

NILU OR: 73/88

NILU OR : 73/88  
REFERANSE: O-8669  
DATO : JULI 1988  
ISBN : 82-7247-979-6

INNEMILJØ-MÅLINGER I  
OLE DEVIKSVEI 44  
MINERALULLFIBRE, PARTIKLER  
OG ALDEHYDER

S. Larssen og O. Anda

---

## SAMMENDRAG

Det er utført målinger av mineralullfibre, andre partikler og aldehyder i kontorer i Ole Devigs vei 44. Hensikten med målingene var å konstatere om en klimahimling som er montert i deler av bygget, der ventilasjonsluft tilføres rommene gjennom plater av glassull, tilfører ventilasjonslufta glassfibre og derved øker konsentrasjonen av glassfibre i pustesonen. Undersøkelsen omfattet ikke fibre deponert på flater, idet dette er et fenomen som forekommer ved alle typer mineralullhimlinger, og ikke er spesielt knyttet til den undersøkte klimahimling. Fiberprøvetakingen ble imidlertid utført slik at fibre av alle størrelser, også de største, kom med i prøven.

Prøvetakingen ble utført i to perioder, desember 1987 og august 1988. Fibre og partikler ble filtrert fra lufta gjennom flate membranfiltre (diameter 25 mm), og hver prøve ble kjørt i flere dager (1-4 dager), og representerer derved gjennomsnittlige forhold over den tiden. Prøvene fra kontorer med klimahimling ble tatt hos firma R. Halden A/S. Prøver fra kontorer uten klimahimling, men med vanlig himling av glassullplater, ble tatt hos firma K. Lefdal A/S, begge i 2. etasje av bygget. Det ble også tatt prøver i tilluftkanal til kontorene. Bygget ble offisielt tatt i bruk i januar 1985, så klimahimlingen har vært i drift i 2-3 år.

På de dagene som prøvetakingen dekker, var konsentrasjonen av glassfibre i luft lav i begge kontorer, innenfor området 0-50 fibre/m<sup>3</sup> luft. (Konfidensintervallene dekker området 0-100 fibre/m<sup>3</sup> luft.) Konsentrasjonen av andre mineralfibre var noe høyere enn for glassfibre. Antallet organiske fibre (papir, tekstil, etc.) var mye større enn antallet mineralfibre, anslagsvis 200-800 fibre/m<sup>3</sup> luft. Fibre ble talt både med optisk mikroskopi og med "scanning" elektronmikroskopi (SEM).

---

~~Glassfibrerkonsentrasjonen var omtrent den samme i begge kontorfløyer.~~

På prøvene fra august antyder resultatene at det var høyere hos Lefdal enn hos Halden, men det kan bero på tilfeldigheter. Det er tatt et relativt lite antall prøver (tilsammen 12 prøver fra R. Halden m/ klimahimling og 5 prøver fra Lefdal uten klimahimling) som er analysert på mineralfibre spesifikt.

Konklusjonene som kan trekkes, er at glassfiberkonsentrasjonen i luft var lav i begge kontorfløyer. Den var ubetydelig i forhold til yrkeshygieniske grenseverdier (mer enn 10 000 ganger mindre enn grenseverdien). Det var ikke stor forskjell mellom de to kontorfløyer når det gjelder antall glassfibre i luft, dvs. det er ikke grunnlag for å si at klimahimlingen hos Halden avgir mer fibre til luft enn den vanlige glassullhimlingen hos Lefdahl. Et større antall prøver kan avdekke en viss signifikant forskjell.

Det er foretatt relativt få undersøkelser der mineralfiberkonsentrasjonen i inneluft på ikke-industrielle arbeidsplasser er kvantifisert. Glassfiberkonsentrasjonen i kontorene i Ole Devigs vei 44 var på omtrent samme nivå som ble funnet i skoler i København uten himlinger av mineralullplater, men der mineralull er benyttet som lyddempere i ventilasjonsanlegg.

De målingene som er beskrevet her, representerer forholdene i ett bygg med en 2-3 år gammel klimahimling.

Finstøvkonsentrasjonen var mye høyere hos R. Halden enn K. Lefdal. Dette skyldes sannsynligvis at i måleperioden ble det røkt mer pr. tilført ventilasjonsluftmengde hos Halden enn hos Lefdal. En kan heller ikke, på grunnlag av de målingene som er utført, se helt bort fra at det i rommet over klimahimlingen hos R. Halden kan være et finstøvdepot fra byggeperioden som nå kontinuerlig tilføres ventilasjonsluften.

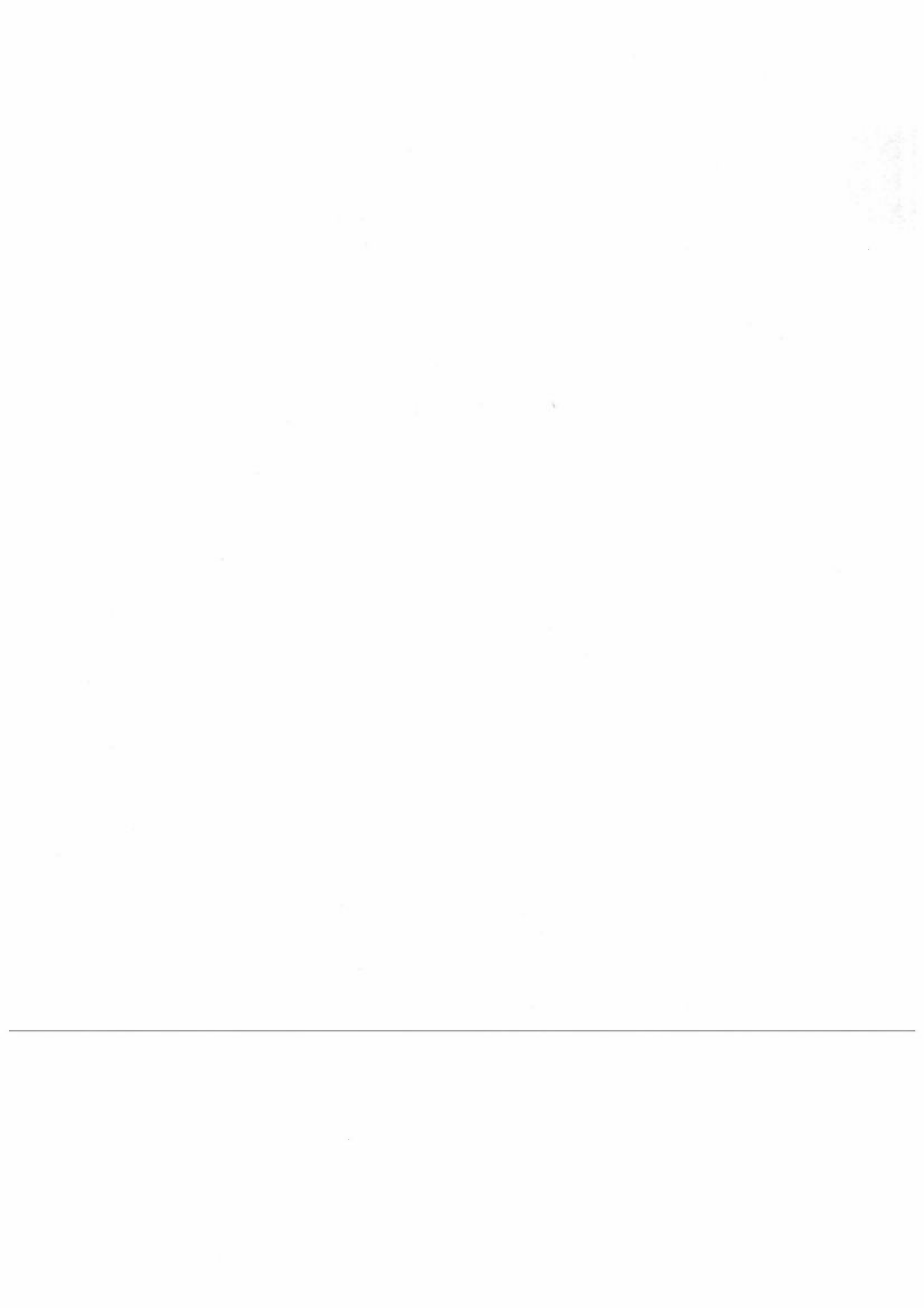
Aldehydkonsentrasjonene var ubetydelige, og himlingsplatene tilfører ikke aldehyder til romluften.

---

INNHOOLD

	Side
SAMMENDRAG .....	1
1 INNLEDNING .....	5
2 MÅLEPROGRAM .....	5
3 BESKRIVELSE AV KONTORAVDELINGENE .....	7
4 RESULTATER .....	8
4.1 MMM-fibre i luft .....	8
4.1.1 Prøver fra perioden 4.-22. desember 1987 .....	10
4.1.2 Prøver fra perioden 22.8.-1.9.1988 .....	12
4.1.3 Fiberstørrelse .....	14
4.1.4 Sammenligning med andre undersøkelser .....	15
4.2 Partikler i luft .....	16
4.3 Aldehyder i luft .....	19
4.4 Lufttemperatur og relativ fuktighet .....	20
5 REFERANSER .....	22
VEDLEGG A: Metoder .....	23
VEDLEGG B: Måleprogram og data-tabeller .....	31
VEDLEGG C: Rapport fra Statens arbeidsmiljøinstitutt ved- rørende deres fibertellinger .....	39
VEDLEGG D: Yrkeshygieniske grenseverdier for fibre i luft ..	49

---



## INNEMILJØ-MÅLINGER I OLE DEVIKS VEI 44 MINERALULLFIBRE, PARTIKLER OG ALDEHYDER I LUFT

### 1 INNLEDNING

Norsk institutt for luftforskning (NILU) har på oppdrag fra A/S Glassvatt utført en undersøkelse av forekomst av mineralfibre (MMM-fibre: "man-made mineral fibres") i luft i kontorer i Ole Deviks vei 44 i Oslo. A/S Glassvatt produserer plater for klimahimlinger, der ventilasjonsluft til rom tilføres gjennom platene i klimahimlingen. Platene består av glassull belagt med glassfibervev på undersiden. Hovedformålet med undersøkelsen har vært å få en indikasjon på om himlingsplatene avgir mineralfibre til luften som går gjennom dem, og derved tilfører fibre til romluften. NILU utførte i 1985 en forundersøkelse som indikerte at fiber-avgivelsen var liten (brev av 23.4.1985, ref. BMW/KAS/O-1073).

Ole Devigs vei 44 er et relativt nytt 4-etasjes kontorbygg. Det ble tatt i bruk i januar 1985.

Det innledende prosjektmøtet ble holdt 9. september 1986, der også en representant fra Statens arbeidsmiljøinstitutt var til stede. Prosjektforslaget fra NILU ble utarbeidet i oktober 1986. Avklaring av omfang og finansiering av prosjektet førte til at målingene ble utført først i desember 1987/januar 1988.

### 2 MÅLEPROGRAM

Målinger ble i første omgang utført i kontorer i Ole Deviks vei 44 i tiden 4.-22. desember 1987, og i tilluftkanalen til en av kontorfløyene i januar 1988.

Tilleggsmålinger ble utført i tiden 22.8.-1.9., fordi det ble funnet så få fibre i første måleserie at tellestatistikken (nøyaktigheten i oppgitt fiberkonsentrasjon) ble dårlig. Ved tilleggsprøvene ble det tatt prøver over lengre tid enn i første omgang.

Ole Deviks vei 44 er en 4-etasjers kontorbygning der kontorer i noen av etasjene er utstyrt med den aktuelle type klimahimling, mens andre kontorer ikke har klimahimling, men tilføres ventilasjonsluft gjennom tilluftdyser.

Kontorlokalene til firma R. Halden A/S har klimahimlingsplater, mens lokalene til firma K. Lefdal A/S tilføres luft gjennom tilluftdyser på vegg. Målingene ble utført i disse to kontor-avdelinger, som begge er i 3. etasje.

Tabell 1 viser sted og tid for målingene.

Tabell 1: Oversikt over måleperiode og målesteder, 1987.

Periode	Kontor	Målepunkter
3.-16.12.	R. Halden A/S	Celle-kontor, røyker - takhøyde - sittehøyde (nese)
		Celle-kontor, ikke-røyker - takhøyde - sittehøyde (nese)
		Sentralt avtrekk
14.-22.12.	K. Lefdal A/S	Celle-kontor, røyker - sittehøyde
		Celle-kontor, ikke-røyker - sittehøyde
		Sentralt avtrekk

Måleprogrammet omfattet bestemmelse av konsentrasjonen av følgende stoffer i luft:

- MMM-fibre

---

- Partikler
  - Finfraksjon (part.diameter < 2.5 µm, avsettes i nedre luftveier)
  - Grovfraksjon (part.diameter > 2.5 µm, avsettes i øvre luftveier)
- Aldehyder

Prøvesondene ble plassert i de utvalgte målepunkter, med plastslanger til pumper og luftstrømmålere som var plassert i et rom for seg.

Prøvesondene for fiber vendte opp, for å få med fibre av alle størrelser, også de største.

Prøvetakerne var i første periode i drift bare i kontortiden, kl. 08-16. Under tilleggsmålingene var de i drift hele døgnet.

Tabell B1 i vedlegg B gir en mer detaljert oversikt over prøvetakingsprogrammet.

Metodene beskrives mer detaljert i vedlegg A. Prøvetakingsmedium og gjennomsnittlig prøveluftvolum var som følger:

Stoff	Prøvetakingsmedium	Prøvetid, timer	Luftvolum, m <sup>3</sup>
Fibre	Filter	ca. 8	ca. 4
Partikler	Filter (2 filtre i serie)	12-16	ca. 7-10
Aldehyder	Absorpsjonsrør	ca. 8	ca. 0.5-1

### 3 BESKRIVELSE AV KONTORAVDELINGENE

#### Areal og ventilasjon

Kontorfløyene har følgende areal og ventilasjon:

	Areal m <sup>2</sup>	Ventilasjonsmåte	Tilluftsmengde m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·h
<u>R. Halden A/S</u>				
Samlet	123.5	Lufttilførsel gjennom himlingsplater i tak, fordelt over hele takarealet.	630 (avtrekk)	5.1
Cellekontor	10		70	7
<u>K. Lefdal A/S</u>				
Samlet	247	Lufttilførsel gjennom tilluftdyser	1500 (avtrekk)	6.1
Cellekontor	10		80	8



Lefdals fløy har omtrent dobbelt så stort areal som Haldens. Spesifikk tilluftmengde er noe høyere hos Lefdal enn hos Halden. Tallene i tabellen er prosjekterte verdier. Aktuelle tilluftmengder er ikke bestemt.

### Inventar

I begge kontorfløyer er gulvene teppebelagte. Veggene er belagt med malt strie. Taket hos R. Halden A/S har de nevnte klimahimlingsplater av glassull. Hos K. Lefdal A/S er det også himlingsplater i taket av glassull med malt glassfiberduk på undersiden, bortsett fra i cellekontorene.

## 4 RESULTATER

### 4.1 MMM-FIBRE I LUFT

Fiberkonsentrasjonen i luft er bestemt ved å suge luft gjennom et filter, og telle fibre i optisk mikroskop og i elektronmikroskop. Metodene er beskrevet i vedlegg A.

Prøvetakingsmetoden er nær identisk med Verdens helseorganisasjons referansem metode (se vedlegg A).

Mikroskoperingen er utført med tre ulike metoder, se tabell 2.

---

Tabell 2: Oversikt over metoder som er anvendt for mikroskopering av fibre.

Metode for fibertelling/utførende institusjon	Kort beskrivelse	Kommentar
WHO referansemetode/AI*	Fibre telles på min. 20 og maks. 100 arealer $\text{\AA}$ 0.00785 mm <sup>2</sup> . Tellingen avsluttes etter at 100 fibre er talt. Minste fiberdiameter: ca. 0.5 $\mu\text{m}$ .	Metoden er i utgangspunktet ikke-spesifikk for MMM-fibre. Alle fibre skal telles, også organiske.
Modifisert WHO referansemetode/NILU	Mørk-felt mikroskopi/polarisasjonsfiltre benyttes, i stedet for fasekontrast. Forstørrelse 200 x i stedet for 400-500 x. Minste fiberdiameter: ca. 0.5 $\mu\text{m}$ .	Som ovenfor, men med denne metoden kan større felt av filteroverflaten undersøkes, og derved tellestatistikken forbedres.
Spesifikk MMM-fiber-metode/NILU	Prøven plasseres mellom polarisasjonsfiltre, i noen tilfeller etter at organisk materiale er forasket. Minste fiberdiameter: ca. 0.5 $\mu\text{m}$ .	Med denne metoden telles MMM-fibre spesifikt, og MMM-fibertype, inkl. asbest, identifiseres.
Elektronmikroskop/AI	Scanning elektronmikroskop (SEM) tilkoblet røntgenmikroanalysator. Minste fiberdiameter: ca. 0.1 $\mu\text{m}$ .	Med denne metoden kan fibertypen (glassfiber, steinull, asbest, etc.) identifiseres.

\* Statens arbeidsmiljøinstitutt.

WHO's referansemetode er utviklet for yrkesmiljø (industrielt miljø), der hovedmengden av fibre forutsettes å være MMM-fibre. Det er foreskrevet at alle fibre skal telles, også organiske og andre, for å være sikker på ikke å underestimere fiber-antallet.

I ikke-industrielle innemiljøer dominerer oftest andre fibre enn MMM-fibre, bl.a. tekstilfibre og papirfibre. Metoden kan derved i slike miljøer ikke benyttes direkte til å gi et estimat av MMM-fiber-antallet.

I den modifiserte WHO-metoden som benyttes ved NILU kan MMM-fibre i noen grad spesifiseres, og den gir bedre tellestatistikk (mindre usikkerhet) i ikke-industrielle innemiljøer, der fiber-antallet oftest er lite.

Den spesifikke MMM-fiber-metoden som er tilpasset ved NILU, gjør bruk av kjente identifikasjonsmetoder innen mikroskopien og er mer spesifikk enn den foregående. En gjør bruk av polarisasjonsfiltre og brytningsindeks-væsker. Her telles kun de aktuelle MMM-fibre.

#### 4.1.1 Prøver fra perioden 4.-22. desember 1987

Tabell 3 viser resultatet av fiber-tellingene fra perioden 4.-22. desember 1987.

Tabell 3: Resultater av fiber-tellinger (antall fibre/m<sup>3</sup> luft), Ole Deviks vei 44, Oslo, fra prøveperioden 4.-22.12.87.

	WHO referanse AI*		Modifisert WHO referanse NILU	Spesifikk MMM-metode NILU		El.-mikroskopi SEM AI
	Beregnet antall	Konfidens-** intervall		Beregnet antall	Konfidens-** intervall	
<u>R. HALDEN A/S</u>						
Ikke-røyker, tak	600	220-1310	-	0		i.p.
	600	190-1400	-	15	5-33	400
	600	220-1310	-	spor		i.p.
	300	30- 300	370	11	3-26	i.p.
Røyker, tak	-		-	spor		740
	-		274	0		i.p.
	-		-	0		380
sitte	-		-	24	6-60	i.p.
	-		-			
Avtrekk	800	340-1580	-	14	4-33	i.p.
	300	60- 960	-	15	5-35	i.p.
<u>K. LEFDAL A/S</u>						
Ikke-røyker, sitte		i.p.	-	spor		800
	-		-	-		i.p.
Røyker, sitte	-		164	15	5-35	410
	700	270-1510	-	-		i.p.
Avtrekk	200	20- 800	158	15	3-44	i.p.
	800	340-1580	-	-		i.p.
Tilluftkanal	-		-	spor		i.p.

\* Oppgitt fra AI til nærmeste antall hundre.

\*\* 95% konfidens-intervall for Poisson-variabel.

i.p. Ikke påvist.

Fiber-tellingen med WHO referanse-metode ved AI ga som resultat 200-800 fibre/m<sup>3</sup> luft. Tellingene med modifisert WHO referansemetode ved NILU ga resultater sammenlignbare med AI-resultatene. Tabell B4 i vedlegg B viser at antall fibre funnet av AI på det spesifiserte filterareal som ble undersøkt i mikroskopet (0.785 mm<sup>2</sup>) var i området 0-8 fibre på de forskjellige prøver. På NILU ble et mye større areal undersøkt, og på de 4 prøvene som ble undersøkt med denne metoden, ble det funnet 42-135 fibre på de undersøkte arealer. Dette gir en vesentlig større nøyaktighet i sluttresultatet.

De fleste av disse fibrene var organiske fibre. Resultatene fra tellingen av MMM-fibre spesifikt med NILUs metode er også gitt i tabell 3.

Konsentrasjonen av MMM-fibre varierte innen 0-15 fibre/m<sup>3</sup> luft på de undersøkte filtrene. Tabell B4 i vedlegg B viser at på de undersøkte arealer ble det funnet 0-6 MMM-fibre. Når bare 1-2 fibre er funnet, betegnes fiberkonsentrasjonen som "spor".

Resultatene gir at på de ulike prøvene var 1-8% av fibrene MMM-fibre. De øvrige fibrene var hovedsakelig tekstil- og papirfibre.

Ved tellingen med elektronmikroskop ("scanning electron microscopy - SEM") utført ved AI ble det funnet 1-2 mineralfibre på det undersøkte arealet (0.26 mm<sup>2</sup>) på 5 av filtrene, og ingen fibre på de øvrige filtrene. Dette gir ca. 400-800 fibre/m<sup>3</sup> på de 5 prøver der fibre ble funnet. Åpenbart er konfidensintervallet for fiberkonsentrasjonen her svært stort.

Fiberkonsentrasjonen varierte innenfor det samme området i begge kontorarealene. Dette gjelder både totalt antall fibre, og MMM-fibre. Antallet varierte nokså mye fra prøve til prøve. Denne variasjonen gjenspeiler ikke bare reell variasjon i fiberantallet, men også metodenes nøyaktighet.

Resultatene fra dette begrensede antall prøver indikerer at det ikke er noen stor forskjell i fiberkonsentrasjonen hos R. Halden A/S og K. Lefdal A/S. Et større antall prøver kan vise at det er en viss forskjell.

Det ble funnet bare spor av MMM-fibre i tilluften til kontorene.

Fiberkonsentrasjonen i kontorene var svært lav. Når det gjelder yrkeshygieniske grenseverdier, er det pr. i dag kun grenseverdi for ulike typer asbest i industrielt miljø. Grenseverdiene er i området 0.2-1 fibre/cm<sup>3</sup> luft, dvs. 200.000-1.000.000 fibre/m<sup>3</sup> (se vedlegg D).

Planlagte tilføyelser og endringer i de yrkeshygieniske grenseverdiene inkluderer en grenseverdi for MMM-fibre. Den planlagte grenseverdien for MMM-fibre er 1 fiber/cm<sup>3</sup> luft, eller 1.000.000 fibre/m<sup>3</sup> luft. Denne gjelder også industrielt miljø.

I forhold til slike grenseverdier er fiberkonsentrasjonene som ble funnet i kontorene i Ole Deviks vei 44 helt ubetydelige.

#### 4.1.2 Prøver fra perioden 22.8.-1.9.1988

For å bedre tellestatistikken og redusere konfidensintervallet på oppgitte fiberkonsentrasjoner, ble nye prøver tatt i ovennevnte periode. Prøvene ble tatt over lengre tid enn i første periode (anslagsvis 15 ganger større luftvolum), og fibre ble telt på større deler av filterarealet.

Prøvene i kontorene ble i denne perioden kun tatt i sittehøyde. I tillegg ble tatt prøver fra tilluftkanalen og det ble også tatt en prøve av uteluft i nærheten av luftinntaket til ventilasjonsanlegget på taket av bygningen.

Resultatene av fibertellingene med elektronmikroskop på disse prøvene er vist i tabell 4.

Fiberkonsentrasjonen var lav på alle prøver, i området 6-53 glassfibre/m<sup>3</sup> og 9-87 andre mineralfibre/m<sup>3</sup>.

Tabell 4: Konsentrasjoner av glassfiber og andre mineral fibre, måleperioden 22.8.-1.9.1988. Elektronmikroskopi (SEM)\*.

Prøve	Glassfibre		Andre mineral fibre	
	Fibre pr. m <sup>3</sup> luft	Konfidens- intervall	Fibre pr. m <sup>3</sup> luft	Konfidens- intervall
<u>R. Halden A/S</u>				
22.-24.8.	8	1- 45	37	12- 87
29.8.-1.9.	15	4- 38	9	2- 26
<u>K. Lefdal A/S</u>				
22.-24.8.	53	23-104	49	20-101
29.8.-1.9.	10	1- 36	20	6- 47
<u>Tilluftskanal</u>				
22.-26.8.	6	2- 17	9	3- 20
<u>Uteluft</u>				
22.-26.8.	6	1- 39	87	48-143

\* Tellingene og identifiseringen er utført ved Statens arbeidsmiljøinstitutt.

Fiberkonsentrasjonen var størst i uteluft, når det gjaldt andre fibre enn glassfiber. Inne var fiberkonsentrasjonen størst hos Lefdal, både når det gjaldt glassfibre og andre fibre. Fiberkonsentrasjonen var lavest i tilluftkanalen.

Det kan bero på en tilfeldighet at det var flest fibre i lufta hos Lefdal. I forrige måleperiode var antallet av samme størrelse i begge kontorer. Da viste NILUs spesifikke MMM-metode 0-24 fibre/m<sup>3</sup> luft.

Resultatene fra denne måleperioden bekrefter inntrykket fra første periode at fiberkonsentrasjonen er svært lav. Det er ikke grunnlag for å si at det er høyere hos R. Halden med klimahimling enn hos K. Lefdal uten klimahimling.

#### 4.1.3 Fiberstørrelser

Størrelsen av de fibre som ble funnet er rapportert i vedlegg C. De minste fibre som ble funnet, var i størrelsesklassen med diameter 0.2-0.6  $\mu\text{m}$  og lengde 3-5  $\mu\text{m}$ . De største fibre hadde diameter 3-5  $\mu\text{m}$  og lengde  $> 20$   $\mu\text{m}$ . Tabell 5 gir antall fibre som ble funnet i hver størrelsesklasse (alle prøver slått sammen).

Tabell 5: Antall fibre funnet, klassifisert i størrelsesklasser. Alle prøver fra perioden 22.8.-1.9. slått sammen.

GLASSFIBRE						
Fiber- lengde, $\mu\text{m}$	Fiber-diameter, $\mu\text{m}$					
	$< 0.2$	0.2-0.6	0.6-1	1-3	3-5	$< 5$
$< 1$						
1-5		4	2			
5-10		2	1	2		
10-20	-----	1	1	2		
$> 20$		1	2	1		
↙ Stantonfibre						
ANDRE MINERALFIBRE						
$< 1$						
1-5		5	3	2		
5-10		4	5	7		
10-20	-----	4	1	5		
$> 20$		1		1		
↙ Stantonfibre						

Når det gjelder biologiske effekter av mineralullfibre, er det knyttet størst interesse til såkalte S-fibre (Stanton-fibre), som er fibre med diameter  $< 1.5$   $\mu\text{m}$  og lengde  $> 8$   $\mu\text{m}$ . Dette størrelsesintervallet er avmerket i tabell 5. 5 av 20 glassfibre og 6 av 38 andre mineralfibre var S-fibre.

#### 4.1.4 Sammenligning med andre undersøkelser

Schneider (1984) har foretatt fibertellinger i en del skoler og barnehager i København. Metoden var fasekontrast optisk mikroskopi, tilsvarende den metode NILU bruker. I skoler uten himlinger av fiberplater, men med fiberplater som lydtempere i ventilasjonssystemet, varierte gjennomsnittlig fiberkonsentrasjon i hver skole innen 20-240 fiber/m<sup>3</sup>. Fiberdiameteren var i alle tilfeller < 3 µm.

I skoler og barnehager med himlinger av fiberplater av forskjellig type varierte konsentrasjonen innen 380-100 000 fibre/m<sup>3</sup>. Her fant man også en del større fibre, med diameter i området 3-6 µm, og i noen tilfeller også større fibre.

Friedrichs et al. (1983) har undersøkt fiberantallet i uteluft i Vest-Tyskland både med optisk mikroskopi og med elektronmikroskopi. Med optisk mikroskop oppgir de et gjennomsnittstall på 300 fibre/m<sup>3</sup> i et bakgrunnsområde, og opptil 6 000 fibre/m<sup>3</sup> på stasjoner i byområder. Dette er samlet antall fibre, og andelen MMMF er ikke oppgitt. Med "scanning" elektronmikroskopi (SEM) finner de et mye større antall, 3 000-6 000 i bakgrunn, og med transmisjonselektronmikroskopi (TEM) et mye større tall igjen, opptil 30 000 fibre/m<sup>3</sup>. Med TEM var det liten forskjell i fiberantall på bakgrunnstasjonen og bystasjonene når det gjaldt samlet fiberantall, mens antall asbestfibre var en god del større i byene.

Det synes å være et generelt trekk at man finner flere fibre med SEM enn med optisk mikroskopi, bl.a. fordi en går lenger ned i partikkeldiameter (ned til omkring 0.5 µm med optisk mikroskop, og ned mot 0.1-0.2 µm med SEM). Med TEM går man enda lenger ned i fiberstørrelse.

---

De fiberkonsentrasjonene vi fant i Ole Devigs vei 44 lå for det meste lavere enn 100 fibre/m<sup>3</sup> (konfidensintervallet strekker seg opp mot 200 fibre/m<sup>3</sup> for de mest konsentrerte prøver). Dette er i samme område som Schneider fant i skolene i København uten himlinger med fiberplater.



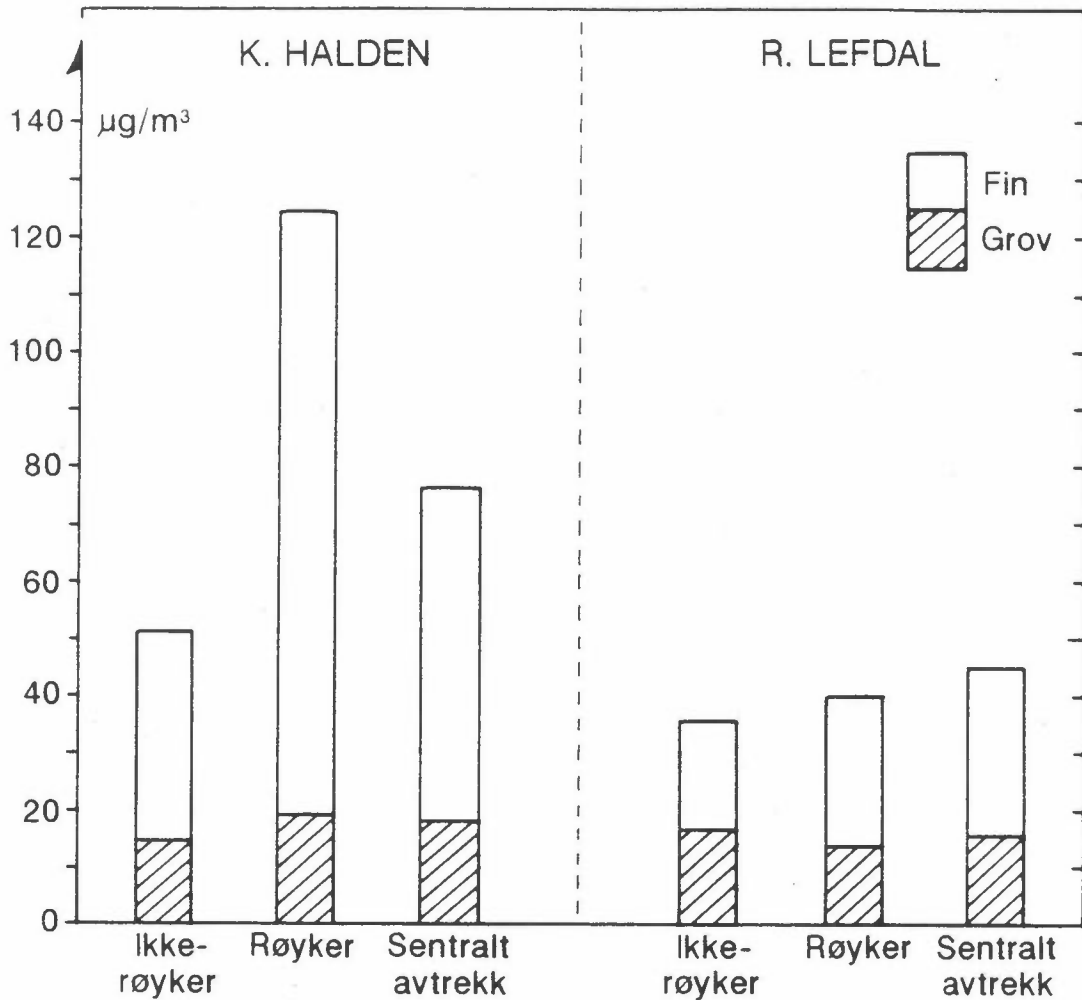
#### 4.2 PARTIKLER I LUFT

Et sammendrag av måleresultater for partikler i luft er vist i tabell 6 og i figur 1. Resultatene er gitt mer i detalj i tabell B2 i vedlegg B.

Tabell 6: Partikkelkonsentrasjon i luft ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Sammendrag av måleresultatene. for perioden 4.-22.12.87.

	<u>R. HALDEN A/S</u> Vent. gjennom klimahimling		<u>K. LEFDAL A/S</u> Vent. gjennom tilluftdyser	
	Fin- fraksjon < 2.5 $\mu\text{m}$ *	Grov- fraksjon > 2.5 $\mu\text{m}$	Fin- fraksjon < 2.5 $\mu\text{m}$	Grov- fraksjon > 2.5 $\mu\text{m}$
<u>Kontor, ikke-røyker</u>				
Takhøyde	38	14	-	-
Sitte høyde	36	15	19	17
<u>Kontor, røyker</u>				
Takhøyde	109	17	-	-
Sitte høyde	102	21	26	14
Gjennomsnitt	71	17	23	16
<u>Sentralt avtrekk</u>	59	18	29	16

\* Partikkel-diameter, EAD (effektiv aerodynamisk diameter).



Figur 1: Partikkelkonsentrasjon i luft ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Sammendrag av resultater.

Finfraksjon : Partikler med diameter  $<$  ca.  $2.5 \mu\text{m}$ .

Grovfraksjon: Partikler med diameter  $>$  ca.  $2.5 \mu\text{m}$ .

Finpartikkelinnholdet i luft var høyere i R. Haldens kontorfløy enn hos K. Lefdal. Dette gjaldt i alle målesteder, og spesielt i røykekontoret. Hos K. Halden var partikkelkonsentrasjonen i røyke-rommet mer enn dobbelt så stor som i ikke-røyker-kontoret. Hos K. Lefdal var konsentrasjonen hos røykeren bare litt høyere enn hos ikke-røykeren. Både hos Halden og Lefdal var partikkelinnholdet nær avtrekket omtrent som gjennomsnittet av konsentrasjonen hos røyker og hos ikke-røyker.

Grovfraksjonen var nær den samme i alle kontorer, i gjennomsnitt ca.  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Målingene i kontorene er gjort i faste målepunkter, og representerer ikke nødvendigvis gjennomsnittskonsentrasjonen i hele rommet. De forskjeller mellom forskjellige kontorer som målingene viser er sannsynligvis reelle, men en kan ikke helt se bort fra forhold som at målepunktene kan være uheldig plassert, og at antall sigaretter som er røkt i hvert rom i løpet av prøveperioden kan være svært forskjellig. Målingene i luftavtrekket representerer imidlertid gjennomsnittlig forurensningsnivå i den delen av romluften som trekkes av der.

Den mye høyere forurensningsgrad av finstøv i avtrekksluften hos Halden, sett i forhold til forurensningen i tilluften (takhøyde hos ikke-røyker), skyldes sannsynligvis at det røykes mer pr. tilført luftmengde enn hos Lefdal. Hos Halden røykte 5 av 8 personer på kontoret i den tiden målingene pågikk. Hos Lefdal røykte 2 av 9 personer.

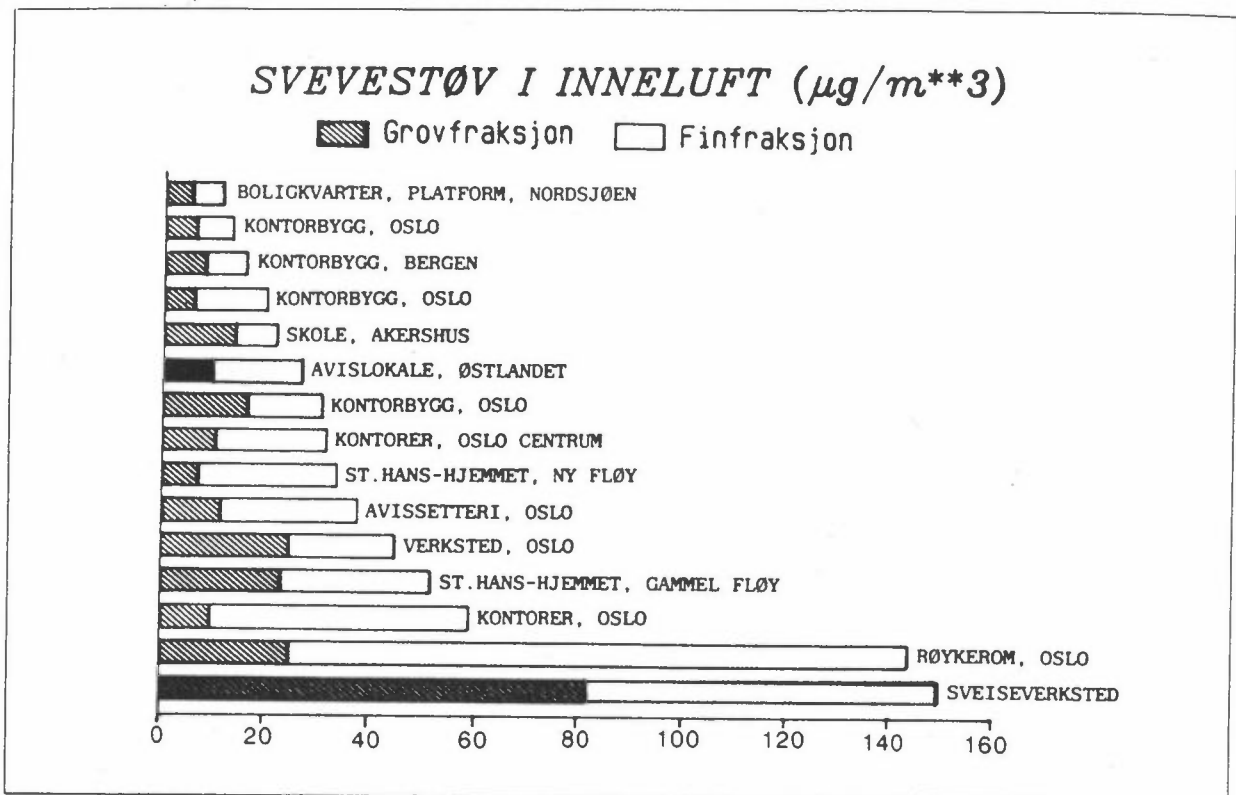
Det høyere finstøvnivå generelt hos Halden kan i tillegg skyldes flere forhold:

- høyere partikkelkonsentrasjon i tilluften,
- himlingsplatene representerer et støvdepot som tilføres ventilasjonsluften,
- luftstrømmene i Haldens kontorfløy er slik at luften fra røykerkontorene blandes ganske effektivt inn også i ikkerøykerkontorene, selv i takhøyde.

Figur 2 gir resultater fra svevestøvmålinger NILU har gjort i andre innemiljøer.

I Lefdals kontorfløy var svevestøvnivået omtrent som gjennomsnittsnivået i figur 2, mens nivået hos Halden må regnes å være relativt høyt i forhold til det en finner i andre innemiljøer.

---



Figur 2: Eksempel på svevestøv målt i forskjellige innemiljøer.

#### 4.3 ALDEHYDER I LUFT

Et sammendrag av aldehyd-måleresultatene er gitt i tabell 7. Mer detaljert oversikt over resultatene er gitt i tabell B3 i vedlegg B.

Tabell 7: Aldehydmålinger i inneluft, Ole Deviks vei 44, Oslo, 1987.

Målested	Formaldehyd, $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Acetaldehyd, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	Halden	Lefdal	Halden	Lefdal
Kontor, ikke-røyker	6.2	6.4	6.2	6.7
Kontor, røyker	5.8	6.0	8.4	15.5
Sentralt avtrekk	6.1	4.7	4.8	4.9
Gjennomsnitt	6.0	5.7	6.5	9.0

Hensikten med aldehydmålingene var å se om himlingsplatene avgir aldehyder.

Konsentrasjonen av formaldehyd og acetaldehyd i luft i de undersøkte kontorfløyene var svært lav, og mye lavere enn de konsentrasjoner der en kan vente helse-effekter av aldehyder.

Formaldehydnivået var omtrent det samme hos Halden og Lefdal, mens acetaldehydnivået var noe høyere hos Lefdal. Der var konsentrasjonen relativt høy i røyker-kontoret. Tobakkkrøyk inneholder aldehyder, men dette ga ikke utslag i røyker-kontoret hos Halden.

De målte aldehydkonsentrasjoner skriver seg sannsynligvis fra uteluftten, der bileksos er en kilde. Målingene tyder på at himlingsplatene hos Halden ikke avgir aldehyder til ventilasjonsluften.

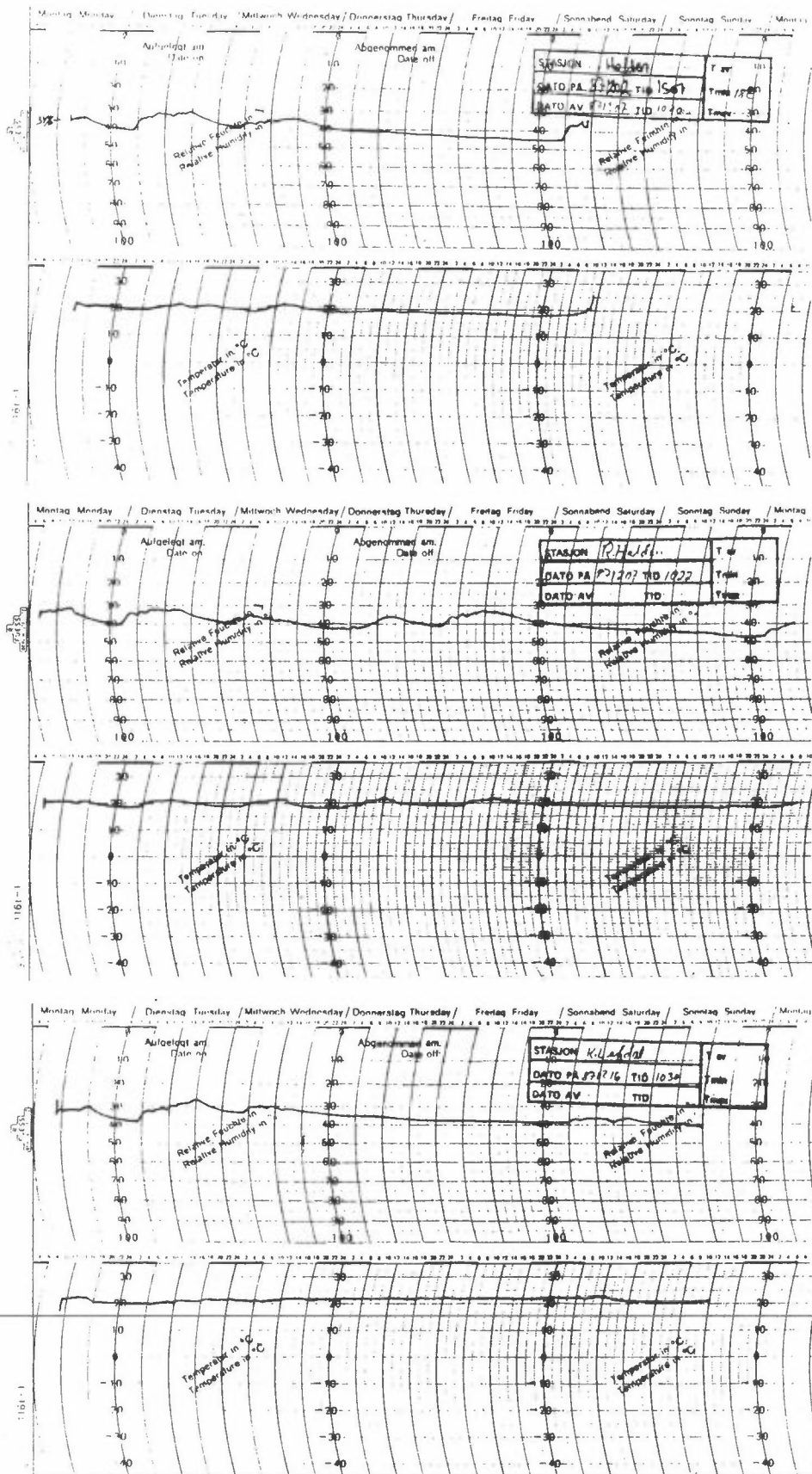
#### 4.4 LUFTTEMPERATUR OG RELATIV FUKTIGHET

Termogrammer som viser hvordan innendørs lufttemperatur og relativ fuktighet har variert i løpet av måleperioden, er gjengitt i figur 3.

Hos Halden varierte lufttemperaturen i måleperioden 2.-14.12. innenfor 18-22<sup>0</sup>C. Temperaturen var noen av dagene (dager med sol) høyest midt på dagen, mens på andre dager (dager med skyer og nedbør) var temperaturen nokså konstant, i underkant av 20<sup>0</sup>C. Relativ luftfuktighet varierte innenfor 32-47%, lavest midt på dagen på soldager.

Hos Lefdal lå temperaturen i måleperioden 16.-22.12. innenfor 20-22<sup>0</sup>C, med lite variasjon over dagen. Relativ fuktighet varierte innenfor 27-42%, litt lavere enn hos Halden på grunn av den høyere temperaturen.

---



Figur 3: Termohygrogrammer som viser temperatur og fuktighet hos Halden og Lefdal, Ole Deviks vei 44, Oslo, 2.-22.12.1987.

## 5 REFERANSER

Friedrichs, K.-H., Höhr, D., Grover, Y.P. (1983) Ergebnisse von nicht quellenbezogenen Immissionsmessungen von Fasern in der Bundesrepublik Deutschland. Düsseldorf (VDI-Berichte Nr. 475).

Schneider, T. (1984) Man-made mineral fibres (MMMF) and other fibres in the air in settled dust. In: Proc. of the 3rd International Conference on Indoor Air Quality and Climate. Stockholm, 1984. Ed. by B. Berglund et al. Stockholm, Swedish Council for Building Research.

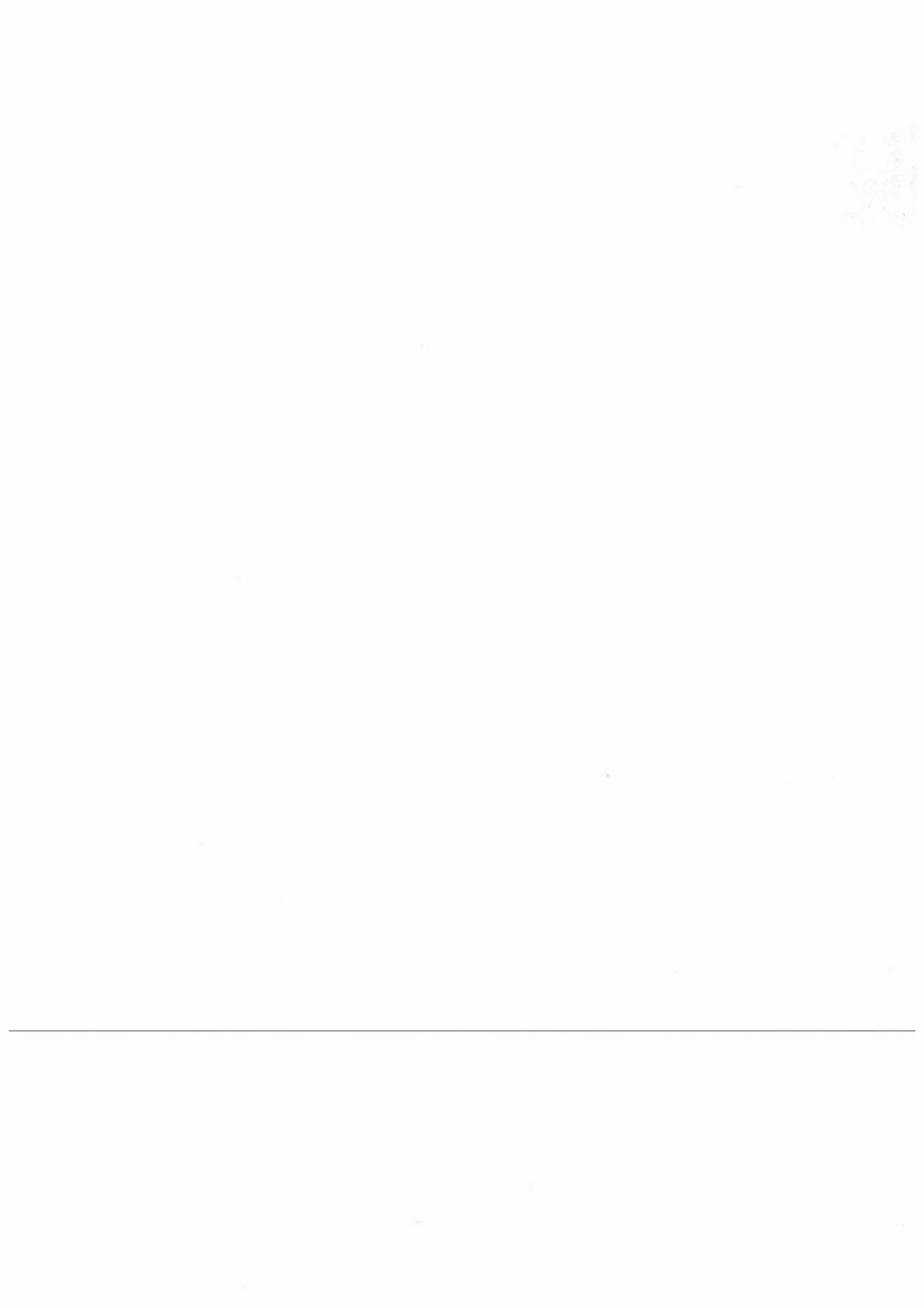
---

## VEDLEGG A

### Metoder

---

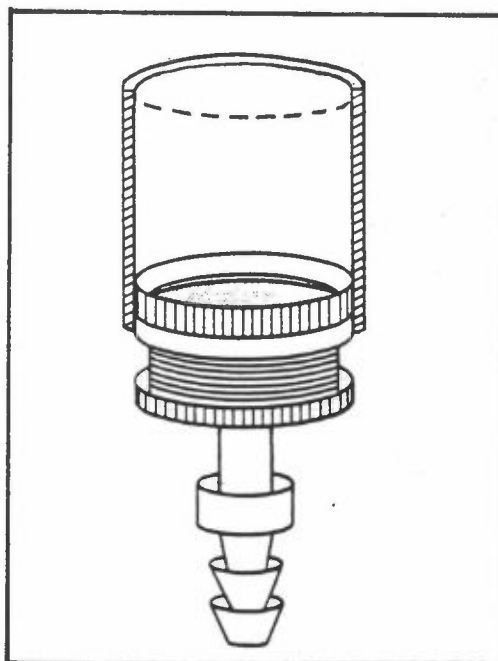




## 1 MMM-FIBRE I LUFT

### Prøvetaking

Luft (ca. 8 l/min.) suges gjennom et filter av type Metricel GA-4 (porestørrelse 0.8  $\mu\text{m}$ ), diameter 25 mm, plassert i en filterholder av type Gelman. Foran filterholderen er festet en sylinder av aluminium med lengde ca. 5 cm. Filterholderen monteres slik at filterflaten vender opp (se figur A1). Sylindere skjermes filteroverflaten mot luftstrømmer i rommet som kan rive med seg fibre som er avsatt på filtret.



Figur A1: Skisse av filterholder med skjerm, for prøvetaking av fibre i luft.

Denne prøvetakingsmetoden skiller seg fra WHO's referanse-metode (WHO, 1985) på følgende punkter:

- ~~Filterholderen monteres stasjonært i stedet for på arbeidstaker,~~ idet hensikten her var å undersøke fiberkonsentrasjonen på ulike steder i rommet i forhold til himlingen.
- Volumstrømmen var ca. 8 l/min., i forhold til 0.5-2 l/min., som foreskrevet i referanse-metoden. Volumstrømmen er valgt så høy, for å kunne få detekterbare mengder av fibre på filtrene etter ca. 8 timers prøvetaking.

## Mikroskopering

WHO (World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen) ga i 1985 ut en rapport hvor en gjennomgikk referansemeter for MMM-fibre ("man-made mineral fibres") (WHO, 1985). Arbeidet er et ledd i et forsøk på å harmonisere internasjonale standarder innen feltet fibertelling.

I Norge utkom i 1982 standarden NS 4853 "Tellekriterier for asbestfibre" (Norges Standardiseringsforbund, 1982) (identisk med den danske std. DS 2169. 1981). I Sverige og Finland har en samme type standarder. Alle de ovennevnte standarder er stort sett like.

Ulempene med de eksisterende standarder er at de mest er beregnet for industrielt arbeidsmiljø og at de kun er mengdeorientert, dvs. de inkluderer ikke fiber-identifikasjon. Når en beveger seg utenfor industrielt arbeidsmiljø, og ofte også der, vil en finne et stort spekter av ulike fibre, og dette vil kreve mulighet for fiberidentifikasjon. For å imøtekomme disse problemene vil det ofte være aktuelt for NILU å modifisere standardmetodene.

I dette prosjektet har NILU brukt to metoder for telling av fibre. Den ene metoden er basert på telling av alle fibre (etter standardkriterier), og med den andre metoden telles bare glassfibre.

Den første metoden har følgende avvik fra standardmetoden:

- bruk av sentral-blender som gir en mørkfelt-effekt - istedenfor fasekontrastbelysning.
- bruk av 200 x forstørrelse istedenfor 400-500 x.
- scanning av få men store arealer istedenfor telling på mange små arealer.

---

Mørkfeltbelysningen gir bedre kontrast og større oppløsning, hvilket kan forsvare en mindre forstørrelse, som igjen er mer praktisk anvendelig når en skal scanne over et større areal. Da det ofte dreier seg om liten fibertetthet på substratet, er det nødvendig med store tellearealer for å få med tilstrekkelig mange fibre til å få en akseptabel nøyaktighet.

De arealer som telles skjæres ut av filteret med en skalpell (ca. 10-100 mm<sup>2</sup>) og måles deretter nøyaktig.

Den andre metoden, der bare MMM-fibre telles, vil ofte ikke være nødvendig å bruke. En rutinert mikroskopist vil ikke ha problemer med å skille glassfibre fra andre fibre, da glassfibrene er nokså karakteristiske. Skulle han imidlertid være i tvil kan prøven plasseres mellom kryssede polarisasjonsfiltre (med vanlig underlys). MMM-fibre vil da bli usynlige, mens praktisk talt alle andre fibre, som en med rimelighet kan vente vil være til stede, vil vise interferensfarger. Det kan være nødvendig å dreie substratet, da ikke-MMM-fibre kan befinne seg i utsløkningsposisjon.

I de tilfelle hvor ikke-MMM-fibre (tekstil- og biologiske fibre) finnes i så stor mengde at de gjør tellingen vanskelig, kan en foraske disse fibrene ved å holde objektglasset med prøven over en spritflamme 5-10 min. En får da igjen bare de mineralske stoffene, og glassfibrene vil da være lette å telle.

En fordel med sistnevnte metode er at en kan tilsette prøven en immersjonsvæske med brytningsindeks nær den som fiberen har. En plasserer deretter et dekkglass på væsken. Ved kraftig nedblending av lyset i mikroskopet vil en få frem randfarge med bestemt bølgelengde på glassfibrene. På denne måten kan en f.eks. skille mellom glassull og steinull ved at disse vil fremkomme i ulike farger (McCrone, 1985).

## 2 PARTIKLER I LUFT

### Prøvetaking

Luft suges gjennom en filterholder (type NILU) med 2 filtre i serie. Det første filtret, av type Nuclepore (fettbelagt, porestørrelse 8 µm) holder igjen partikler med diameter større enn ca. 2.5 µm (grovfraksjonen). Det siste filtret, av type teflon membranfilter (Zefluor, porestørrelse 2 µm), er et tilnærmet absoluttfilter som holder igjen alle partikler større enn ca. 0.01 µm i diameter, som slipper gjennom grovfiltret (finfraksjonen). Prøvetakingsmetoden kalles 2-filter-metoden.

### Analyse

Mengden partikler på filtrene bestemmes ved å veie filtrene under kontrollerte temperatur- og fuktighetsforhold før og etter prøvetakingen, og dividere med luftvolumet som er sugd gjennom filtret, målt med gassur. Nøyaktigheten på konsentrasjonsmålinger av partikler i luft er  $\pm 1-2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

2 filter-metoden er sammenlignet med amerikansk referanse-metode for måling av inhalerbare partikler i luft. Det var god overensstemmelse mellom de to metodene (Vitols og Larssen, 1988).

### 3 ALDEHYDER I LUFT

#### Prøvetaking

Luft suges gjennom et absorpsjonsrør fylt med silica-gel impregnert med dinitrofenylhydrazin.

#### Analyse

Aldehyder absorbert i røret vaskes ut med acetonitril. Analysen på aldehyder utføres med høytrykks væskekromatografi.

### 4 REFERANSER

McCrone, W.C. (1985) Routine detection and identification of asbestos. The Microscope, 33, 273-284.

---

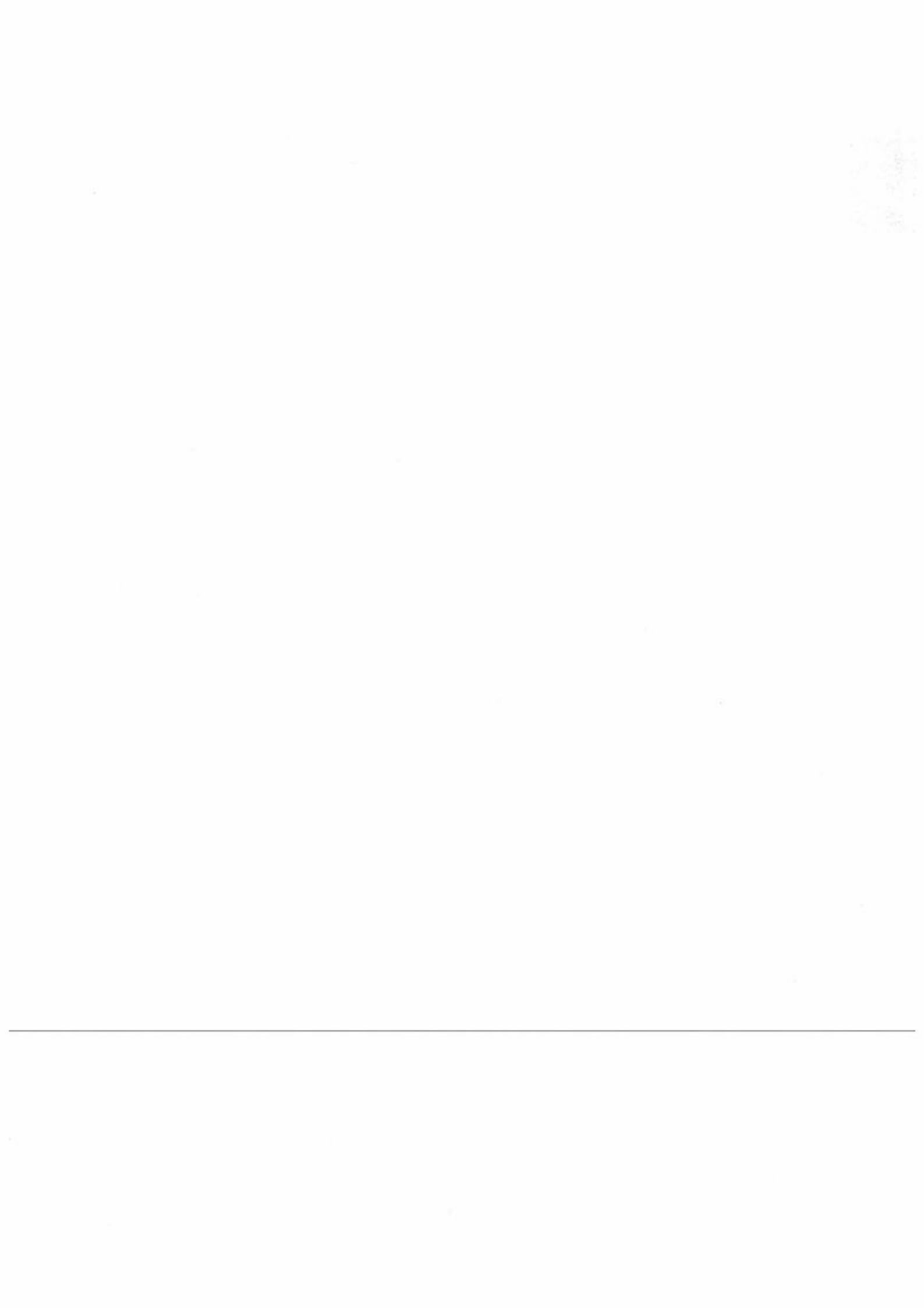
Norges Standardiseringsforbund (1982) Tellekriterier for asbestfibre. Oslo (NS 4853).

Stray, H. (1986) Bestemmelse av alifatiske aldehyder i luft. Lillestrøm (NILU FOG 2/86).

Vitols, V. og Larssen, S. (1988) Comparison of virtual impactor and two-filter particle samplers. Lillestrøm (NILU OR 46/88).

WHO (1985) Reference Methods for Measuring airborne man-made mineral fibres. Copenhagen (Environmental Health report no. 4).

---

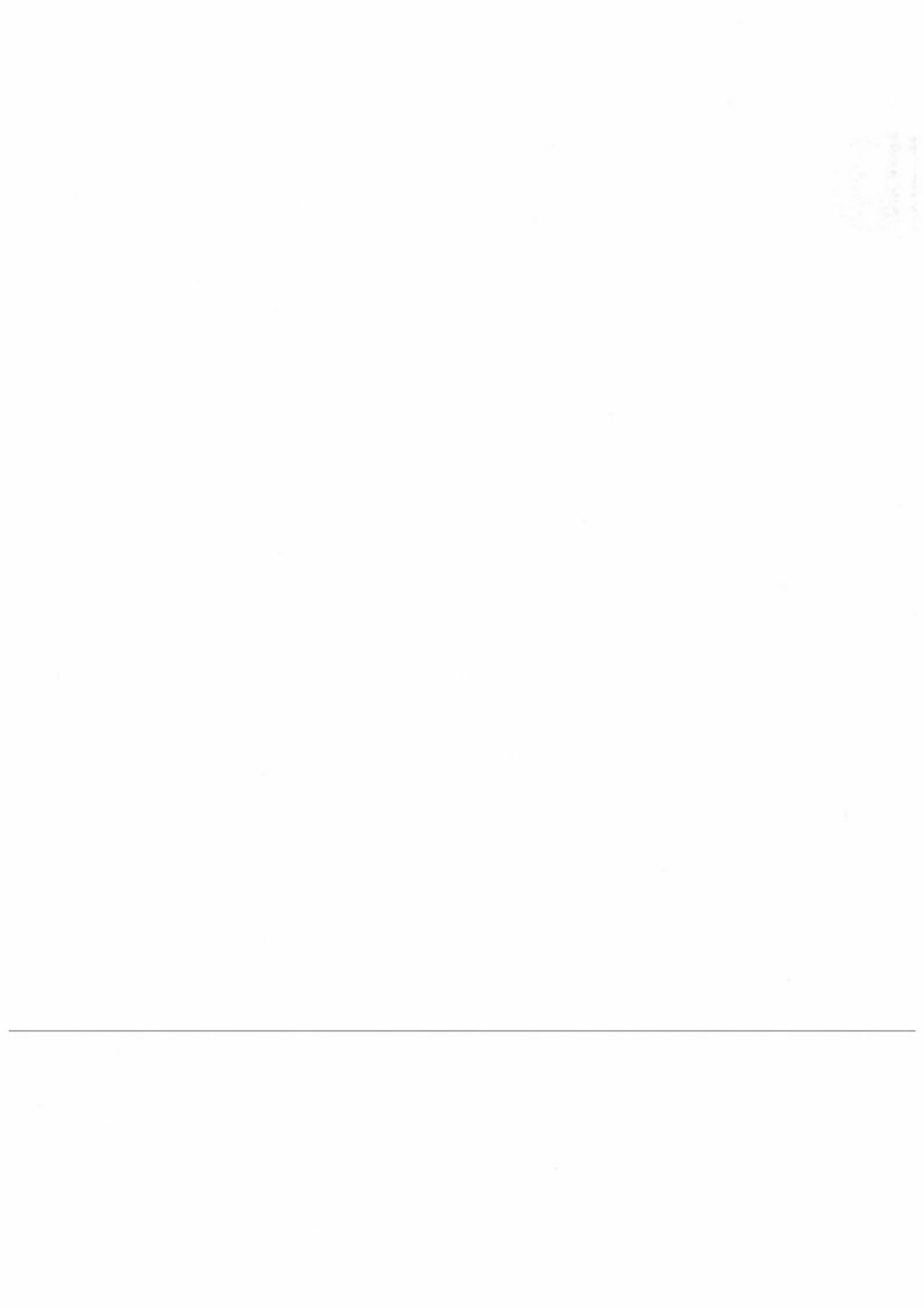


## VEDLEGG B

Måleprogram og data-tabeller

---





Tabell B1: Måleprogram.

Oversikt over prøvetakingen av fibre, partikler og aldehyder.

Kontor	Periode		Fiber	Partikler	Aldehyder
	Start	Stopp			
R. Halden A/S	3.12. kl 1210	4.12. kl 1255	X		X
	7.12. kl 1013	9.12. kl 0947		X	
	9.12. kl 1010	10.12. kl 0925	X		
	10.12. kl 1010	11.12. kl 1600		X	X
	14.12. kl 1200	16.12. kl 1020		X	
	16.12. kl 1035	18.12. kl 1010		X	
K. Lefdal A/S	14.12. kl 1235	16.12. kl 1005		X	
	16.12. kl 1020	17.12. kl 1020	X		X
	17.12. kl 1040	18.12. kl 1445		X	
	21.12. kl 0950	22.12. kl 1030	X		X

Prøvetakerne var i drift bare i arbeidstiden, kl 08-16.

Tabell B2: Resultater av svevestøvmålinger, Ole Deviks vei 44, Oslo.

## Resultater av målinger hos R. Halden A/S, 7.-11.12.1987.

Målested	Måleperiode	R. Halden A/S, kontor	
		Finfraksjon $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grovfraksjon $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Ikke-røyker Tak	7.- 9.12.	36	14
	10.-11.12.	40	15
	14.-16.12.	38	13
Sittedyde	7.- 9.12.	32	13
	10.-11.12.	40	16
Røyker Tak	7.- 9.12.	106	19
	10.-11.12.	112	14
Sittedyde	7.- 9.12.	94	21
	10.-11.12.	109	21
Avtrekk	7.- 9.12.	59	13
	10.-11.12.	58	23

## Resultater av målinger hos K. Lefdal A/S, 1987.

Målested	Måleperiode	K. Lefdal A/S, kontor	
		Finfraksjon $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grovfraksjon $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Ikke-røyker Sittedyde	14.-16.12.	23	13
	17.-18.12.	14	20
Røyker Sittedyde	14.-16.12.	26	16
	17.-18.12.	26	12
Avtrekk	14.-16.12.	26	18
	17.-18.12.	31	14

Tabell B3: Resultater av aldehydmålinger, Ole Deviks vei 44, Oslo.

## R. Halden A/S.

Målested	Periode	Formaldehyd	Acetaldehyd
Kontor, ikke-røyker	3.- 4.12.	6.3	9.5
	10.-11.12.	6.0	2.8
Kontor, røyker	3.- 4.12.	5.9	14.0
	10.-11.12.	5.7	2.7
Avtrekk	3.- 4.12.	6.6	7.7
	10.-11.12.	5.6	1.9
Gjennomsnitt		6.0	6.4

## K. Lefdal A/S.

Målested	Periode	Formaldehyd	Acetaldehyd
Kontor, ikke-røyker	16.-17.12.	6.8	7.2
	21.-22.12.	5.9	6.1
Kontor, røyker	16.-17.12.	3.8	14.4
	21.-22.12.	8.2	16.6
Avtrekk	16.-17.12.	3.5	4.6
	21.-22.12.	5.8	5.2
Gjennomsnitt		5.7	9.0

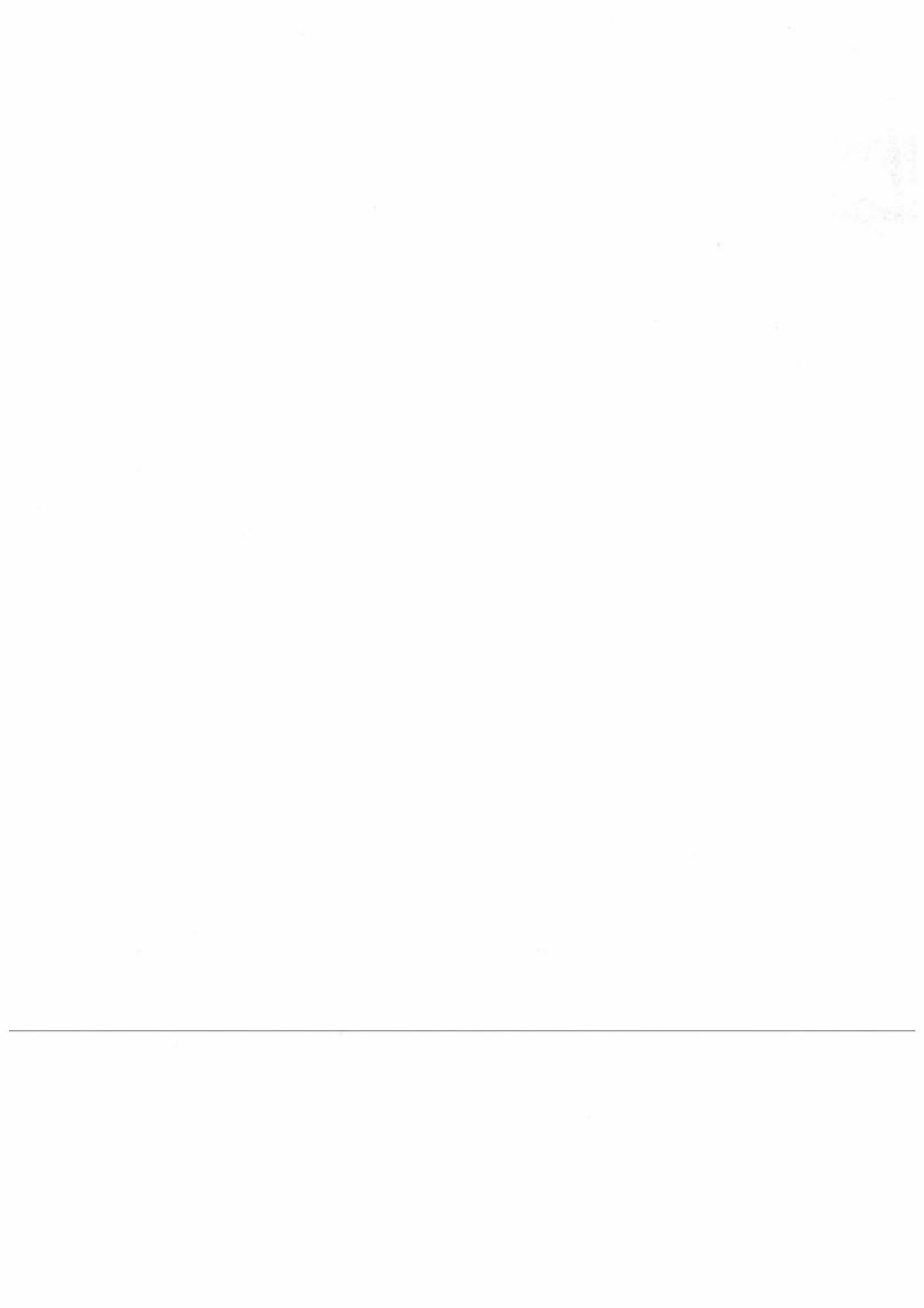
Tabell B4: Resultater av fibertellinger for perioden 4.-22.12.87.  
Antall fibre funnet.

	WHO referanse		Modifisert WHO		Spesifikk MMM-metode		El.-mikroskopi (SEM)	
	AI		NILU		NILU		AI	
	Antall fibre	Areal- faktor*	Antall fibre	Areal- faktor	Antall fibre	Areal- faktor	Antall fibre	Areal- faktor
<u>R. HALDEN A/S</u>								
Ikke-røyker, tak	6	441	-	-	0	10	0	1460
	5	"	-	-	6	9.0	1	"
	6	"	-	-	1	6.0	0	"
	2	"	135	27.1	5	7.3	0	"
Røyker, tak	-	-	-	-	2	12.7	0	"
	-	-	88	10.6	0	10	0	"
	-	-	-	-	0	10	1	"
	-	-	-	-	4	15.2	0	"
Avtrekk	8	"	-	-	5	11.5	0	"
	2.5	"	-	-	5	10.9	0	"
<u>K. LEFDAL A/S</u>								
Ikke-røyker, sitte	0	"	-	-	1	25.3	2	"
	-	-	-	-	-	-	0	"
Røyker, sitte	-	-	42	14.0	5	10.9	1	"
	6.5	"	-	-	-	-	0	"
Avtrekk	1.5	"	65	9.5	3	19.0	0	"
	8	"	-	-	-	-	0	"

\* Faktor mellom undersøkt areal og totalt eksponert filterareal.

Tabell B5: Resultater av fibertellinger for perioden 22.8.-1.9.88.  
 Antall fibre funnet, tellinger utført av AI med elektron-  
 mikroskop (SEM).

	Antall fibre		Arealfaktor
	Glassfiber	Andre mineralfiber	
<u>R. Halden A/S</u>			
22.-24.8.	1	4.5	121
29.8.-1.9.	4	2.5	121
<u>K. Lefdal A/S</u>			
22.-24.8.	7.5	7	121
29.8.-1.9.	2	4	202
<u>Tilluftkanal</u>			
22.-26.8.	3.5	5	121
<u>Uteluft</u>			
22.-26.8.	1	14	403

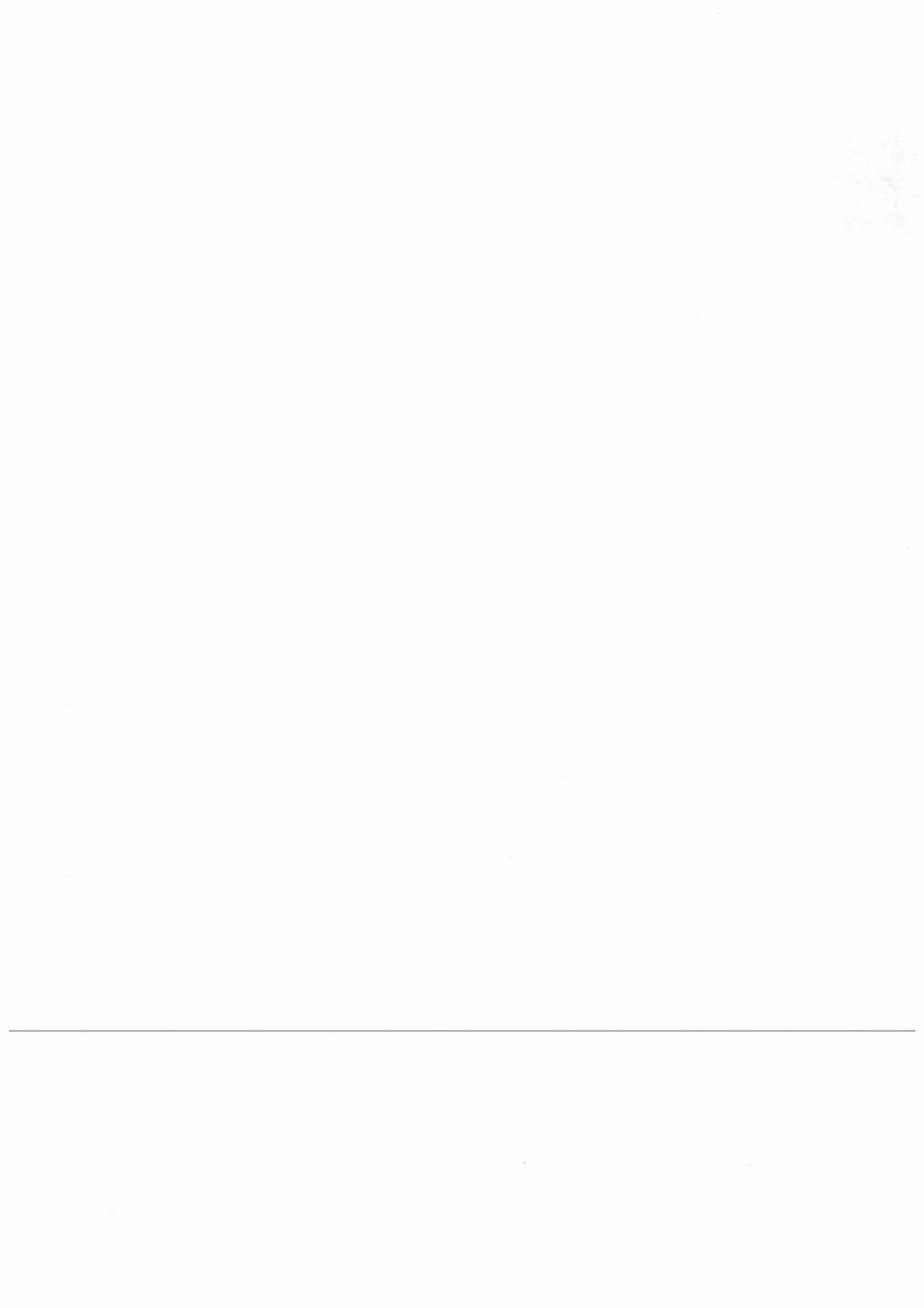


## VEDLEGG C

Rapport fra Statens arbeidsmiljøinstitutt vedrørende  
deres fiber-tellinger

---





## STATENS ARBEIDSMILJØINSTITUTT

Gydas vei 8, Pb. 8149 Dep. 0033 Oslo 1. Tlf. 02-46 68 50  
Telefax 02-60 32 76 Postgiro 2.00.02.14 Bankgiro 06 2905 81247

Norsk Institutt for Luftforskning

Postboks 130  
2001 Lillestrøm

Deres ref.:

Y1526/88

21/09-1988

### FIBERTELLING

Vi viser til Deres brev mottatt 19/09-1988, samt oversendelse av 6 luftprøver.

Prøvene er analysert ved hjelp av scanning elektronmikroskop tilkopleet røntgenmikroanalysator.

Prøvene er telt med hensyn på glass-fiber. For bedre å kunne sammenlikne deres tellinger på lysmikroskop er også mineralske-fibre telt. Telleresultater for begge fiber typene er angitt i tabell på side 3. Dimensjonene på de telte fibrene er vist i tabeller på side 4 til 9.

I prøve nr. 3 ble det påvist enkelte sopp-sporer.  
Prøve nr.7 inneholder betydelige mengder med sopp-sporer.

Vennlig hilsen

*Asbjørn Skogstad*  
Asbjørn Skogstad

*Lisbeth Aamodt*  
Lisbeth Aamodt

NILU			
Mottatt:	26/9-88	gy	Jnr nr 0-8669
Postmottatt:	PK	SA	SA
Til info	OA	BS	TH

KOPI TIL:

Arbeidstilsynet distrikt: 2  
Direktoratet for arbeidstilsynet

Tabell 1-a : YTE1526/88

Nr.	Prøve	Prøve- type	Prøvested	mineralfiber	glassfiber
				fibres/ m3	fibres/m3
6M	Stasjonær måling	N1U2	Ole Deviksvei 44	37.2	8.3
3	Stasjonær måling	N1U2	Ole Deviksvei 44	49.4	53.0
7	Stasjonær måling	N1U2	Ole Deviksvei 44	87.4	6.2
5M	Stasjonær måling	N1U2	Ole Deviksvei 44	8.8	6.1
1	Stasjonær måling	N1U2	Ole Deviksvei 44	19.9	9.9
3M	Stasjonær måling	N1U2	Ole Deviksvei 44	9.4	15.0

R. Halden, A/S 22.-24.8.

Prøve 6M Glassfiber 1 fiber telt

Fiber lengde $\mu\text{m}$	Fiber diameter $\mu\text{m}$						
	<0.2	0.2-0.6	0.6-1	1-3	3-5	5	>5
<1							
1-5		1					
5-10							
10-20							
>20							

Prøve 6M Mineralfiber 4.5 telt fiber

Fiber lengde $\mu\text{m}$	Fiber diameter $\mu\text{m}$						
	<0.2	0.2-0.6	0.6-1	1-3	3-5	5	>5
<1							
1-5							
5-10		1	3				
10-20					1		
>20							

K. Lefdal, A/S 22.-24.8.

## Prøve 3 Glassfiber 7.5 telte fibre

Fiber lengde $\mu\text{m}$	Fiber diameter $\mu\text{m}$						
	<0.2	0.2-0.6	0.6-1	1-3	3-5	5	>5
<1							
1-5		1	2				
5-10				1			
10-20				1			
>20		1	1		1		

## Prøve 3 Mineralfiber 7 telte fibre

Fiber lengde $\mu\text{m}$	Fiber diameter $\mu\text{m}$						
	<0.2	0.2-0.6	0.6-1	1-3	3-5	5	>5
<1							
1-5		2	2	1			
5-10				1			
10-20							
>20		1					

Uteluft, 22.-26.8.

## Prøve 7 Glassfiber 1 telt fiber

Fiber lengde $\mu\text{m}$	Fiber diameter $\mu\text{m}$						
	<0.2	0.2-0.6	0.6-1	1-3	3-5	5	>5
<1							
1-5		1					
5-10							
10-20							
>20							

## Prøve 7 Mineralfiber 14 telte fibre

Fiber lengde $\mu\text{m}$	Fiber diameter $\mu\text{m}$						
	<0.2	0.2-0.6	0.6-1	1-3	3-5	5	>5
<1							
1-5		2	1				
5-10			1	4			
10-20			1	5			
>20							

Tilluftkanal, 22.-26.8.

## Prøve 5M Glassfiber 3.5 telte fibre

Fiber lengde $\mu\text{m}$	Fiber diameter $\mu\text{m}$						
	<0.2	0.2-0.6	0.6-1	1-3	3-5	5	>5
<1							
1-5							
5-10			1	1			
10-20			1				
>20			1				

## Prøve 5M Mineralfiber 5 telte fibre

Fiber lengde $\mu\text{m}$	Fiber diameter $\mu\text{m}$						
	<0.2	0.2-0.6	0.6-1	1-3	3-5	5	>5
<1							
1-5							
5-10		2	1				
10-20		3					
>20							

K. Lefdal A/S, 29.8.-1.9.

Prøve 1 Glassfiber 2 telte fibre

Fiber lengde $\mu\text{m}$	Fiber diameter $\mu\text{m}$						
	<0.2	0.2-0.6	0.6-1	1-3	3-5	5	>5
<1							
1-5		1					
5-10							
10-20				1			
>20							

Prøve 1 Mineralfiber 4 telte fibre

Fiber lengde $\mu\text{m}$	Fiber diameter $\mu\text{m}$						
	<0.2	0.2-0.6	0.6-1	1-3	3-5	5	>5
<1							
1-5				1			
5-10		1		1			
10-20							
>20				1	1		



R. Halden A/S, 29.8.-1.9.

Prøve 3M Glassfiber 4 telte fibre

Fiber lengde $\mu\text{m}$	Fiber diameter $\mu\text{m}$						
	<0.2	0.2-0.6	0.6-1	1-3	3-5	5	>5
<1							
1-5							
5-10		2					
10-20		1					
>20				1			

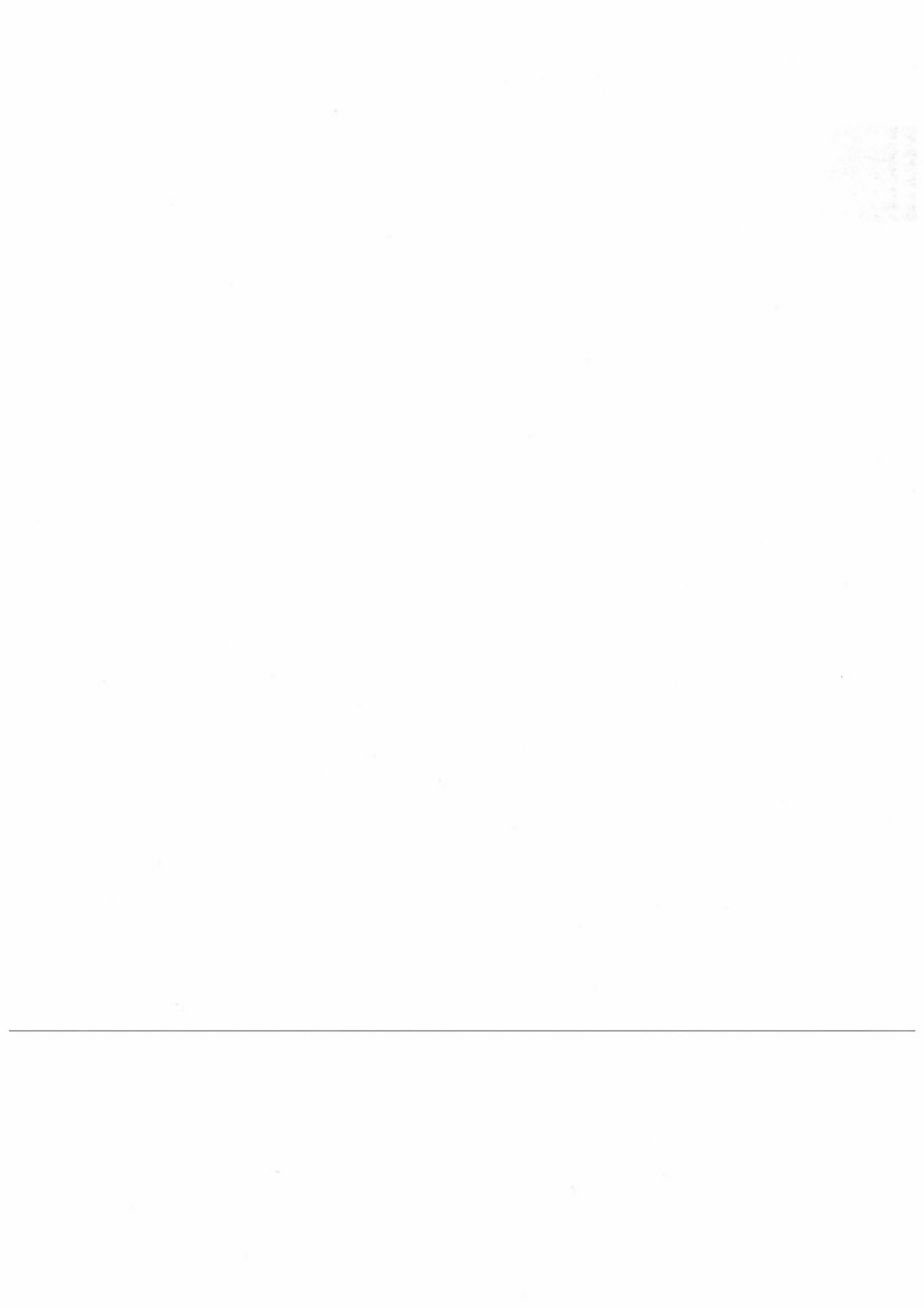
Prøve 3M Mineralfiber 2.5 telte fibre

Fiber lengde $\mu\text{m}$	Fiber diameter $\mu\text{m}$						
	<0.2	0.2-0.6	0.6-1	1-3	3-5	5	>5
<1							
1-5		1					
5-10				1			
10-20		1					
>20							

## VEDLEGG D

Yrkeshygieniske grenseverdier for fibre i luft

---



Direktoratet for arbeidstilsynet\* har gitt følgende yrkeshygieniske grenseverdier for fibre\*\* i luft:

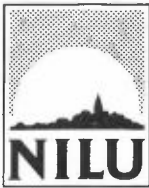
<u>Asbestfibre</u>	<u>Antall fibre/cm<sup>3</sup> luft</u>
Alle former for asbest (unntatt krokidolitt)	0.1
MMMF	1

\* Referanse:

Direktoratet for arbeidstilsynet (1988) Pressemelding av 6.6.1988.  
Ref. TS/akr.

\*\* En fiber defineres her som fibrøse partikler med lengde  $> 5 \mu\text{m}$  og diameter  $\leq 3 \mu\text{m}$ , og lengde/bredde-forhold  $\geq 3:1$ .

---



NORSK INSTITUTT FOR LUFTFORSKNING (NILU)  
NORWEGIAN INSTITUTE FOR AIR RESEARCH  
POSTBOKS 64, N-2001 LILLESTRØM

RAPPORTTYPE OPPDRAGSRAPPORT	RAPPORTNR. OR 73/88	ISBN-82-7247-979-6	
DATO JULI 1988	ANSV. SIGN. <i>Froym Schjorup</i>	ANT. SIDER 51	PRIS NOK 90,-
TITTEL Innemiljø-målinger i Ole Deviks vei 44 Mineralullfibre, partikler og aldehyder		PROSJEKTLEDER S. Larssen	
		NILU PROSJEKT NR. 0-8669	
FORFATTER(E) S. Larssen og O. Anda		TILGJENGELIGHET A	
		OPPDRAGSGIVERS REF.	
OPPDRAGSGIVER (NAVN OG ADRESSE) Glava A/S Fridtjof Nansens vei 14 0301 Oslo 1			
3 STIKKORD (å maks. 20 anslag) Innemiljø                      Mineralfibre                      Luftkvalitet			
REFERAT (maks. 300 anslag, 7 linjer) Det er foretatt målinger i inneluften i to kontorfløyer i bygget. I den ene tilføres ventilasjonsluft til rommet gjennom glassullplater ("klima-himling"). I den andre (som også har glassull-himling) tilføres ventilasjonsluft gjennom tilluftdyser på vanlig måte. Glassfibrerkonsentrasjonen i luft var svært lav i begge kontorfløyer, i området 0-50 fibre/m <sup>3</sup> . Det er ikke stor forskjell mellom de to kontorfløyer, når det gjelder glassfibrerkonsentrasjon.			

TITLE Indoor air quality measurements in an office building in Oslo (Ole Devigs vei 44). MMM-fibres, suspended particles and aldehydes.
ABSTRACT (max. 300 characters, 7 lines) The glass fibre concentration in air and other air quality parameters was measured in two office departments in the building. In one department, ventilation air was introduced to the rooms through glass wool plates in the ceiling. In the other (which also had glass fibre plates in the ceiling), air was introduced through vents in a traditional way. The glass fibre concentration was low in both departments, 0-50 fibres/m <sup>3</sup> . There was no significant difference between the departments, as far as glass fibre concentration in the air is concerned.

\* Kategorier: Åpen - kan bestilles fra NILU                      A  
                  Må bestilles gjennom oppdragsgiver                B  
                  Kan ikke utleveres    C