

Tittel: Asbestsanering -etterkontroll.

Forfatter(e): Sissel Olaisen, Arbeidstilsynet 1.distrikt
Ellen Lunde, Arbeidstilsynet 2.distrikt
Mette Haraldsen, Statens arbeidsmiljøinstitutt
Asbjørn Skogstad, Statens arbeidsmiljøinstitutt

Prosjektansvarlig: Sissel Olaisen, Asbjørn Skogstad

Prosjektmedarbeidere: Wijnand Eduard, Statens arbeidsmiljøinstitutt

Utgiver (seksjon): Yrkeshygienisk seksjon

Dato: 30.04.90 Antall sider: 41 ISSN: 0801-7794

Serie:
HD 1003/90 FOU

Sammendrag: Undersøkelsen redegjør for erfaringer og resultater av luftmålinger før, under (utenfor saneringsområdet) og etter sanering ved 5 saneringssteder. Målsetningen var å skaffe grunnlagsmateriale for å klargjøre på hvilken måte etterkontroll ved asbestsanering skal utføres.

Vår konklusjon er at vi ikke vil anbefale et generelt pålegg om luftmålinger som etterkontroll ved asbestsanering. Luftmålinger kan eventuelt vurderes i spesielle tilfeller der det er kvalifisert begrunnelse for at dette må gjøres.

Fasekontrast lysmikroskopi er en akseptabel analyse-metode til å anslå fiberkonsentrasjonen i luftprøver tatt etter asbestsanering. Anbefalte prøvetakings-betingelser er:

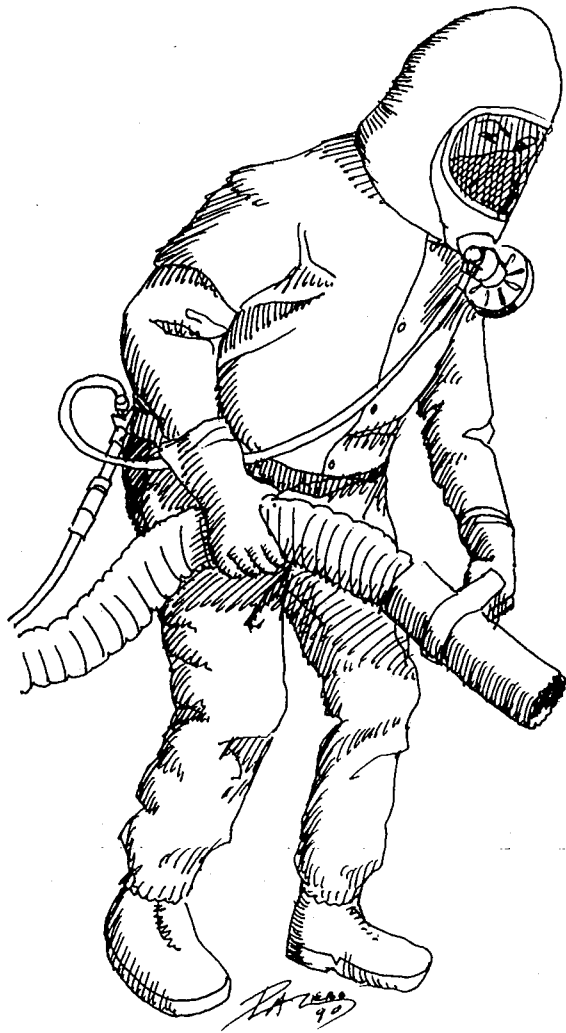
- Oppvirvling av sedimentert støv med trykkluft.
- 25 mm filter i elektrisk ledende filterkassett.
- 1000 liter prøvetakingsvolum.

Stikkord:

asbestsanering
etterkontroll
lysmikroskopi

Key words:

asbestos abatement
abatement clearance testing
light microscopy



I N N H O L D S F O R T E G N E L S E

<u>SEKSJON</u>	<u>SIDE</u>
1. INNLEDNING	2
2. BAKGRUNN	3
3. GENERELT OM PRØVETAKINGS- OG ANALYSEMETODER	4
4. PRØVETAKINGSSTEDER	5
4.1 KANAL I FABRIKK	5
4.2 SIDEROM HANGAR	7
4.3 LAGER I BUTIKK	9
4.4 LAGER, BROKAR	11
4.5 TELETÅRN	13
5. PRØVETAKINGSMETODE	15
6. ANALYSEMETODE	16
7. RESULTATER	17
7.1 KANAL I FABRIKK	17
7.2 SIDEROM HANGAR	19
7.3 LAGER I BUTIKK	21
7.4 LAGER, BROKAR	24
7.5 TELETÅRN	26
8. DISKUSJON	30
9. ANBEFALINGER	32
10. LITTERATURLISTE	34
11. VEDLEGG	35

FORORD

Vi vil takke M.Peterson & Søn A/S, Forsvarets Bygnings-tjeneste/Rygge Hovedflystasjon, A/S Vinmonopolet, Oslo kommune Skogvesenet/Televerket og Oslo kommune Havnevesenet for velvillig samarbeid slik at det var mulig å gjennomføre dette prosjektet.

Vi ønsker også å rette en takk til de involverte saneringsfirmaene og følgende av Arbeidstilsynets inspektører: Aage Kristiansen, Per Granerød, Olav Lunde, Øivind Herness og Kjell Wicklund, for god bistand under prosjektet.

Vi vil også takke Elisabeth Løvmo og Lisbeth Aamodt ved Statens arbeidsmiljøinstitutt (Stami) for renskriving av manuskriptet.

Linda Bahr, Stami har utført analysene av prøvene tatt etter sanering i teletårn.

Grafene er tegnet ved PC-grafisk arbeidsstasjon, Stami.

Sissel Olaisen
Arbeidstilsynet
1.distrikt

Ellen Lunde
Arbeidstilsynet
2.distrikt

Mette Haraldsen
Stami

Asbjørn Skogstad
Stami

1. INNLEDNING

I 1985 ble det innført bruksforbud av asbest i Norge(1). Bygningsmassen før denne tid, spesielt før 1980 med opphør av asbestsement-produksjonen(2), kan inneholde asbest. Materialet er teknisk velegnet som varme- og lydisolasjon og er av den grunn benyttet i store mengder i bygninger.

Ukontrollert riving/ombygging uten kunnskap om at asbest er tilstede eller om hvordan den skal behandles kan medføre høy eksponering. For å hindre dette er det viktig å foreta kartlegging av eventuelle asbestforekomster før riving/ombygging påbegynnes. Asbest og asbestholdig materiale må fjernes før annet arbeide settes igang.

Asbestholdig materiale som er i ro, og asbestholdig materiale som ikke avgir fibrer (støv) er det ikke nødvendig å fjerne. Dette skal merkes for senere å unngå bearbeiding (saging/boring) som innebærer frigjøring av fibrer(3).

Når det i henhold til det ovennevnte er nødvendig å foreta en asbestsanering blir dette arbeidet idag utført av firmaer som har gitt sine ansatte opplæring i henhold til arbeidsmiljølovens § 14 og oppnådd den nødvendige kompetanse.

Vurdering og kontrollmetoder av kvaliteten på asbestsaneringer er viktig for å forhindre eksponering av asbeststøv. Hvordan kontrollen skal utføres er gjenstand for diskusjon.

2. BAKGRUNN

På faggruppemøtet for Arbeidstilsynets yrkeshygienikere høsten-88 ble det gitt uttrykk for usikkerhet i forbindelse med kontroll av asbestsanering. Det ble reist spørsmål om prøvetakingsbetingelsene; antall prøver pr. m², luftvolum og aktivering/ikke aktivering (oppvirvling av sedimentert støv). Bakgrunnen var følgende uttalelse fra Direktoratet for arbeidstilsynet : "Ved større arbeider med asbestmaterialer bør der gjennomføres en etterkontroll. Dette er spesielt med tanke på saneringsarbeider inne i bygninger. Det anbefales at det aktuelle rommet står under undertrykk minst 1 døgn etter at arbeidet er fullført. Luftprøven tas i denne perioden, og grensen for å kunne akseptere rommet som rent er foreslått satt til under 10% av adm.- norm. Den adm. normen for asbest er nå 0.1 fiber pr. cm³."

Noen saneringsfirmaer tar selv luftprøver etter at arbeidet er avsluttet, mens andre setter bort arbeidet til konsulentfirmaer eller laboratorier. Det eksisterer idag ikke regler for hvordan prøvene skal tas etter en sanering. Det er derfor ønskelig med en standardisert metode for prøvetaking og analyse.

Dette førte til et samarbeidsprosjekt mellom Statens arbeidsmiljøinstitutt og Arbeidstilsynet 1. og 2. distrikt. Målsettingen var å finne fram til en standardmetode, som belyser overnevnte problemer, og som kan forlanges brukt i de tilfellene Arbeidstilsynet finner det nødvendig å kreve måling for å påvise eventuell asbest etter sanering.

3. GENERELT OM PRØVETAKINGS- OG ANALYSEMETODER

Det er beskrevet flere metoder for vurdering av fiberkonsentrasjonen i luften etter asbestsanering (4). Metodene søker å gi svar på om det finnes asbest igjen etter sanering og i hvilke mengder.

Det er allment akseptert at eventuelt sedimentert støv skal virvles opp (aktivering) og fordeles i luften før prøvetakingen starter. Denne oppvirvlingen utføres på ulike måter. (4).

På analysesiden er det også ulik praksis. I USA, som har de strengeste kravene, er man i løpet av 1990 pålagt å benytte TEM til kontroll etter asbestsaneringer med unntak av meget små saneringsprosjekter(5).

En sammenligning av lysmikroskopi (LM), scanning elektronmikroskopi (SEM) og transmisjon elektronmikroskopi (TEM) er gitt i tabell 1.

Tabell 1: Sammenligninger LM, SEM og TEM.

	LM	SEM	TEM
Innkjøpspris	lav	høy	meget høy
Analysepris (kr./prøve)	lav (300-500)	høy (1000-1500)	høy (1500-2000)
Analysetid	kort	kort	lang
Identifikasjonsmulighet	liten	god	meget god
Karakterisering	liten	god	meget god
Deteksjon	liten	god	meget god

4. PRØVETAKINGSSTEDER

Prøvetakingsstedene ble valgt ut på grunnlag av meldeskjemaene til Arbeidstilsynet om asbestsanering. Det er blitt utført målinger ved 5 saneringssteder før, under (utenfor saneringsområdet) og etter sanering. Måleutstyret ble fordelt rundt i de respektive saneringsområdene som nærmere beskrevet i dette kapitlet. Filtrene ble montert ca. 170 cm over gulvflaten, tilnærmet ansiktshøyde.

Saneringssteder som ble valgt var kanal i en fabrikk, taket i en hangar, veggene i en butikk, veggene i et teletårn og veggene i et lager inne i et brokar.

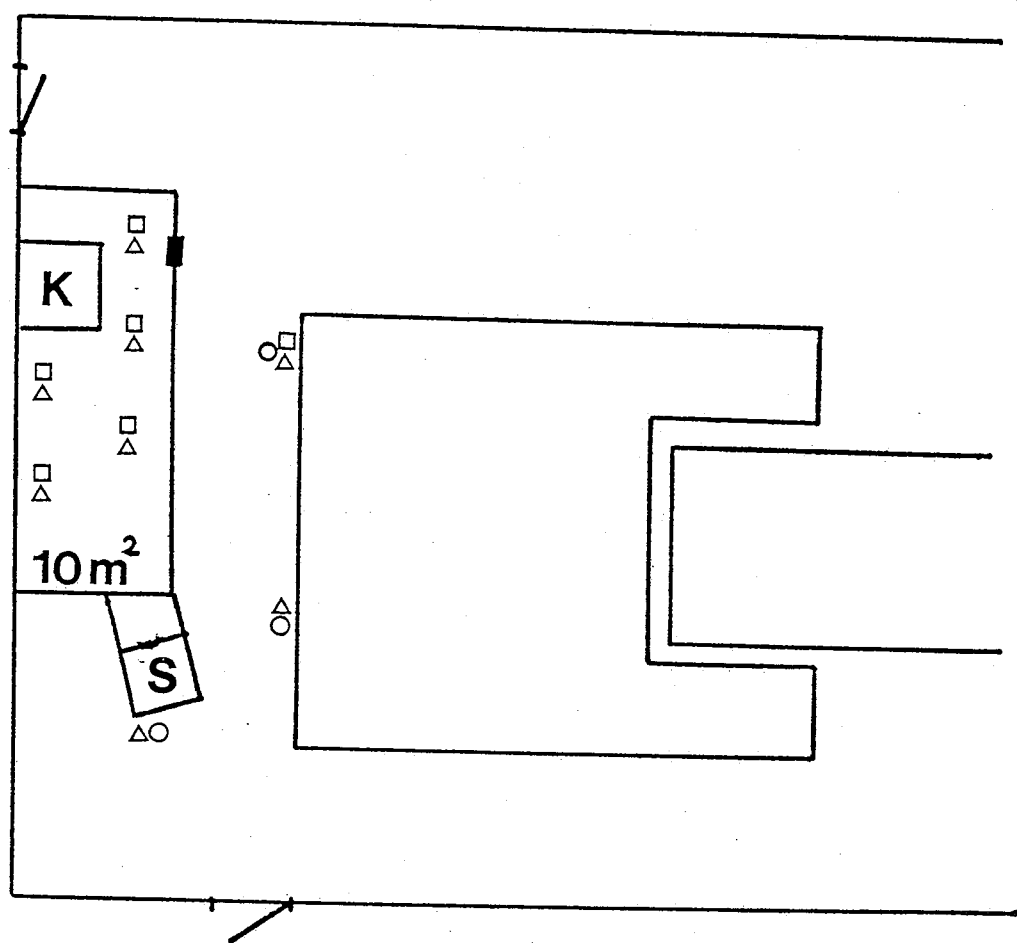
4.1 KANAL I FABRIKK

Saneringen bestod i fjerning av isolasjonen rundt en stålkanal (fig. 1). Isolasjonen bestod av syntetisk mineralfiber og krysotil asbest.

Saneringsområdet med en flate på 10m^2 , 2×5 m, og takhøyde 4 m, var avskjermet med plast, også ved prøvetaking før sanering, men uten undertrykk. Kanalen gikk gjennom flere etasjer og var derfor isolert med plast både i etasjen under og over. Sanering skulle her utføres senere.

Sedimentert støv ble virvlet opp ved hjelp av trykkluft i ca. 5 minutter før prøvetakingen startet før sanering og i ca. 10 minutter før prøvetakingen startet etter sanering.

Det ble valgt 5 prøvetakingspunkter (dvs. 1 prøve pr. 2m^2) inne i området og 3 prøvepunkter utenfor. Plassering av prøvetakingsutstyr fremgår av figur 1. Prøver tatt utenfor saneringsområdet ble bl.a. plassert ved utgangen av slusen og ved undertrykksaggregatet.



MÅLEPUNKTER
□ før
○ under sanering
△ etter

K = kanal
S = sluse

Fig.1: Skisse av saneringsområdet i fabrikklokale.

4.2 SIDEROM HANGAR

Saneringen bestod i fjerning av sprøyteasbest -krokidolitt- fra takhimlingen i siderommene til hangaren. Det fantes også noe amosittasbest som isolasjon rundt rør.

Saneringsområdet hadde en flate på 195 m^2 , $39 \times 5 \text{ m}$, med takhøyde 3 m. Innkapslingen foregikk ved forsegling/tetting av alle åpninger med limbånd før arbeidene ble satt igang. Det ble opprettet undertrykk i hele området.

Sedimentert støv ble virvlet opp ved hjelp av trykkluft i ca. 20 minutter før prøvetaking startet både før og etter sanering.

Skillevegger ble revet og elektrisk armatur fra veggene og undertak ble fjernet før området ble opprettet som saneringsområde med undertrykk.

Det ble valgt 8 prøvetakingspunkter (dvs. 1 prøve pr. 25 m^2) inne i området og 4 prøvepunkter utenfor. Plassering av prøvetakingsutstyr fremgår av figur 2. Prøver tatt utenfor saneringsområdet ble plassert i tilstøtende rom ved de forseglete dørene.

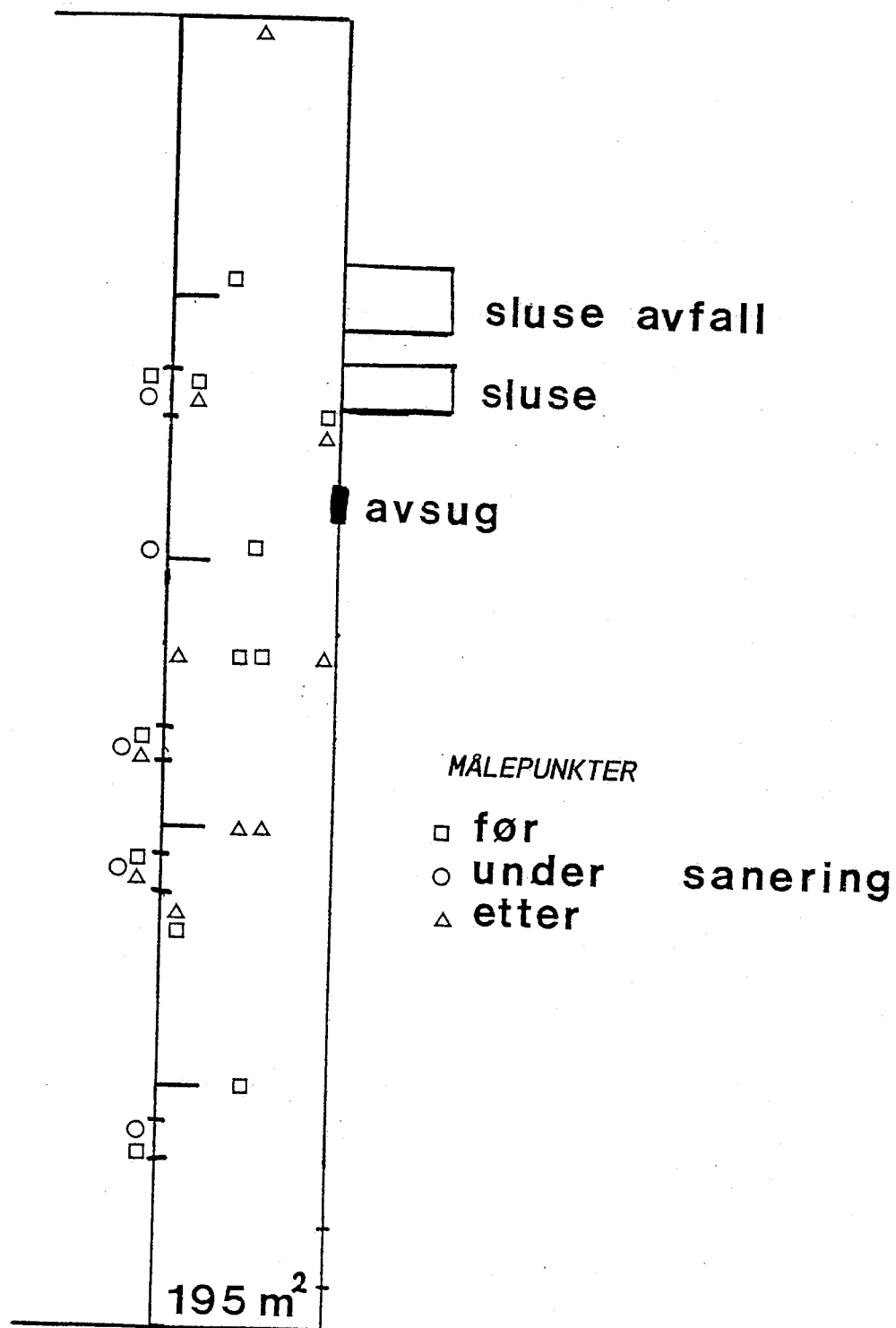


Fig.2: Skisse av saneringsområdet i siderom hangar

4.3 LAGER I BUTIKK

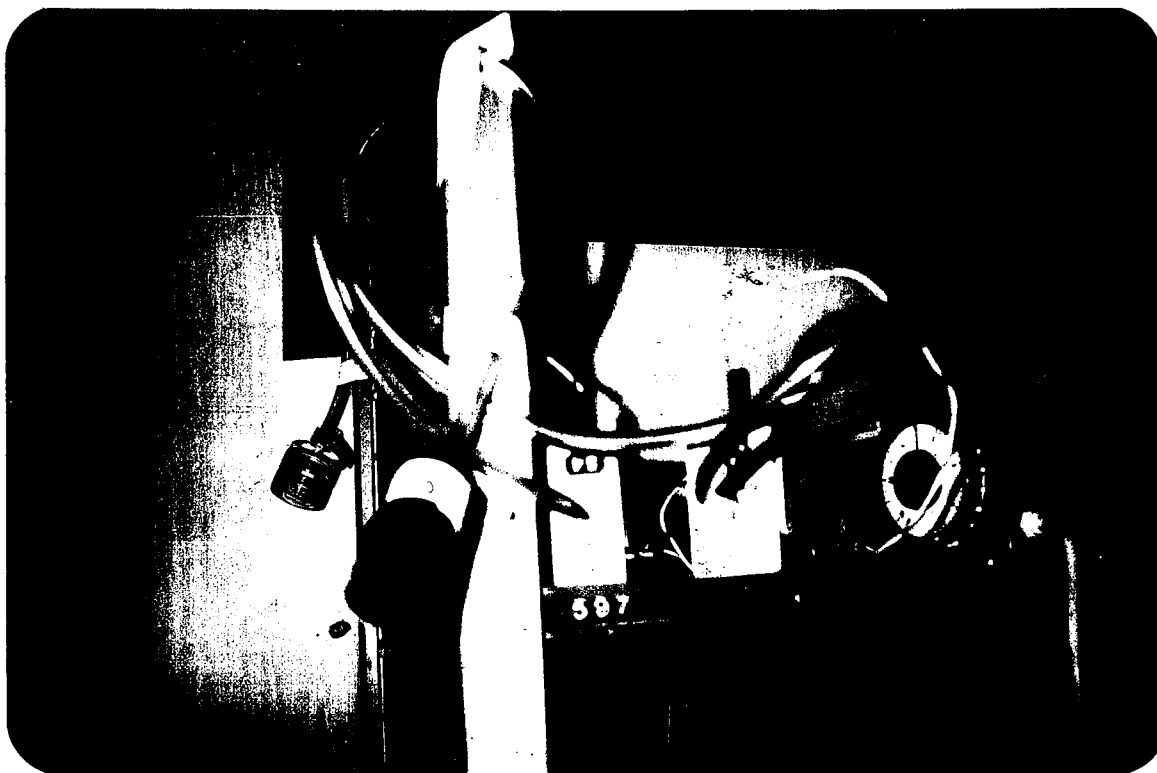
Saneringen bestod i fjerning av asbestoluxplater belagt med laminat på forsiden. Disse dekket 4 vegger i bakrommet (lager) avdelt fra utsalgsstedet med en reol som ikke gikk til tak. Type asbest i platene var amositt og krysotil.

Veggene som platene skulle fjernes fra var henholdsvis 11m, 10m, 6m og 4m lange og 3 m høye. Hele rommet hadde en flate på 185 m².

Saneringen ble utført i 4 etapper ved å kapsle inn en vegg av gangen. Sedimentert støv ble virvlet opp med trykkluft.

Prøvetaking før og etter sanering ble utført i hele rommet uten noen avskjerming. Det ble av denne grunn ikke tatt prøver utenfor saneringsområdet i disse tilfellene.

Det ble valgt 9 prøvetakingspunkter før og etter sanering (dvs. 1 prøve pr. 20 m²) og 4 prøvepunkter under sanering. Plassering av prøvetakingsutstyr fremgår av figur 3 og bilde 1.



Bilde 1: Pumpe/filter oppsett fra lager i butikk

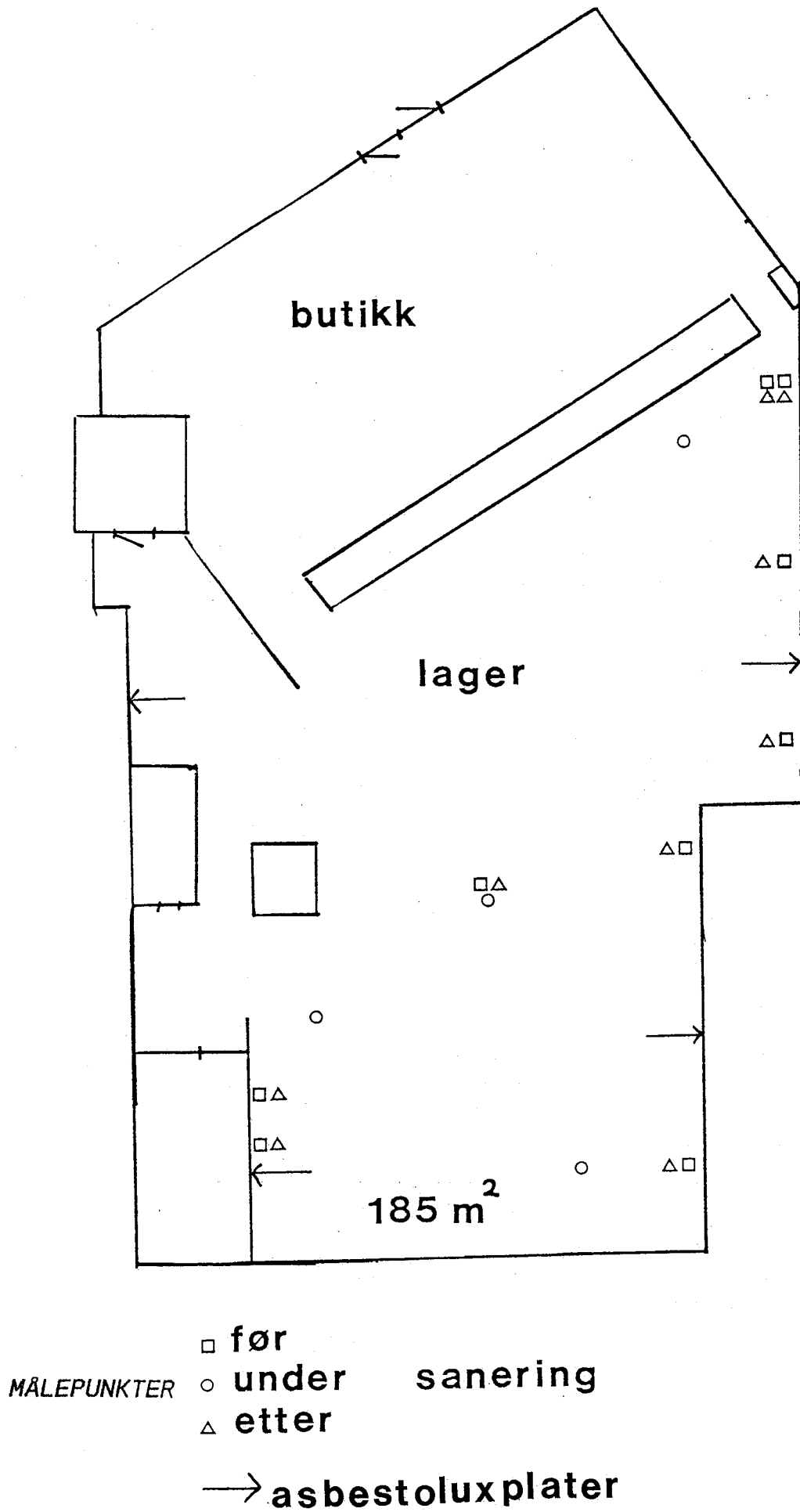


Fig.3: Skisse av saneringsområdet i butikklokalet

4.4 LAGER.BROKAR

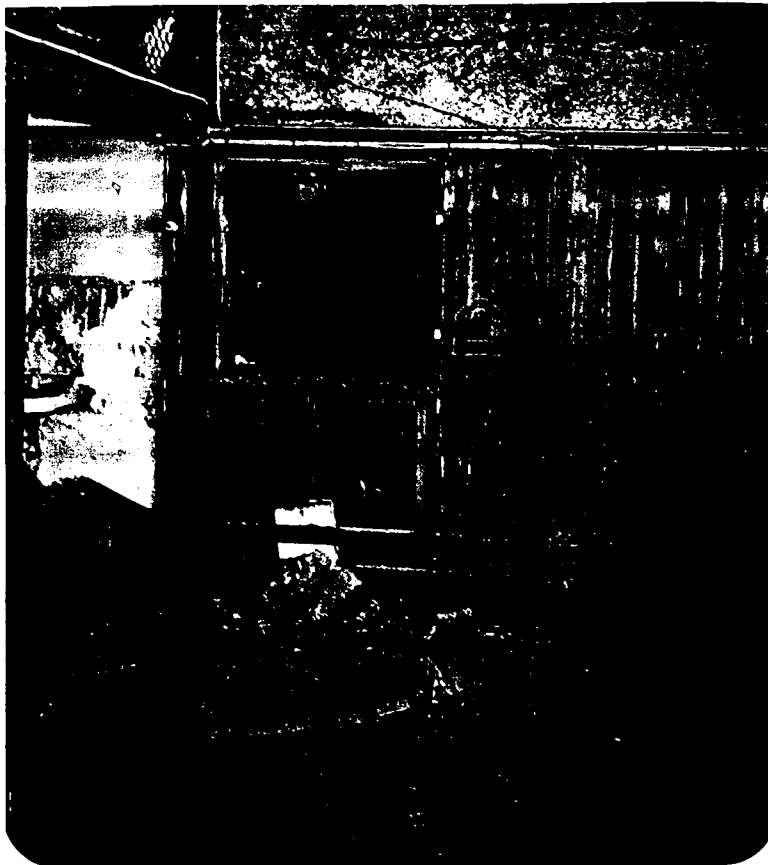
Et to-etasjes lager er plassert inne i et brokar. I annen etasje var taket, bjelkene og to av veggene belagt med sprøyteasbest (krysotil). Asbesten hadde begynt å løsne og hang i store flak fra både tak og vegger (bilde 2). Alt utstyr som var lagret i rommet var forurenset med asbest.

Lageret skulle tømmes og rengjøres og all asbest skulle fjernes. Prøvetaking ble utført før og etter sanering. Blåsing med løvblåser ble foretatt før prøvetakingen startet.

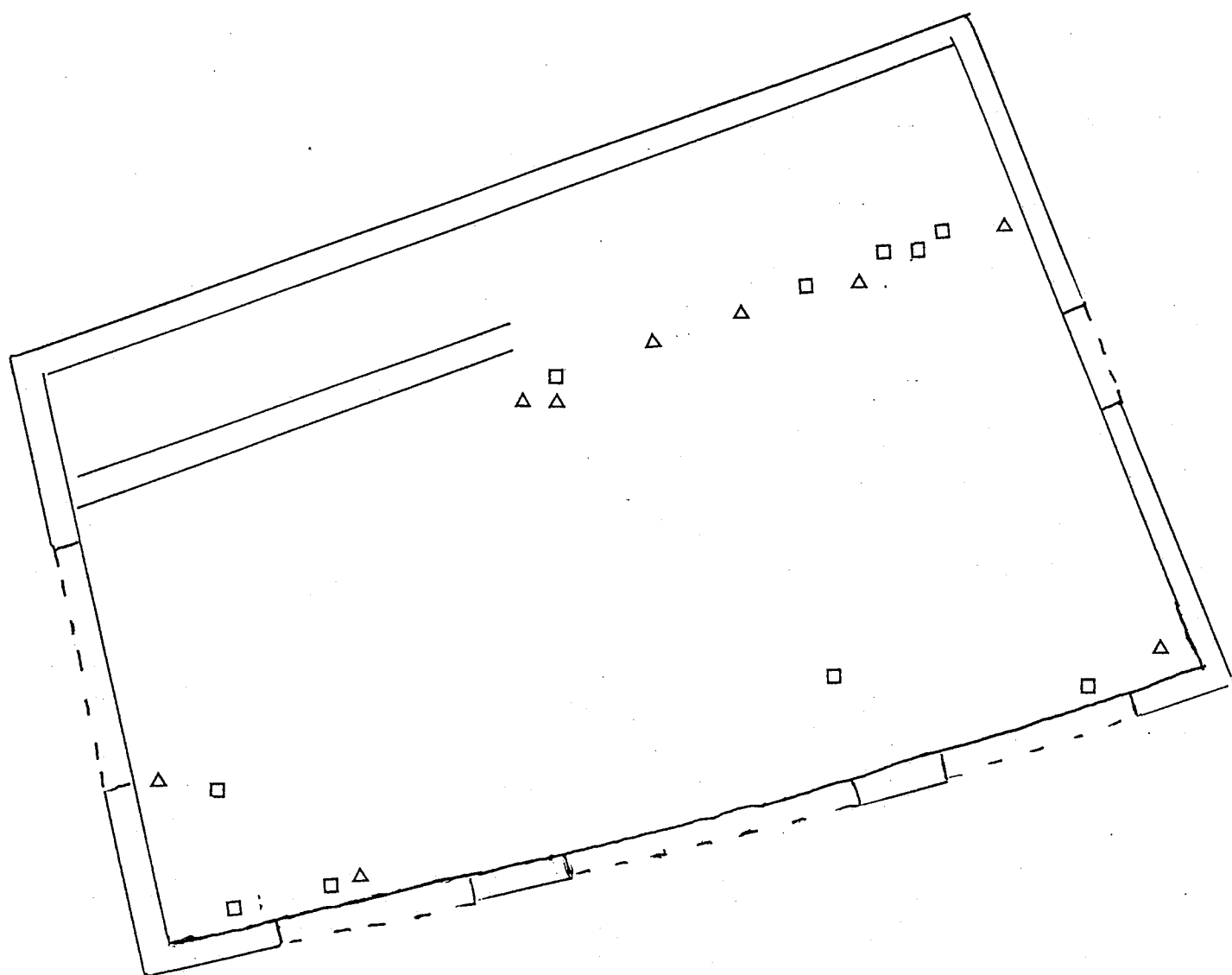
Prøver utenfor saneringsområdet ble tatt i 1. etasje.

Plassering av prøvetakingsutstyr fremgår av figur 4.

Det ble valgt 9 prøvetakingspunkter (dvs. 1 prøve pr. 6m^2) innenfor saneringsstedet og 3 prøvetakingspunkter i 1. etasje. Det ble ikke tatt prøver under sanering på grunn av saneringsområdets spesielle utforming.



Bilde 2: Lager, brokar før sanering



MÅLEPUNKTER

□ før
△ etter

sanering

Fig.4: Skisse av saneringsområdet lager, brokar

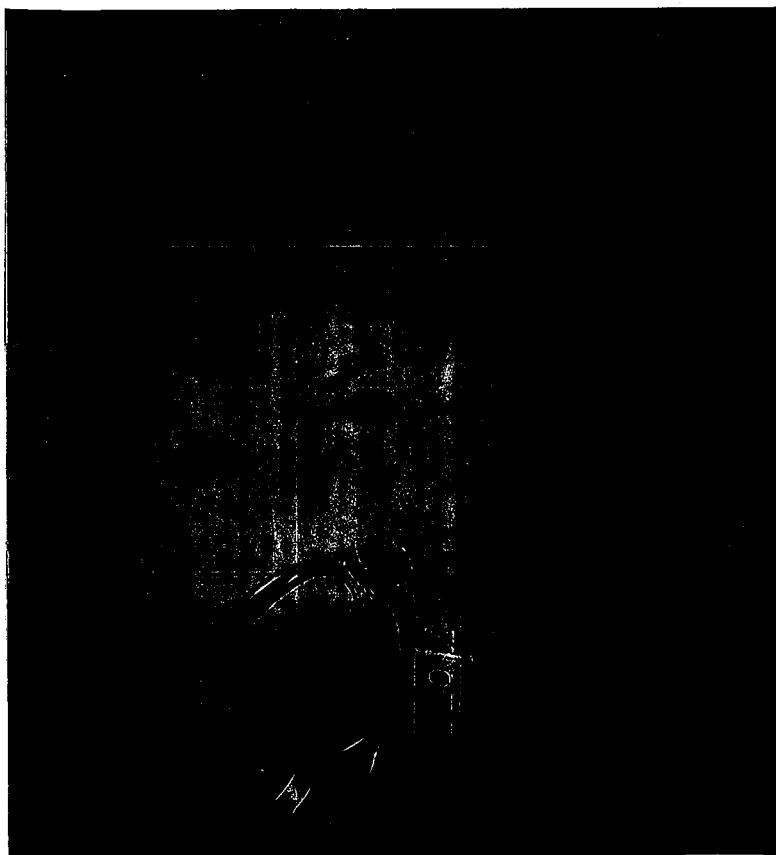
4.5 TELETÅRN

35 m av veggene i et 50 m høyt teletårn er belagt med sprøyteasbest, type amositt og krysotil.

Ved reparasjon og vedlikehold av kabler inne i tårnet har det oppstått store sår i veggene. Tårnet skulle rengjøres for asbeststøv og veggene skulle innkapsles.

Prøvetaking ble utført før og etter rengjøring og innkapsling. Før rengjøring ble det tatt prøver både med og uten drift av heisen. Denne er plassert midt i tårnet og gir kraftig luftbevegelse og turbulens under drift. Det ble også tatt prøver av sedimentert støv før innkapsling.

Det ble valgt ialt fire prøvetakingssteder i tårnet; bakkenivå, 15 meter over bakken, 35 meter over bakken (toppen av asbestbelegget, bilde 3) og toppen av tårnet. Det ble tatt 3 prøver ved de nederste prøvestedene og 2 prøver øverst i tårnet (fig.5). Luftvolumet ble variert på alle prøvestedene.



Bilde 3: Skader i asbestbelegg, tårnvegg

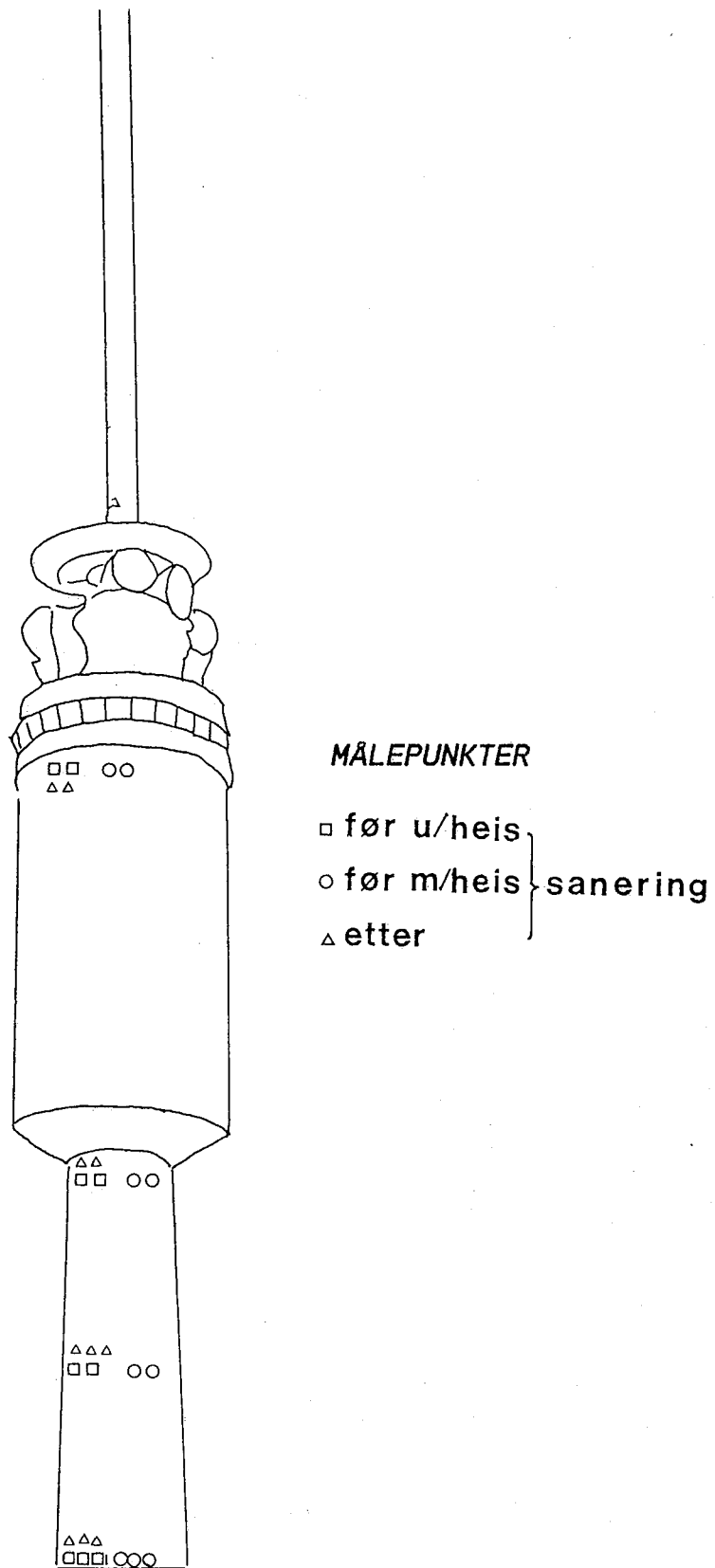


Fig.5: Skisse av teletårn

5. PRØVETAKINGSMETODE

For å bestemme fiberkonsentrasjonen ble støvpartiklene i luften samlet opp på filter med pumper av typen Casella AFC 123 med luftstrøm på 2 liter pr. minutt, Edwards ECB 1 med kapasitet på 6.5 liter pr. minutt og Gast DOA-P109-ED på 8 liter pr. minutt. Luftstrømmen ble variert for å se om forskjellig luftmengde gjennom filteret ga noe utslag i fiberkonsentrasjon (fiber/cm³). Prøvetakingstiden varierte mellom 5 - 29 timer. Filtrene som ble benyttet var Millipore AAWG, 0.8µm porestørrelse med rutenett for bestemmelse av fibermengden i lysmikroskop, Nuclepore polykarbonatfiltre for identifisering av fibre i scanning elektronmikroskop.

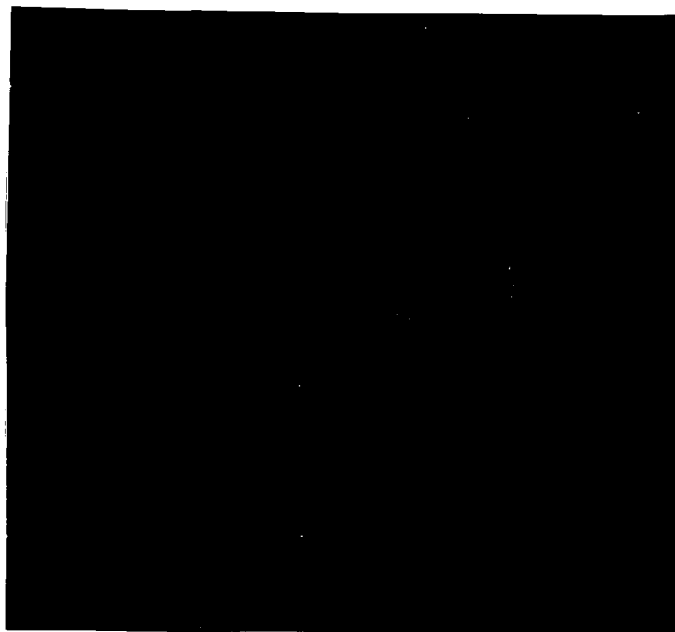
Ved målingene i fabrikklokalet og delvis i hangaren ble det benyttet filter med 37 mm diameter montert i standard kassett, type Millipore Monitor MAWP 037A0. Ved de neste saneringene ble det besluttet å gå over til 25 mm filterdiameter og filterkassett laget av et elektrisk ledende materiale. Bruk av 25 mm filter vil, sammenlignet med større diameter, øke metodens følsomhet. Erfaringsmessig er dette nødvendig ved de lave fiberkonsentrasjoner det her er snakk om. Denne kassett-typen reduserer også tendensen til ujevn fordeling av fibrer på filteret, et problem som er rapportert for standard 37 mm kassett (6). Problemer med elektrostatiske effekter ved fiber-prøvetaking reduseres ved bruk av en elektrisk ledende filterholder (7,8). En slik kassett-type er anbefalt av NIOSH (9).

Sedimentert støv ble virvlet opp før prøvetakingen startet, da dette anses mest riktig når det gjelder denne typen kontroll. Til dette formålet ble det benyttet trykkluft eller løvblåser (ca. 1 Hk). Trykkluften ble systematisk ført over tak, vegger og gulv i lokalet før og etter sanering for å virvle opp fiberdepoter i vanskelig tilgjengelige steder som huller, sprekker osv.

Det ble virvlet opp sedimentert støv både før og etter sanering, for å få like betingelser ved prøvetaking. Ved saneringsarbeid vil det vanligvis ikke bli tatt prøver før sanering. Hvis det er ønskelig å ta prøver uten at området er avskjermet/avstengt, må ikke asbeststøv virvles opp.

6. ANALYSEMETODE

Prøvepreparering og analyse ble utført i henhold til Norsk Standard (10). Det ble brukt Zeiss Standard mikroskop med positivt fasekontrast, 40X Neofluar NA 0.75 og totalforstørrelse på 500X. Alle partikler som tilfredsstilte kravet til fiber, ble telt (lengde $\geq 5 \mu\text{m}$, bredde $\leq 3 \mu\text{m}$ og lengde : bredde $\geq 3 : 1$). Noen prøver i hver serie ble også preparert for scanning elektronmikroskop (Jeol JSM-35) og røntgen mikroanalyse (Tracor Series II) for identifikasjon av fibrer. Bilde 4 viser krysotil-asbest i SEM.



Bilde 4: Krysotilasbest i SEM. Forstørrelse X 1500.

7. RESULTATER

7.1 KANAL_I_FABRIKK

Fiberkonsentrasjonen er høyere i saneringsområdet før sanering enn etter (fig.6, tabell 2 og 7). Resultatene før sanering er usikre, fordi mengden av ikke-fibrøst støv på filterene forstyrret kvantifiseringen av fibrene. Det er derfor bare 2 prøver med lave luftvolum som er analysert.

Det ble funnet høyest konsentrasjon av fibrer utenfor saneringsområdet under sanering. Plastveggene til innkapslingsområdet var festet med limbånd til tak, vegger og gulv i lokalet. Det var vanskelig å få feste på de røe flatene, slik at limbåndet løsnet flere steder. "Dørene i den to-trinns slusa hadde heller ikke god overlapp.

Etter sanering var fiberkonsentrasjonen <0.01 fiber/cm³ både i og utenfor saneringsområdet.

Tabell 2: Sammenfatning av analyseresultater fra kanal-fabrikk

	luft- volum(1)	antall fiber/ mm ² filterflate	antall fiber/ cm ³ luft		fibertype
			m.verdi	spredning ¹	
SANERINGS- OMRÅDET					
før sanering n=2	235-245	4-4.5	0.015	0.014-0.016	Syntetisk mineralfiber
etter sanering n=6	365-756	0-6.5	0.003	0.000-0.007	Syntetisk mineralfiber
UTENFOR SANERINGS- OMRÅDET					
før sanering n=1	729	2.5	0.003	0.003 ²	Krysotil Syntetisk mineralfiber
under sanering n=3	1032- 1075	21-55.5	0.035	0.017-0.046	Krysotil Syntetisk mineralfiber
etter sanering n=2	575-738	0-1.5	0.001	0.000-0.002	Organisk

¹ Laveste og høyeste observerte verdi.

² En måleverdi.

7.2 SIDEROM_HANGAR

Også her var fiberkonsentrasjonen høyere før sanering enn etter (Fig. 6, tabell 3 og 8). Det ble påvist opptil 0.091 fiber/cm³ luft før sanering. En medvirkende årsak til disse høye konsentrasjonene kan være riving av skilleveggene før saneringen startet. Selv om disse veggene ikke gikk helt opp til taket, hadde taket blitt noe skadet.

Resultatene fra prøvene tatt utenfor saneringsområdet viste alle konsentrasjoner < 0.01 fiber/cm³ luft. Disse var plassert inne i selve hangaren ved de forseglede dørene inn til saneringsområdet.

Etter sanering ble veggene overmalt med penetrerende maling (Serpiflex) før prøvetaking ble utført. Dette ga inntrykk av støvfrie forhold. Men måleresultatene viste konsentrasjoner opp til 0.033 fiber/cm³ luft. Mengden ikke-fibrøst støv på filtrene ble så stor at det ble problemer med å bestemme fiberkonsentrasjonen. Noen av resultatene (prøve nr. 53 og 54, Tabell 8) er derfor sannsynligvis en underestimert av fiberkonsentrasjonen. En sannsynlig årsak til de høye støv/fiberkonsentrasjonene kan være at fiberdepoter fra sprekker i gulv og vegger er blitt virvlet fram av trykkluften, som systematisk ble ført over gulv, vegger og tak i lokalet. Veggene bestod av betong med store sprekker. I dette tilfellet burde veggene vært innkledd med plast før saneringen startet, eller det skulle vært benyttet en støvsuger med større kapasitet ved ettersaneringen. Kontrollmessig burde den visuelle bedømmelsen vært utført før overmalingen.

Tabell 3: Sammenfatning av analyseresultater fra tak-hangar

	luft- volum(1)	antall fiber/ mm ² filterflate	antall fiber/ cm ³ luft		fibertype
			m.verdi	spredning ¹	
SANERINGS- OMRÅDET					
før sanering n=7	472-657	37.5-57.5	0.065	0.035-0.091	Krokidolitt Syntetisk mineralfiber
etter sanering n=5	565-692	24-53	0.023	0.013-0.033	Krokidolitt Organisk
UTENFOR SANERINGS- OMRÅDET					
før sanering n=1	533	0	0.000	0.000 ²	
under sanering n=4	741-810	0-2	0.001	0.000-0.001	Organisk
etter sanering n=2	516-536	3-7.5	0.004	0.002-0.006	Krokidolitt Syntetisk mineralfiber

¹ Laveste og høyeste observerte verdi.

² En måleverdi.

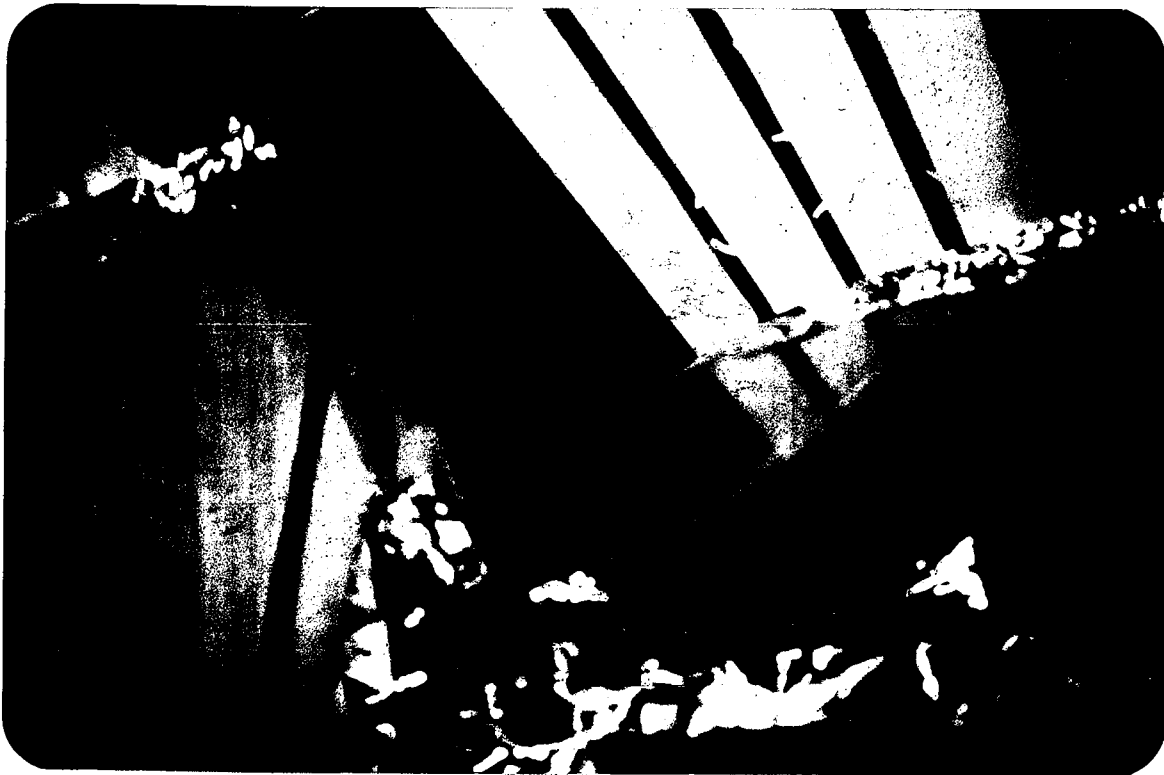
7.3 LAGER I BUTIKK

Resultatene viser også her høyere fiberkonsentrasjon før sanering enn etter (Fig.6, tabell 4 og 9). Prøvetaking er utført i hele lageret uten noen avskjerming.

Saneringsområdene ble avskjernet med plast. Her ble saneringen utført i flere etapper. Prøvetaking under sanering utenfor området ble utført ved arbeid med en av veggene. Resultatene fra målingene viser høyere fiberkonsentrasjoner under enn før og etter sanering.

Plasten ble her festet med limbånd til nedsenkede perforerte himlingsplater med åpninger for kanaler og rør (Bilde 5). Hvis det her ikke var styrt luftstrøm inn via taket gjennom luftrenseren, er det sannsynlig at fibrer har kommet fra saneringsområdet og over i den rene sonen.

Målingene etter sanering, som er utført etter at innkapslingen var fjernet, viste konsentrasjoner på <0.01 fiber/cm³.



Bilde 5: Feste av plastfolie ved tak ved innkapsling av saneringsområdet

Tabell 4: Sammenfatning av analyseresultater fra veggplater-butikk

	luft- volum(1)	antall fiber/ mm ² filterflate	antall fiber/ cm ³ luft		fibertype
			m.verdi	spredning ¹	
SANERINGS- OMRÅDET					
før sanering n=7	510-3650	5.5-30	0.010	0.001-0.022	Amositt Organisk
etter sanering n=7	634-3209	2-8.5	0.002	0.001-0.004	Organisk Tynne uident
UTENFOR SANERINGS- OMRÅDET					
under sanering n=4	653-800	32.5-73	0.023	0.017-0.035	Amositt

¹ Laveste og høyeste observerte verdi.

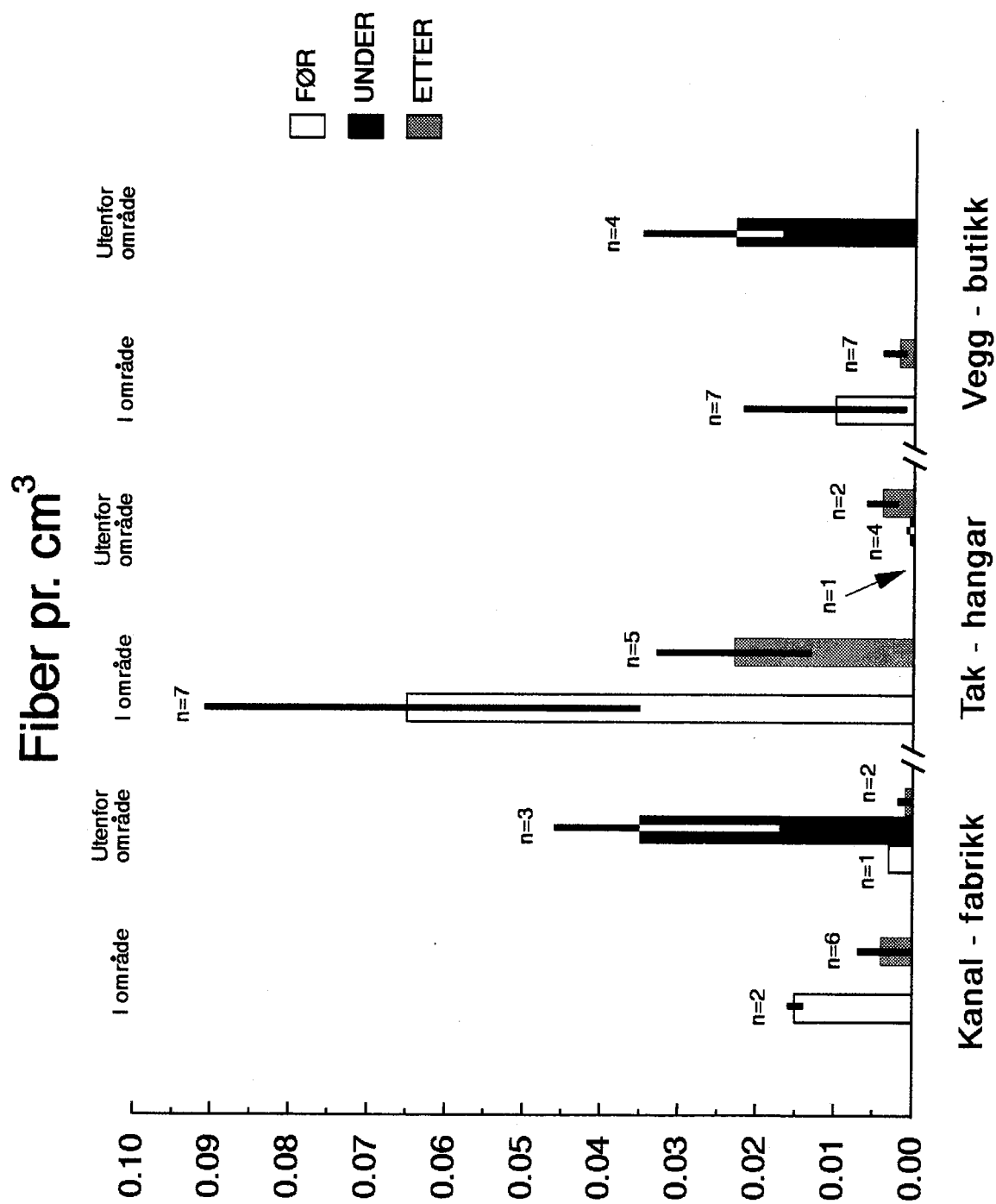


Fig. 6: Fiberkonsentrasjoner ved 3 saneringssteder

7.4 LAGER.BROKAR

Prøvene før sanering kunne ikke analyseres p.g.a. for mye ikke-fibrøst støv på filterene. For å få inntrykk av fibertyper og fibermengder ble ett av filterene preparert for SEM. Det ble påvist store mengder krysotil i denne prøven. Det ble også påvist asbestfibrer i prøvene tatt utenfor saneringsområdet (1.etg.) (fig.7, tabell 5 og 10).

Etter saneringen var det fremdeles støv i lokalet. Det ble likevel foretatt målinger etter aktivering. Konsentrasjonen varierte fra 0.096-0.296 fiber/cm³, gjennomsnitt 0.226 fiber/cm³. Oppsop-prøver viste også at støvet inneholdt asbest. Det ble forlangt ny rengjøring (ettersanering). Bedriftshelsetjenesten sørget for prøver etter rengjøringen. Disse viste <0.01 fiber/cm³.

Også i prøvene tatt utenfor saneringsområdet (1.etg) ble det funnet fiber, 0.024-0.037 fiber/cm³. Dette området ble ikke aktivert før prøvetaking.

Da prøvene før sanering viste <0.01 fiber/cm³ er det tydelig at saneringen er utført på en slik måte at 1. etasje er blitt forurenset med asbest. Antakelig burde asbestsanering vært foretatt både i 1. og 2. etg.

Tabell 5: Sammenfatning av analyseresultater fra lager-brokar.

	luft- volum(1)	antall fiber/ mm ² filterflate	antall fiber/ cm ³ luft		fibertype
			m.verdi	spredning ¹	
SANERINGS- OMRÅDET før sanering ⁵ n=9	539-2580				Krysotil
etter sanering n=8	522-2392	331-429	0.226	0.099-0.296	Krysotil Org.fiber
UTENFOR SANERINGS- OMRÅDET før sanering n=2	665-702	2-4	0.002	0.001-0.002	Krysotil Org.fiber
etter sanering n=3	515-656	40-62	0.032	0.024-0.037	

¹ Laveste og høyeste observerte verdi.⁵ Se tekst og tabell i vedlegg.

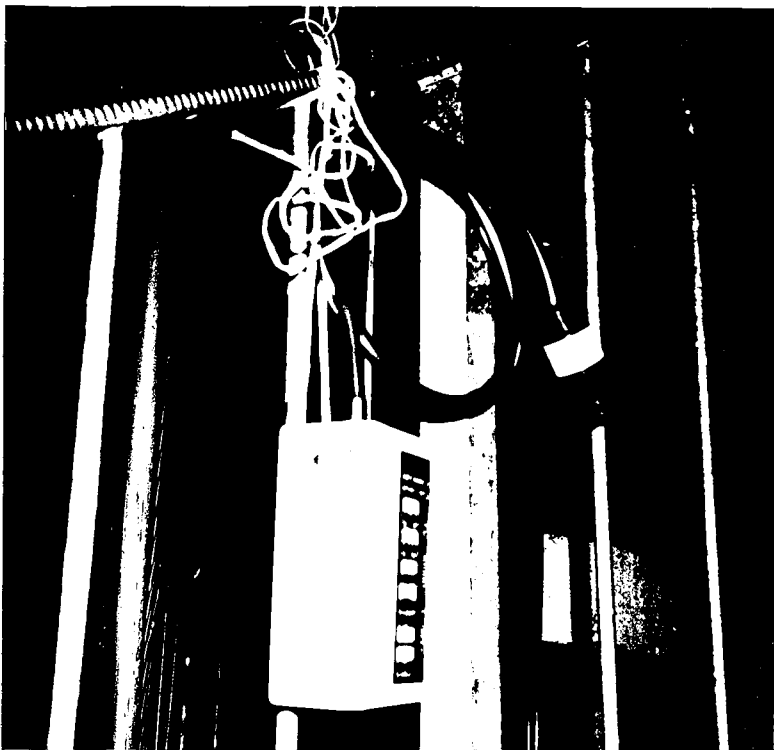
7.5 TELETÅRN

Prøvene tatt før rengjøring og innkapsling viste et meget lavt innhold av fibrer til tross for mye støv i trappene, på kabelbroene og på avsatser i tårnveggen. Støvet ble ikke virvlet opp med trykkluft før prøvetaking. Isteden ble det ved en prøveserie valgt å simulere normal aktivitet og skape luftturbulens med heisen i drift.

Før innkapsling ble alle flater, heisen, heissjakten og nettingen rundt denne rengjort med spesialstøvsuger. Til innkapsling ble valgt Betogen Asbestdicht; et produkt som kan sprøytes på i opptil 30-40 mm tykkelse. For å få til dette måtte tårnveggene påføres produktet i flere omganger.

Etter rengjøring og innkapsling ble mulig støv virvlet opp ved hjelp av løvblåser. Oppvirvlingen ble startet i toppen av tårnet og fortsatte videre nedover etter at alle prøvetakingspumpene var startet. Bilde 6 og 7 viser pumpeoppsettet.

Alle prøvene viste $<0,01$ fiber/cm³ luft (fig.7 og Tabell 6, 11 og 11B).



Bilde 6: Pumpe/filteroppsett i teletårn



Bilde 7: Pumpe/filteroppsett i teletårn

Tabell 6: Sammenfatning av analyseresultater fra teletårn

	luft- volum(1)	antall fiber/ mm ² filterflate	antall fiber/ cm ³ luft		fibertype
			m.verdi	spredning ¹	
SANERINGS- OMRÅDET før inn- kapsling uten heis i drift n=9	573-2870	0-16	0.001	0.000-0.002	Amositt Org.fiber
før inn- kapsling med heis i drift n=8	367-3034	0-7.5	0.004	0.000-0.008	
etter inn- kapsling med heis i drift n=9	741-6513	5 -15.5	0.003	0.001-0.005	Krysotil Amositt Org.fiber

¹ Laveste og høyeste observert verdi.

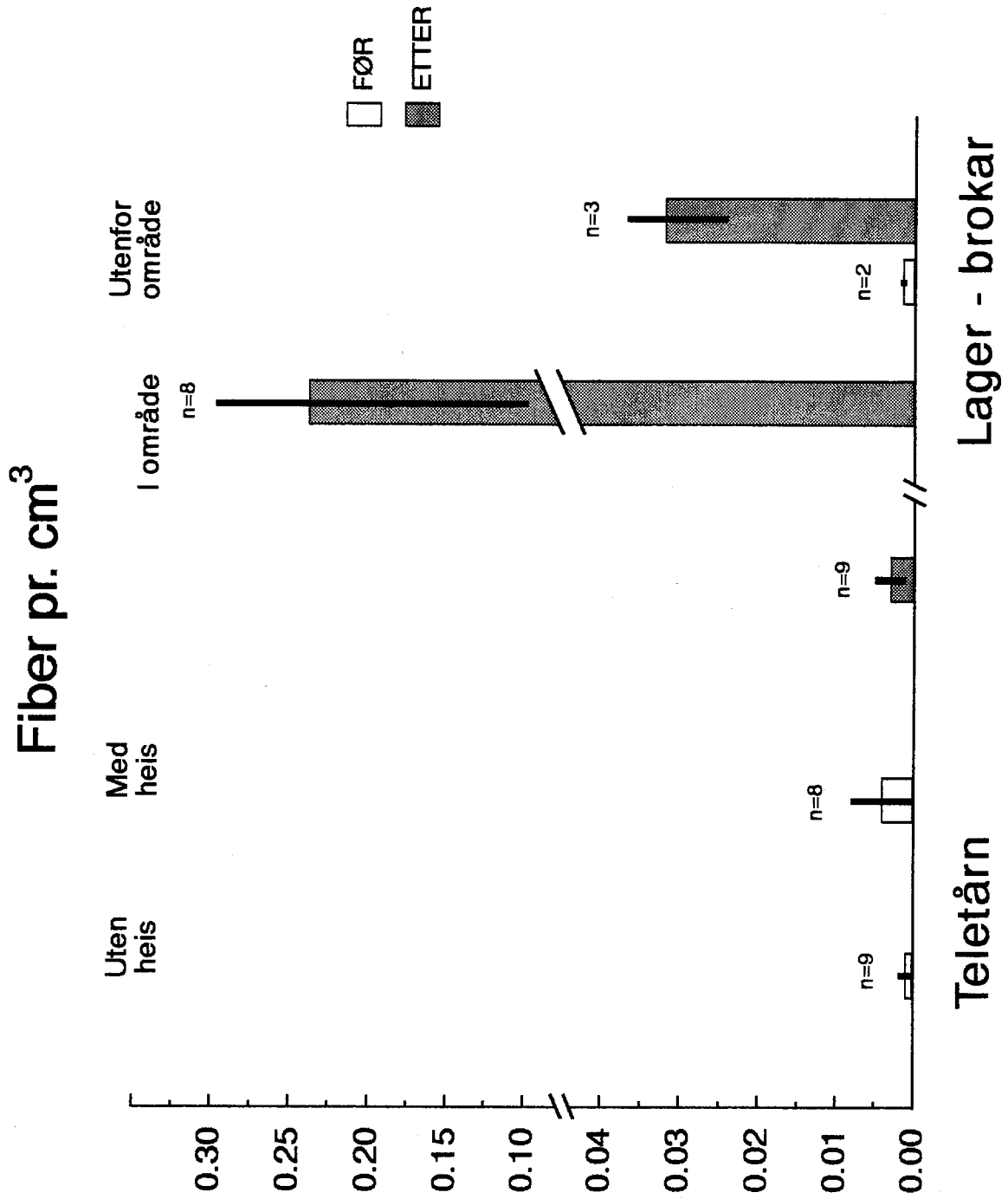


Fig. 7: Fiberkonsentrasjoner ved 2 saneringssteder

8. DISKUSJON

Ved de to saneringsstedene der området var avskjermet/ innebygget med plast og 2-trinns plastsluse, er det funnet høyere konsentrasjon av fibrer utenfor saneringsområdet under sanering enn før og etter sanering. Undertrykket i saneringsområdet ble ikke kontrollert på noen av stedene.

Selv aktiv prøvetaking ga lave fibernivåer i lufta både før og etter sanering. Ca. halvparten av prøvene viste verdier under 0.01 fiber/cm^3 luft (fig. 6 og 7).

0.01 fiber/cm^3 luft er et nivå som nærmer seg deteksjonsgrensen for lysmikroskopisk analyse av fiber. I andre land hvor man har tatt opp problematikken rundt asbestsanering og etterkontroll, er denne fiber konsentrasjonen satt som en grense for å akseptere saneringen.

Den foreslåtte akseptgrensen på 0.01 fiber/ml luft ved etterkontroll av asbestsanering, vil i følge NIOSH-metoden (9) ligge under "working range" for lysmikroskopi. Denne metoden setter 0.02 fiber/ml som en nedre grense. Dette er imidlertid utregnet fra et telletall på 100 fiber/mm^2 filterflate, som vil gi en optimal presisjon for metoden, med et relativ standard avvik $\pm 10\%$. Tatt i betraktning den store usikkerheten forbundet med selve prøvetakingen ved de lave fiberkonsentrasjonene (4), finner vi det forsvarelig å akseptere et lavere presisjonsnivå ved analysen. Med 25 mm filter og 1000 liter i prøvevolum, vil en konsentrasjon på 0.01 fiber/ml gi et telletall på 20 fibrer ved standard telleprosedyre. Dette gir et relativt standard avvik på $\pm 22\%$, som er en akseptabel presisjon på tellingen.

Ut fra dette synes lysmikroskopi å kunne brukes som kontrollmetode ved asbestsanering. En ulempe er metodens mangel på identifikasjonsmuligheter av fibertype.

Ser vi på resultatene fra identifikasjon av fibrer, er det ikke bare asbestfibrer, men også andre typer, som sannsynligvis er tatt med i lysmikroskopianalysen (Tabell 2, 3, 4, 5 og 6). Dette kan føre til overestimering av asbestkonsentrasjonen, og innebærer en ytterligere skjerpning av kravet.

Noen av resultatene er usikre på grunn av lavt luftvolum. En av årsakene til at det ble benyttet lavt luftvolum var stor støvkonsentrasjon, som oppsto på grunn av oppvirvling av sedimentert støv. Mengden av ikke-fibrøst støv på filterene skapte problemer ved analysen av prøvene fra før sanering i noen lokaler (lager, hangar og brokar).

Prøver med et stort luftvolum var mest utsatt. På grunn av dette fikk vi for få prøver til å sammenligne fiberkonsentrasjoner ved forskjellige luftvolum.

Erfaring tilsier at dersom overmaling foretas etter sanering og før visuell kontroll, er det lett å overse støv i sprekker og hulrom. Visuell kontroll etter sanering i hangaren antydte støvfrie forhold. Resultatene fra prøvetakingen viste imidlertid konsentrasjoner opp til 0.033 fiber/cm³ luft.

9. ANBEFALINGER

Ut fra våre erfaringer med kontroll av asbestsanering, vil vi ikke anbefale et generelt pålegg om luftmålinger. Dette må vurderes i hvert enkelt tilfelle. En samlet vurdering på metoder, analyser og helserisiko (11) konkluderer også med at luftmålinger som etterkontroll er unødvendig dersom saneringen har foregått forskriftsmessig (12).

En asbestsanering må alltid etterfølges av en visuell inspeksjon utført grundig etter en plan og sjekkliste (11). Dette kan utføres ved å stryke en finger eller fuktet klut over flater, og se om det fester seg støv (svigermor-metoden). Hvis det finnes støv er det stor sannsynlighet for at dette inneholder asbestfiber. Ny rengjøring må da gjennomføres. Det er derfor unødvendig å ta oppsøpsprøver.

Hvis det skal utføres luftmålinger forutsetter dette at Arbeidstilsynet fastsetter en akseptgrense for antall fiber/cm³ luft etter sanering (aktiv prøvetaking). For å godta en sanering må øvre 95% konfidensgrense for de aktuelle måleresultatene være lik eller mindre enn akseptgrensen. Dette prinsippet innebærer at jo flere prøver som tas jo mindre blir sannsynligheten for overskridelse av akseptgrensen (forutsatt at middelveien av målingene er mindre enn akseptgrensen). Strategien stimulerer med andre ord til å øke antall prøvepunkter.

En alternativ strategi er å angi en akseptgrense og å kreve samtlige måleresultater lavere enn denne. Dette stimulerer til færrest mulig målinger idet sannsynligheten for overskridelse av grensen øker med antall prøver. Denne strategien som ikke er å anbefale er ofte brukt, og antall prøvepunkter bestemmes av gulvareal på saneringsområdet eller areal av sanert område.

Vi ser det som helt nødvendig å ha kontroll under selve saneringen. Som det fremgår i denne rapporten kan det oppstå lekkasjer i plastfolien og derav mangel på undertrykk i saneringsteltet. Dette kan påføre omgivelsene betydelige fibermengder. En annen kilde til asbeststøv etter sanering kan være dårlig rengjøring og maskering av faste gjenstander. En kontinuerlig registrering av undertrykk bør gjennomføres.

En aktuell metode å benytte hvis det er ønskelig med kontrollmålinger etter asbestsanering er:

- Virvle opp sedimentert støv med trykkluft før prøvetaking (før fjerning av innkapsling).
- Benytte celluloseester-filter med 25 mm diameter og filterholder av elektrisk ledende materiale.

- Suge et luftvolum på ca 1000 liter gjennom filteret. Dette kan gjøres med en pumpe med kapasitet 2 liter pr. minutt og prøvetakingstid ca 8 timer.
- Utføre analysen med hjelp av fasekontrast lysmikroskop.

10. LITTERATURLISTE

1. Skaug, V., Mowé, G. og Skogstad, A.
Helseskader av asbest og andre mineralfibrer.
Tidsskr Nor Lægeforen 16 1989:1786-1789
2. Gylseth, B.
Etter asbest, hva så?
Foredrag holdt ved NTNf's seminar "Forskning om kjemisk
helserisiko". 30.april 1985, HD907/85 FD.
3. Arbeidstilsynets Tilsynsnytt 25/88.
4. Schneider, T.
Metoder til kontrollmåling etter asbestsanering.
Nordisk Asbest Förening 1988.
Rapport 1/88
5. Keyes, D.L. and Chesson, J.
A guide to monitoring airborne asbestos in buildings.
Library of Congress 89-80764 1989 75pp
6. Hook, M.B., Feigley, C.E. and Ludwig, D.A.
Interwedge variation in the membrane filter method
for airborne asbestos fibres.
Am Ind Hyg Assoc J 44 1983: 542-546
7. Peck, A.S., Serocki, J.J. and Dicker, L.C.
Airborne asbestos measurement : Preliminary findings
identify a new source of variability in the membrane
filter method.
Am Ind Hyg Assoc J 46 1985: B14-B16
8. Baron, P.A. and Deye, G.J.
Electrostatic effects in asbestos sampling I:
Experimental measurements.
Am Ind Hyg Assoc J 51 1990: 51-62
9. NIOSH Fibres, Methode 7400. NIOSH Manual of Analytical Methods.
Cincinnati, Ohio 1984
10. Norsk standard, Tellekriterier for asbestfibrer, NS 4853, 1982
11. Skaug, V. og Skogstad, A.
Asbest i bygninger. Helserisikovurdering, prøvetaking,
analyse og kontroll av asbestsanering.
HD 991/89 FOU 1989 32pp
12. Direktoratet for arbeidstilsynet.
Forskrifter om asbest 1986

11. VEDLEGG

Tabell 7: Analyseresultater fra fabrikk

Tabell 8: Analyseresultater fra hangar

Tabell 9: Analyseresultater fra butikk

Tabell 10: Analyseresultater fra brokar

Tabell 11: Analyseresultater fra teletårn

Tabell 11B: Analyseresultater fra teletårn

Tabell 7: Analyseresultater fra fabrikk

Saneringssted: Fabrikk, isolasjon rundt kanal					
	prøve nummer	luft-volum(l)	antall fiber/ mm ² filterflate	antall fiber/ cm ³ luft	type fiber
SANERINGS OMRÅDET					
før sanering	5	235	4.5	0.016	Syntetisk mineralfiber
	6	245	4	0.014	
	7				
etter sanering	12	756	6.5	0.007	
	13	387	4.5	0.010	
	14	706	1.5	0.002	
	15	365	0	0.000	
	16	367	0	0.000	
	17	677	0	0.000	Syntetisk mineralfiber
	21	778			
UTENFOR SANERINGS OMRÅDET					
før sanering	8	729	2.5	0.003	Krysotil Organisk Syntetisk mineralfiber
under sanering	9	1075	21	0.017	Krysotil Organisk Syntetisk mineralfiber
	10	1032	55.5	0.046	
	11	1075	53.5	0.042	
etter sanering	18	575	0	0.000	Organisk
	19	738	1.5	0.002	

Tabell 8: Analyseresultater fra hangar

Saneringssted: Hangar, tak						
	prøve nummer	luft- volum(l)	antall fiber/ mm ² filterflate	antall fiber/ cm ³ luft	type fiber	
SANERINGS OMRÅDET						
	før sanering	22	546	57.5	0.090	Krokidolitt Organisk Syntetisk mineralfiber
		23	657	41	0.053	
		25	575	37.5	0.055	
		26	610	56	0.035	
		27	472	50.5	0.091	
		28	541	39	0.061	
		29	565	48.5	0.073	
		24	570			
	etter sanering	50	656	53	0.031	Krokidolitt Organisk
		51	649	36.5	0.022	
		52	565	49	0.033	
		53	589	24	0.015	
		54	692	24	0.013	
UTENFOR SANERINGS OMRÅDET	før sanering	30	533	0	0.000	Organisk
	under sanering	33	760	1	0.001	Organisk
		34	741	2	0.001	
		35	810	0	0.000	
		36	790	0	0.000	
	32	780				
	etter sanering	57	516	7.5	0.006	Krokidolitt Syntetisk mineralfiber
		59	536	3	0.002	

Tabell 9: Analyseresultater fra butikk

Saneringssted: Butikk, veggplater						
	prøve nummer	luft- volum(l)	antall fiber/ mm ² filterflate	antall fiber/ cm ³ luft	type fiber	
SANERINGS OMRÅDET						
	før	37	3010	5.5	0.001	Organisk Tynne uident
	sanering	39	630	22	0.013	
		40	620	14.5	0.009	
		41	650	26	0.015	
		42	560	11	0.007	
		43	510	30	0.022	
		44	3650	13.5	0.001	
	etter	61	2657	5.5	0.001	
	sanering	62	3209	7.5	0.001	
		63	667	2	0.001	
		64	810	8.5	0.004	
		67	731	4.5	0.002	
		68	660	6.5	0.004	
	69	634	4.5	0.003		
UTENFOR SANERINGS OMRÅDET						
	under	46	749	36.5	0.019	Amositt
	sanering	47	653	37	0.022	
		48	800	73	0.035	
		49	726	32.5	0.017	

Tabell 10: Analyseresultater fra lager

Saneringssted: Lager, brokar					
	prøve nummer	luft-volum(l)	antall fiber/ mm ² filterflate	antall fiber/ cm ³ luft	type fiber
SANERINGS OMRÅDET før sanering 2.etg. etter sanering 2.etg.	123 ³	618			Krysotil
	124	644			
	125	573			
	126	2575			
	127	2580			
	129	539			
	130	547			
	131	2149			
	132	564			
	97 ³	2392			Krysotil, org.fiber
	98	542	386	0.274	
	99	522	399	0.294	
	100	553	391	0.272	
	101	577	429	0.286	
	102	551	424	0.296	
103	549	377	0.264		
104 ⁴	1283	331	0.099	Krysotil org.fiber	
105 ⁴	1986				
UTENFOR SANERINGS OMRÅDET 1.etg. før sanering etter sanering	120				0.002 0.001
	121	702	4		
	128	665	2		
	94	656	62	0.036	0.037 0.024
	95	515	50		
	96	647	40		

³ Identifisert vha. SEM⁴ Nuclepore i SEM

Tabell 11: Analyseresultater fra teletårn

Saneringssted: Teletårn							
	prøve nummer	Luft-volum(l)	antall fiber/mm ² filterflate	antall fiber/cm ³ luft	type fiber	prøvetakingssted	
SANERINGS OMRÅDET	70	623	0	0.000	Amositt	Bakkenivå Bakkenivå Bakkenivå 15 m o/bakken 15 m o/bakken 35 m o/bakken 35 m o/bakken 35 m o/bakken 35 m o/bakken Øverst i tårnet Øverst i tårnet	
	før inn-kapsling uten heis i drift	71	664	2.5			0.001
	72	2870	9	0.001			
	74	573	0	0.000			
	75	2772	16	0.002			
	78 ⁴	2458	1.5	0.002			
	79 ⁴	2346					
	80	645	2.5	0.001			
	81	631	1.5	0.001			
	81	631	1.5	0.001			
	76	743	0	0.000			
	før inn-kapsling heis i drift	82	370	3			0.003
83		370	2	0.002			
84		367	0	0.000			
91		372	7.5	0.008			
85 ⁴		367		0.007			
90 ⁴		2536					
92		1761	7	0.002			
86		3034	4.5	0.005			
87		373	1.5	0.002			
88		373	1.5	0.002			
OPPSOPS PRØVER	1				<20% amositt og krysofill >50% amositt og krysofill Organisk		
	2						
	4						
	4						

Nucleoporefilter SEM

Tabell 11B: Analyseresultater fra teletårn.

Saneringssted: Teletårn						
	prøve nummer	Luftvolum (l)	antall fiber / mm ² filterflate	antall fiber / cm ³ luft	type fiber	prøvetakingssted
SANERINGS OMRÅDET	etter ren- gjøring og inn- kapsling	106	741	6	0.003	Bakkenivå
		107	788	9	0.004	Bakkenivå
		116	6513	11.5	0.001	Bakkenivå
		109	780	6.5	0.003	15 m o/bakken
		110 ⁴	780	10	0.005	15 m o/bakken
		114 ⁴	3791	15.5	0.002	15 m o/bakken
		115	2691	5	0.002	15 m o/bakken
		111	851	10	0.005	35 m o/bakken
		112	818	5	0.002	35 m o/bakken
		108	841	5	0.002	Øverst i tårnet

4 Nucleoporefilter SEM