Dette kan ha påvirket forholdet mellom oljemengden i partikkelfase henholdsvis gassfase.

V.6 Partikkelstørrelse

Total mengde oljeaerosol bestemt ved Anderson impaktor stemte godt overens med totalmengde bestemt ved filtermetoden (Tabell 7).

Det synes å foreligge et visst tap i impaktoren som ventet. Dette skyldes antageligvis dels adsorpsjon av partikler til impaktordelene, dels fordamping fra aerosolfase til gassfase p.g.a. høy flowhastighet i impaktoren. En viss overgang fra trinn til trinn i impaktoren er mulig p.g.a. fordampning, men de innledende forsøk har vist at denne fordampningen skjer i begrenset omfang. Dette vil bli undersøkt nærmere for å studere denne effekten.

Av tabell 8 fremgår det at partikkelstørrelsen minsker noe med økende konsentrasjon, dvs. økende trykk på generator, spesielt for mineraloljene og en av de syntetiske oljene. Mineralolje 1 synes å ha en noe større andel finere partikler. Dette er sannsynligvis forårsaket av at denne oljen har et høyere kokepunktsintervall og høyere viskositet enn de øvrige.

V.7 Eksempler fra hovedforsøk

Tabell 9 a og b viser analyseresultater for en serie forsøk med mineralolje 2. Forsøkene viser at variasjonen er ca. $\pm 7\%$ for partikkelfasen og $\pm 25\%$ for gassfasen. Variasjoner for total oljekonsentrasjon er bedre enn $\pm 10\%$ både for lave og høye konsentrasjoner. Tabell 10 viser for mineralolje 1 tilsvarende tall, ca. $\pm 7\%$, $\pm 30\%$ og $\pm 6\%$. For syntetisk olje 1 er tallene henholdsvis $\pm 10\%$, $\pm 150\%$ og $\pm 10\%$ (Tabell II). Årsakene til den høye variasjonen for gassfasen for denne oljen kan skyldes at filtere og filterholdere ble angrepet av denne oljen.

Tilsvarende tall for syntetisk olje 2 er vist i tabell 12 og var henholdsvis ± 6 , ± 30 og ± 15 (lav dose) og ± 2 (høy dose). Tallene for syntetisk olje 3 er vist i tabell 13 og var henholdsvis ± 7 , ± 30 og $\pm 5\%$.

VI SAMMENDRAG

Ved bruk av en deVilbiss mekanisk forstøver er det produsert kontrollerbare oljeaerosolkonsentrasjoner i et eksponeringskammer. Total mengde oljepartikler ble bestemt gravimetrisk ved oppfagning på filtere. Oljekonsentrasjonen i gassfase ble bestemt ved absorpsjon av olje i tetrakloretylen.

Oljekonsentrasjonen kunne varieres i området $10-1000 \text{ mg/m}^3$ ved å variere trykket over generatoren og ventilasjonen i kammerne. Ved de gitte betingelser var det mulig å reproducere totalkonsentrasjonen fra dag til dag innenfor et relativt standardavvik på ca. $\pm 10\%$. For de 5 undersøkte oljene varierte gassfasen fra 5-50% av total oljekonsentrasjon avhengig av oljenes kokepunktsintervall og trykkfallet over generatoren.

Ved hjelp av Andersen impaktor ble det vist at hovedmengden av oljepartikler befant seg i området $0,7-3,3 \mu\text{m}$ (aerosoldynamisk diameter). Partikkelstørrelsen i de enkelte fraksjoner varierte fra mineraloljer til syntetiske oljer. Den var videre avhengig av oljenes viskositet og trykkfall over generatoren.

Dette forsøksoppsettet ble benyttet til å eksponere rotter for 5 forskjellige oljer (2 mineraloljer og 3 syntetiske oljer) på 2 dosenivåer. Rottene ble eksponert i 10 dager med et helgeopphold for henholdsvis ca. 100 mg/m^3 (lav dose) og ca. 800 mg/m^3 (høy dose).

Formålet med undersøkelsen er å studere oljenes akutte toksisitet ved inhalasjonseksponering. Videre undersøke eventuelle forskjeller mellom oljene.

VII REFERANSER

1. IARC. Certain polycyclic aromatic hydrocarbons and heterocyclic compounds. IARC Monographs, Lyon, Vol. 3 (1973) 30-42.
2. Jones, J.G. An investigation into the effects of exposure to an oil mist on workers in a mill for the cold reduction of steel strip. Ann. Occup. Hyg. 3 (1961) 264-271.
3. "Løsemiddelmålinger og virkning av løsemiddeleksponering ved produksjon og arbeid med maling og lakk". KAD-prosjekt M 26/83.
4. Thorud, S. Skjærevæsker: En oversikt. YHI-publikasjon HD 787/790104.
5. Fjeldstad, P.E., Holtermann, E. Bensineksponering i petroleumsbransjen 1980-81. YHI/Norsk Petroleumsinstitutt, rapport HD 872/82.
6. "Helseeffekter på rotter ved inhalasjon av isoleroljetåke". YHI-prosjekt 1984.
7. Lindskog, A., Lundgren, L. Provtagning och analys av några mineraloljor i luft. IVL-rapport 8462, Göteborg 1978.
8. "Isoleroljers virkning på helse og miljø". NTNf-prosjekt 310.13113. Prosjektbeskrivelse og delrapporter (upubl.).
9. Timbrell, V., Skidmore, J.W., Hyett, A.W., Wagner, J.C. Exposure chambers for inhalation experiments with standard reference samples of asbestos of the International Union Against Cancer (UICC). Aerosol Science 1 (1970) 215-233.

10. Christensson, B, Prick, H, Berggren, S. Provtagning av oljedimma. Lägesrapport December 1982. Internrapport nr. 100, oktober 1982.
11. Alenius, S., Højerdal, P. Bestämning av oljedimavskiljares avskilningsförmåga. III. Mätningar i industrin. Arbete och Hälsa, 1983:5.
12. Turner, D., Baxter, H.G., Davies, G.M., Eyres, A.R., Lees, G.L., Mitchell, J., Sanderson, J.T., Steel, J., Moore, J.P. Methods for the determination of the atmospheric concentration of oil mist. Ann. Occup. Hyg. 18 (1975) 293-297.
13. Muir, D.C.F., Emmett, P.C. Letter to the Editor. Ann. Occup. Hyg. 19 (1976) 89.
14. Davies, C.N. Letter to the Editor. Ann. Occup. Hyg. 20 (1977) 91-92.
15. Leichnetz, K., Walton, J. Determination of aerosols by means of the detector tubes. Ann. Occup. Hyg. 24 (1981) 43-53.
16. NIOSH (1977) Manual of Analytical Methods, 2nd Edition, Vol. 1, pp. 159.

VIII TABELLENE 1-13

Tabell 1: UNDERSØKELSE AV OPPSAMLINGSEFFEKTIVITETEN VED
 FORSKJELLIGE FLOW
 HVER SERIE BESTÅR AV 3 PRØVER

Serie	Flow l/min	Partikkelfase		Gassfase		Part.fase + Gassfase	
		\bar{x} mg/m ³	\pm SD%	\bar{x} mg/m ³	\pm SD%	\bar{x} mg/m ³	\pm SD%
1	0,72	17,9		125,6		143,5	
	1,20	16,8	17	109,3	108	126,1	125
	1,75	16,6	4	89,3		105,9	15
2	0,85	160,5					
	1,37	161,2	165	-	-	-	-
	1,88	173,4	4				
3	0,80	184,6		54,2		238,8	
	1,32	204,8	196	59,3	60	264,1	256
	1,88	198,0	5	67,4		265,4	6
4	0,72	224,9		82,9		307,8	
	1,20	217,5	216	56,5	82	274,0	299
	1,72	206,7	4	106,9		313,6	7
5	0,80	260,3		74,9		335,2	
	1,20	236,5	251	43,1	67	279,6	318
	1,90	257,5	5	81,6		339,1	11
6	0,80	353,6		65,5		419,1	
	1,20	323,6	346	58,3	65	381,9	410
	1,80	359,2	5	71,0		430,2	6

Tabell 2: UNDERSØKELSE AV OPPSAMLINGSEFFEKTIVITETEN KJØRT VED LIK FLOW

Prøve- serie	Antall prøver pr. serie	Flow l/min	Partikkelfase		Gassfase		Part.fase + Gassfase	
			\bar{x} mg/m ³	\pm SD%	\bar{x} mg/m ³	\pm SD%	\bar{x} mg/m ³	\pm SD
7	3	1,05	96	14	140	32	249	15
8	5	1,39	136	5	111	19	263	10
9	5	1,35	117	13	133	30	287	24
10	3	1,27	534	7	94	21	628	8
11	3	1,27	638	3	105	17	743	4
12	3	1,27	549	4	90	22	640	1
13	3	1,27	630	2	103	20	733	2
14	3	1,28	683	3	97	23	747	4
15	3	1,28	749	4	108	22	772	2
16	3	1,27	614	4	94	19	709	1
17	3	1,27	586	2	102	25	688	4
18	3	1,35	658	3	112	13	770	2
19	3	1,30	648	4	102	23	750	6
20	3	1,30	626	1	99	19	725	3
21	3	1,33	618	4	122	14	740	5
22	3	1,30	661	2	106	18	767	1
23	3	1,30	631	1	113	22	744	3

Tabell 3: VALG AV FILTER FOR OPPSAMLING AV OLJETÅKEPARTIKLER

Prøve- serie	Antall prøver	Prøvetakingsenheter i rekkefølge	Partikkelfase	
			\bar{x} mg/m ³	± SD%
24	3	GF/A - filter I	24	3
		GF/A - filter II	5	23
25	5	GF/A - filter I	32	15
		GF/A - filter II	1	73
26	2	GF/A - filter I	136	5
		GF/A - filter II	19	25
27	5	GF/A - filter I	117	13
		GF/A - filter II	27	44
28	5	GF/A - filter I + II	167	8
		Pappskive III	30	57
29	2	GF/A - filter I	337	*flow
		MF - filter II	40	1,3 l/min trykkfall 170 mm
30	2	GF/A - filter I	182	*flow
		MF - filter II	454	1,5 l/min trykkfall 170 mm
31	3	GF/A - filter I	264	*flow
		GF/A - filter II	28	1,5 l/min
		MF - filter III	358	trykkfall 205 mm

* Standardavvik ikke beregnet

Tabell 4. STABILITETSFORSØK

Filterprøvene (GF-A/MF) ble lagret i plastfilterholdere uten skillering mellom filterene. Filterholderne ble tettset igjen med plastpropper etter veiing.

Veid etter:

Filter- holder Type	Prøvetakings- enheter	10 min.		1		3		26		97		122		192		336	
		mg	etter uttak	time	timer	timer	timer	timer	timer	timer	timer	timer	timer	timer	timer	timer	timer
Plast	GF/A - filter I	24,2		22,2	21,9	11,3	8,4	7,3	5,9	5,2							
	MF - filter II	3,7		5,6	5,7	15,8	18,3	19,1	20,0	19,5							
	GF/A + MF	27,9		27,8	27,6	27,1	26,7	26,4	25,9	24,7							
"	GF/A - filter I	26,5		25,8	25,3	9,8	9,3	6,6	6,4	5,9							
	MF - filter II	3,5		3,9	4,3	19,3	19,2	21,6	21,3	20,7							
	GF/A + MF	30,0		29,7	29,6	29,1	28,5	28,2	27,7	26,6							
"	GF/A - filter I	24,1		23,7	22,9	6,9	4,9	4,5	4,2	3,2							
	MF - filter II	3,9		4,1	4,8	20,4	21,4	21,3	20,8	19,7							
	GF/A + MF	28,0		27,8	27,7	27,3	26,3	25,8	25,0	22,9							

Tabell 5. STABILITETSFORSØK

Filterprøvene (GF-A/MF) ble lagret i plastfilterholderne uten skillering mellom filterne. Filterholderne stod åpne mellom hver veiing.

Veid etter:

Filter- holder Type	Prøvetakings- enheter	30 min.		3		6		29		53	
		etter uttak	mg	timer	mg	timer	mg	timer	mg	timer	mg
Plast	GF/A - filter I	23,1		23,1		21,6		11,1		9,9	
	MF - filter II	8,6		8,6		13,8		18,6		18,9	
	GF/A + MF =	31,7		31,7		35,4		29,7		28,8	
"	GF/A - filter I	24,5		24,4		18,6		13,9		12,5	
	MF - filter II	9,6		9,5		14,9		18,4		19,2	
	GF/A + MF =	34,1		33,9		33,5		33,5		31,7	
"	GF/A - filter I	22,5		19,9		16,5		12,9		9,4	
	MF - filter II	8,8		11,1		14,1		16,5		18,8	
	GF/A + MF =	31,3		31,0		30,6		29,4		28,2	

Tabell 6. STABILITETSFORSØK

Filtrene (GF-A/MF) ble etter kjøring i messingfilterholderne lagret med skillering mellom filtrene. Filterholderne ble tett igjen med plastpropper etter veiling.

Veid etter:

Filter- holder Type	Prøvetakings- enheter	30 min.		90 min.		21 timer		24 timer		70 timer		216 timer	
		mg	etter uttak	mg	min.	mg	timer	mg	timer	mg	timer	mg	timer
Messing	GF/A - filter I	25,2		24,8		24,1		23,9		23,1		21,7	
	MF - filter II	4,0		2,9		2,9		2,7		2,8		2,9	
	GF/A + MF	29,2		27,7		27,0		26,6		25,9		24,6	
"	GF/A - filter I	21,0		20,8		20,3		20,2		19,6		5, 1	
	MF - filter II	8,9		8,9		9,9		8,9		8,7		22,1*	
	GF/A + MF	29,9		29,7		30,2		29,1		28,3		27,2	
"	GF/A - filter I	25,6		25,4		24,9		24,8		24,1		22,9	
	MF - filter II	3,0		3,1		2,9		3,0		3,0		3,0	
	GF/A + MF	28,6		28,5		27,8		27,8		27,1		25,9	

* Filtrene har ligget sammen uten skillering

Tabell 7.

Serie	Aerosolkons. impaktor (mg/m ³)	Aerosol filter (mg/m ³)
1	537	600
2	43,7	44,6
3	246	251

Tabell 8. IMPAKTORFORSØK.

Vekt-% olje på de enkelte trinn

Olje	Back up							1
	7	6	5	4	3	2	1	
Partikkelkons. (mg/m ³)	< 0,4	0,4-0,7	0,7-1,1	1,1-2,1	2,1-3,3	3,3-4,7	4,7-5,8	5,8-9,0
Mineral-								
olje 2	43,7	5,2	19,7	26,3	24,1	8,3	8,8	5,9
"	246	4,4	20,9	28,6	25,7	7,5	8,9	3,7
"	537	9,7	30,0	24,0	17,6	6,4	7,8	3,4
"	681	7,6	33,8	25,9	16,8	5,2	7,0	3,0
Mineral-								
olje 1	50,3	7,3	35,4	30,8	16,3	4,0	4,1	1,5
"	665	7,1	48,1	27,7	10,9	2,7	2,1	1,1
Syntetisk								
olje 1	63,1	1,5	14,1	29,1	29,7	11,0	10,8	3,4
"	698	3,1	31,1	31,8	18,4	5,4	6,6	3,1
Syntetisk								
olje 2	35,4	3,1	15,5	29,6	20,0	11,6	13,9	5,5
"	595	1,1	13,1	27,2	28,6	11,6	11,0	7,4
Syntetisk								
olje 3	66,0	4,8	20,1	27,3	25,8	9,5	8,5	3,0
"	629	6,3	27,8	27,4	19,6	7,3	7,8	3,4

Tabell 9 a. DYREFORSØK - ISOLEROLJE
 Mineralolje 2
 Eksponering 23.4 - 4.-5.84

Lav dose (mg/m³)

Dato	Partikkelfase		Gassfase		Part. fase + Gassfase		Anm.
	X	± SD	X	± SD	X (tot.)	± SD	
23.4.84	79,0		48,3		127,3		
24.4	67,9		42,4		110,3		
25.4	72,0		53,6		125,6		
26.4	84,5		31,7		116,2		
27.4	81,5		32,8		114,3		
30.4	82,0		53,1		135,1		
1.5	114,9		77,0		191,9		Flow i kammeret var for lav
2.5	78,0		69,6		147,6		
3.5	78,5		54,3		132,8		
4.5	85,0		37,4		122,4		
	78,7	7,1%	47,0	26,0%	125,7	9,2%	

Tabell 9 b. DYREFORSØK - ISOLEROLJE
 Mineralolje 2
 Eksponering 26.3 - 6.-4.84

Høy dose (mg/m³)

Dato	Partikkelfase		Gassfase		Part. fase + Gassfase		Anm.
	X	± SD	X	± SD	X (tot.)	± SD	
23.4.84	700,0		68,5		768,5		
24.4	608,0		54,2		662,2		
25.4	710,0		91,6		801,6		
26.4	537,5		141,5		679,0		Dysen til tåkedan- neren var delvis tett
27.4	765,0		103,3		868,3		
30.4	690,0		61,5		751,5		
1.5	841,0		73,0		914,0		Flow i kammeret var noe lav
2.5	682,5		70,3		752,8		
3.5	661,0		73,1		734,1		
4.5	716,0		108,0		824,0		
	691,6	6,6%	78,7	25,1%	770,4	8,1%	

Tabell 10 a. DYREFORSØK - ISOLEROLJE
 Mineralolje 1
 Eksponering 26.3 - 6.-4.84

Lav dose (mg/m³)

Dato	Partikkelfase		Gassfase		Part. fase + Gassfase		Anm.
	X	± SD	X	± SD	X (tot.)	± SD	
26.3.84	123,4*		11,4*		134,8*		*Innkjøringsproblemer med dysen til oljetåkedan- neren. Variasjon av ventilasjon. Utelatt fra beregning av standardavvik.
27.3	72,3		7,0		79,3		
28.3	65,7		12,0		77,7		
29.3	71,3		11,1		82,4		
30.3	60,3		11,0		71,3		
2.4	57,4		8,7		66,1		
3.4	64,6		9,2		73,0		
4.4	68,8		9,3		78,1		
5.4	61,3		7,8		69,1		
6.4	65,2		11,5		76,7		
	65,2	7,7%	9,7	18,0%	74,9	7,1%	

Tabell 10 b. DYREFORSØK - ISOLEROLJE
 Mineralolje 1
 Eksponering 26.3 - 6.-4.84

Høy dose (mg/m³)

Dato	Partikkelfase		Gassfase		Part. fase + Gassfase		Anm.
	X	± SD	X	± SD	X (tot.)	± SD	
26.3.84	387,0*		20,4*		407,4*		*Innkjøringsproblemer med dysen til oljetåkedan- neren. Variasjon av ventilasjon. Utelatt fra beregning av standardavvik.
27.3	761,3		19,8		781,1		
28.3	701,0		37,5		738,5		
29.3	700,0		18,7		718,7		
30.3	729,3		27,3		756,6		
2.4	724,0		20,9		744,9		
3.4	761,1		14,8		775,9		
4.4	782,0		19,2		801,2		
5.4	729,3		19,0		748,3		
6.4	648,7		17,8		666,5		
	726,3	5,5%	21,7	31,3%	748,0	5,3%	

