

HD 559

UNDERSØKELSE AV ARBEIDSFORHOLDENE I
OVNSHALLENE VED TINFOS JERNVERK A/S

av

Bjørn Gylseth, Bjarne Karth Johnsen
og Jørgen Jahr.

1975

ARBEIDSFORSKNINGSINSTITUTTENE
BIBLIOTEKET
Gydas vei 8
Postboks 8149 Oslo Dep. Oslo 1

UNDERSØKELSE AV ARBEIDSFORHOLDENE I OVNSHALLENE VED
TINFOS JERNVERK A/S

av

Bjørn Gylseth, Bjarne Karth Johnsen og Jørgen Jahr

I. INNLEDNING.

Etter anmodning fra Tinfos Jernverk A/S og i samarbeide med bedriftens verne- og miljøutvalg, gjennomførte Yrkeshygienisk institutt i perioder 9/12-14/12- 1974 en undersøkelse av luftforholdene på en del arbeidsplasser i ovnshallene. Hensikten med undersøkelsen var å vurdere støvforholdene i bedriften for sammenligning med anbefalte normer for slike eksponeringer.

Ved den teknisk-hygøeniske undersøkelsen målte man eksponeringen under de enkelte arbeidsoperasjoner, samt gjennomsnittseksponeringen i løpet av skiftet. Videre ble det tatt prøver av den generelle atmosfæren på noen arbeidsplasser.

Den yrkessykdom man frykter ved arbeidet i en atmosfære som inneholder fri krystallinsk kvarts er silikose. Dette er en sykdom som fører til bindevevsforandringer i lungene, hvilket kan føre til nedsatt lungefunksjon. Sykdommen oppstår ved deponering av støvet i bestemte deler av lungene, i de såkalte alveoler (lungeblærer). Bare partikler $< 5 \mu\text{m}$ avsettes i disse deler av lungene. Større partikler stanses nesten fullstendig før de når ned til alveolene og har derfor liten eller ingen evne til å fremkalle silikose. Den amorfe SiO_2 fra ferrosilisiumproduksjon oppstår ved kondensasjon fra gassfase ved høy temperatur, og partiklene er derfor tilnærmet kuleformet. Dyreforsøk tyder på at amorf SiO_2 har liten evne til å fremkalle silikose sammenlignet med krystallinsk SiO_2 . Støvet har tendens til å agglomereres, og et slikt agglomerat vil oppføre seg som en større partikkel i luftveiene. Hvis disse er $> 5 \mu\text{m}$ vil de ikke kunne komme ned i lungealveolene, og dermed heller ikke gi noen silikose. Ved moderat kvartspåvirkning utvikles silikose først etter en lang årrekke, opptil fra 15-30 år.

1. Helsevirkning på mennesker.

Arbeiderne i ovnshusatmosfæren er utsatt for amorf SiO_2 oppblandet med en del andre komponenter, som medrevne koks- og til dels også kvartspartikler, samt varierende mengde metallforbindelser av vekslende sammensetning.

For ovnshusarbeidere er det motstridende rapporter om risikoen for silikose. Fehnel¹ fant ikke noen tilfeller av silikose i amerikanske ferrosilisiumverk. Panchery² fant svak fibrose, men ingen silikose blant arbeiderne i FeSi-verk. Dette ble senere bekreftet av Radica³, men det var to tilfeller hvor fibrosen var øket. Heller ikke Drees og Young⁴ eller Roberts⁵ har funnet silikose hos ferrosilisiumarbeidere, til tross for delvis høy eksponering.

Broch⁶ hevdet å ha funnet 29 tilfeller av silikose og 30 suspekterte tilfeller blant 208 arbeidere i norske verk. Av disse tilfellene var det 6 som hadde arbeidet andre steder, i kvartsbrudd, i kvartsknuseanlegg, pakkeri osv. Denne undersøkelsen er ikke etterkontrollert, og man må stille et spørsmålstegn ved den når man sammenholder den med de øvrige undersøkelser som foreligger.

Glømme og Swensson⁷ undersøkte 865 arbeidere fra norske og svenske ferrosilisium-smelteverk og fant først 17 tilfeller hvor lungeforandringene svarte til silikose. Av disse var det bare 4 som hadde arbeidet i ovnshusatmosfæren. De hadde svake lungeforandringer, og forfatterne konkluderer med at risikoen for støvlungesykdom på grunn av selve ovnshusatmosfæren er meget beskjeden.

Ti pasienter som hadde arbeidet nokså kort tid i et lite ferrosilisiumverk, ble av Bruce⁸ i 1937 antatt å ha silikose. Swensson og medarbeidere (1971) har fulgt opp disse pasienter, og fant at hos mange hadde symptomene gått tilbake eller forsvunnet fullstendig. Bare ett av tilfellene ble karakterisert som silikose.

Foreløpig er det vanskelig å trekke noen sikker konklusjon av de undersøkelser som foreligger. Sannsynligvis har den amorfe kisel-syre som oppstår ved ferrosilisium-produksjon en lett silikosefremkallende egenskap, men i langt svakere grad enn vanlig krystallinsk kvarts.

2. Yrkeshygieniske grenseverdier.

I vår liste for 1973/1974 er det på side 29 tatt inn forslag til yrkeshygieniske grenseverdier for støv med fri krystallinsk SiO_2 . Det er angitt to verdier for hver modifikasjon: En lav, TLV_L og en høy, TLV_H . Hvis støvkonsentrasjonen ligger under de laveste verdier, er risikoen for silikose helt ubetydelig. Konsentrasjonen mellom de to verdier tyder på at man bør sørge for å bedre støvforholdene innen en rimelig tid, f.eks. et par år. Ved støvkonsentrasjoner over TLV_H må man regne med at det kan foreligge en betydelig silikoserisiko, og forholdene bør søkes bedret snarest, i første omgang ved å la arbeiderne bruke støvmaske.

Støv fra denne type industri inneholder i tillegg til amorf SiO_2 også varierende mengder jern og mangan, samt naturlig forekommende sporelementer, avhengig av hva som produseres. Grenseverdien for jern og mangan er satt til henholdsvis 3,5 og 5 mg/m^3 regnet som rent metall. Grenseverdien for mangan er å anse som en takverdi som ikke bør overskrides. Grenseverdien for amorf SiO_2 er i vår liste av 1973-74 satt til ~~20 mppm som tilsvarer 7 mg/m^3~~ ^{2-5 mg/m^3} . Da støvsammensetningen viser store variasjoner, skulle man teoretisk måtte sette forskjellige grenseverdier for totalstøvet, avhengig av arbeidsplassen.

Da dette vil støte på praktiske vanskeligheter, vil det for de aller fleste arbeidsplassers vedkommende være naturlig å anvende en felles grenseverdi. Ut fra dette har vi funnet det rimelig å sette en grenseverdi for denne typen støv til 5 mg/m^3 , forutsatt at konsentrasjonen av krystallinsk SiO_2 ikke betinger en lavere verdi.

II. TEKNISK-HYGIENISK UNDERSØKELSE.

1. Støvprøver.

Den teknisk-hygieniske undersøkelsen omfattet 6-7 timers personlige luftprøver av arbeidernes støveksposering. Prøvene ble tatt med hjelp av Casella bærbare pumper med filterholderne festet til kraven på arbeidstøyet. For å kartlegge det generelle støvnivået ble fem stasjonære pumper av type Edwards plassert på de viktigste stedene. Da det er lite sannsynlig at den personlige eksponeringen

på de forskjellige arbeidsplassene varierer nevneverdig med de forskjellige døgntidene, ble det besluttet at disse målingene bare skulle utføres på formiddags-skiftet. Målingene med stasjonære pumper foregikk fra kl. 07.00 om morgnen til kl. 20.00 om kvelden.

Det ble besluttet å måle den personlig eksponering med bærbare pumper ved følgende arbeidsoperasjoner:

Antall pumper	Anlegg	Produkt	Arbeidsoperasjon
2	4	Silicomangan	Mantelsveisere
1	4	" "	Mantelpåfyller
1	4	" "	Ovnspasser
1	4	" "	Pakker
1	5	Ferrosilisium	Pakker
2	3	" "	Ovnspassere
2	vedlike- holdsavd	alle	Reparasjonsarbeid

Ved stasjonær prøvetaging av den generelle atmosfæren ble følgende målepunkter tatt ut:

Antall pumper	Anlegg	Produkt	Arbeidsoperasjon
1	4	Silicomangan	Mantelsveising
1	4	" "	Massepåfylling
1	4	" "	Søylerad m/tappehall og pakkehald
1	4	" "	Vekt i pakkeanlegg
1	5	Ferrosilisium	Knekkemaskin

III. ANALYSERESULTATER.

Etter gravimetrisk bestemmelse av totalstøvinnholdet ble en del av prøvene analysert i atomabsorpsjonsspektrofotometer på mangan og jern. Analyse av samtlige prøver ville være meget tidkrevende. Et representativt utvalg av prøver ble derfor plukket ut etter skjønn. Ut fra disse analysene skulle man kunne angi metallinnholdet i støvet fra de forskjellige anleggene med relativt stor sikkerhet. Søylediagrammene i figur 1-4 gir en oversikt over måleresultatene.

95 % konfidensgrenser er bare beregnet for de stasjonære målingene ved mantelpå sveising og massepåfylling (se figur 1). I tillegg er også TLV tegnet inn på figurene. I tabellene 1-7 er enkeltverdiene for mg totalstøv/m³, mg Mn/m³ og mg Fe/m³, samt middelverdiene for den generelle atmosfære og for hver enkelt arbeiders personlig eksponering angitt.

Etter avtale ble prøvene for vedlikeholdsarbeiderne (Tveit, Grindalen) i tillegg analysert på α -kvarts, da de til dels utførte reparasjonsarbeide i nærheten av kvartsbåndet. α -kvarts-innholdet i totalstøvet er generelt lavt basert på tidligere erfaringer, og har derfor neppe noen helsemessig betydning. Et unntak er arbeidet som foregår i nærheten av kvartsbånd eller kvartsknuseanlegg, samt lossing og bearbeiding av kvartsen. Denne produksjonsprosessen kan medføre en spesiell helserisiko uten direkte tilknytning til ovnshall-eksponeringen.

IV. VURDERING AV ARBEIDSPLASSENE.

1. Jern-og manganeksponering.

Vurdering av analyseresultatene med hensyn på jern-og manganinnhold er til dels utelatt i og med at grenseverdien for totalstøvet er satt til 5 mg/m³. Grenseverdien for mangan er som tidligere nevnt 5 mg/m³ og for jern 3,5 mg/m³.

Prøver tatt i anlegg 3 ved ovn 10 og 12 viser et jerninnhold i støvet på fra 1,6 til 4,5 % Fe, som skulle være representativt for jerninnholdet i støvet fra ovnshusatmosfæren i et FeSi-verk. De stasjonære målinger ved FeSi-knuser viser også et lavt jerninnhold.

I de fleste tilfeller vil jerninnholdet ligge i underkant av 5 % i støv fra denne type atmosfære. Det vil si først ved totalstøvkonsentrasjoner på ca. 70 mg/m³ vil grenseverdien for jern overskrides. Jerninnholdet vil av denne grunn være av relativt liten betydning helsemessig sett.

Tilsvarende undersøkelser utført ved annet verk i Norge viste at mangankonsentrasjon i blodet hos arbeiderne lå på et lavt nivå

(1-4 $\mu\text{g}/100$ ml blod), dvs. verdier man vanligvis vil finne hos ikke yrkeseksponerte arbeidere. Det er imidlertid viktig å understreke at man ved mangan-forgiftning ikke alltid vil finne økte verdier i blod, og denne analysen har derfor begrenset verdi.

Analysene av støv fra siliko-manganhallene viser et gjennomsnittlig manganinnhold på ca. 20 %, med massepåfylling (17-28 %), mantel-sveising (15-19 %), pakkeri (24-29 %) og mantelverksted (18-21 %). Dette vil si at totalstøvkonsentrasjonen må overskride ca. $25/\text{m}^3$ for å gi konsentrasjoner som overskrider grenseverdien for mangan.

Mangan-analysene av støv viser at ved for høye totalstøvkonsentrasjoner vil grenseverdien for mangan overskrides betraktelig. Den varierende bruk av verneutstyr gjør det vanskelig å fastslå om det foreligger noe direkte helserisiko på grunn av manganpåvirkning.

2. Personlig eksponering.

Den høyeste personlig eksponering var på $860 \text{ mg}/\text{m}^3$. Denne verdien er usannsynlig og må enten skyldes at vedkommende denne dagen har utført et arbeide i umiddelbar nærhet av spesielt støvfremkallende arbeidsoperasjoner, eller at prøven overhodet ikke er representativ for forholdene. Denne verdien er derfor ikke tatt med i beregning av middelverdien. Tilsvarende prøver tatt dagen før av den samme mann ($121 \text{ mg}/\text{m}^3$) virker også mistenkelig sett i relasjon til de andre verdiene. Disse høye enkeltverdiene medfører også at middelverdiene for arbeiderne fra verkstedet overskrider den angitte grenseverdien betraktelig. Resultatene viser imidlertid at grenseverdien er mere eller mindre overskredet i de fleste tilfeller, bortsett fra prøvene tatt i ovnshall anlegg 4, ovn 15, som viser en gjennomsnittsverdi under den angitte grenseverdien.

3. Generell atmosfære.

De stasjonære målingene foretatt ved FeSi-knuser i anlegg 5 viser tilfredsstillende resultater, så lenge knuseren er ute av drift. Dette skulle tyde på at det generelle støvnivået i denne avdelingen er akseptabel. Støvkonsentrasjonen med knuser i drift viser en relativt beskjeden overskridelse. Dette gjelder i umiddelbar nær-

het av knuser.

De stasjonære målingene fra anlegg 4, ovn 14, viser som ventet en mer eller mindre betydelig overskridelse av grenseverdien, bortsett fra målingene foretatt i tappehallen. Det siste gir en indikasjon på at den generelle støvkonsentrasjonen på gulvnivået i tappehallen, hvor det ikke foregår spesielt støvfremkallende arbeidsoperasjoner, er akseptabel. Når knuser, vekt og tappehull vil sannsynligvis korttidseksponeringene overskride grenseverdien i vesentlig grad.

4. Kvartseksponering.

Kvartsanalyser ble foretatt på prøvene for vedlikeholdsarbeiderne, Tveit og Grindalen. Disse har til dels arbeidsoperasjoner i nærheten av kvartsbånd, transport av kvarts etc.

Støvet på filter 476, 400 og 442 ble slått sammen, sedimentert for å bestemme fraksjonen med partikkelstørrelse $< 5 \mu\text{m}$ og denne ble analysert på infrarød spektrofotometer for bestemmelse av α -kvartsinnholdet. Analysen viste at finstøvet inneholdt 46 % kvarts (6,6 % av totalstøvet).

Støvet fra filter 470, 467 og 405 ble etter forbehandling oversendt Analytica AB, Sverige, for kvartsanalyse ved røtgendiffraksjon. Fraksjonen mindre enn $5 \mu\text{m}$ viste seg å inneholde fra 6-15 % α -kvarts. De store variasjoner i analyseresultatene kan muligens forklares ved at prøvene kommer fra to arbeidere som kan ha hatt til dels varierende mengde arbeide i nærheten av kvartsbåndet. Videre var støvmengden liten på de prøvene som viste det laveste kvartsinnhold. En analyse basert på en forutgående sedimentering vil derfor være beheftet med relativt store feil. Ut fra disse analyseresultatene er det derfor vanskelig å angi risikoen forbundet med denne type arbeid. For å få klarlagt dette, bør muligens nye prøver tas - samtidig som man følger arbeidsrutinen i løpet av dagen for å kartlegge eventuelt hvor stor del av arbeidet som foregår på steder med mulighet for kvartseksponering.

IV. KONKLUSJON.

Resultatene fra støvmålingene viser at støvforholdene på de fleste arbeidsplasser ikke er tilfredsstillende. Man er klar over at det produksjonsteknisk og ventilatorisk er et vanskelig problem å redusere støvkonsentrasjonen til et yrkeshygienisk akseptabelt nivå. På lengre sikt bør målsettingen være å anvende helt eller nesten helt lukkede ovner i produksjonen med innkapsling, henholdsvis montering av avtrekk ved andre støvende arbeidsoperasjoner. Bruk av personlig verneutstyr, som f.eks. støvmaske, vil redusere eksponeringen, og dette anbefales brukt i den utstrekning det er mulig inntil forholdene er utbedret. Man er imidlertid klar over at dette på en rekke arbeidsplasser vil støte på vanskeligheter på grunn av temperaturforholdene. Prinsipielt bør personer med lungesykdommer, som f.eks. kronisk bronchit eller asthma ikke ansettes på arbeidsplasser med risiko for støveksponering. Ansatte med subjektive lungeplager og/eller patologiske forandringer bør overføres til arbeidsoperasjoner med lavest mulig støveksponering. Rutine for teknisk-hygienisk kontroll bør innføres. Dette kan gjøres ved hjelp av målinger av den generelle arbeidsatmosfæren, supplert med en del individuelle målinger. Disse vil være et verdifullt sammenligningsmateriale ved fremtidige produksjonstekniske og ventilatoriske forandringer.

TABELL 1. RESULTATER ANLEGG 4.

Stasjonære målinger, massepåfylling oven 15.

Filter nr.	Dato.	Totalstøv(mg/m ³).	Middelveirdi-Konfidensgrenser.	Mangan(mg/m ³).	Jern(mg/m ³)
474	9/12	(126.5)		21.6(17.1%)	-
406	10/12	27.9		6.3(22.6%)	-
416	11/12	26.2		5.2(19.8%)	-
438	"	20.3		5.8(28.5%)	-
446	"	22.2	22.4(17.3 - 27.5)		
430	12/12	17.6			
422	"	13.3			
348	"	19.5			
349	13/12	32.3			

Stasjonære målinger, mantelsteising oven 14.

468	9/12	23.3		3.6(15.4%)	-
417	"	14.6		2.3(15.8%)	-
408	"	9.7		1.7(17.5%)	-
414	10/12	15.8		2.4(15.2%)	-
411	"	21.1	14.6(9.8 - 19.4)	4.1(19.4%)	-
432	11/12	9.7			
437	"	7.3			
436	"	1.4			
431	12/12	21.5			
428	"	13.0			
347	"	10.6			
350	13/12	27.2			

TABELL 2. RESULTATER ANLEGG 4.

Stasjonære målinger, vekt pakkeri.

Filter nr. Dato. Totalstøv (mg/m³). Middelvei.

463	9/12	8.1
458	"	29.3
412	"	1.3
413	"	9.6

12.1 .Målingene tatt i løpet av en dag.Store aktivitets-
variasjoner i løpet av dagen.

Stasjonære målinger, tappehall ovn 14.

454	9/12	4.1
402	"	1.7
419	"	2.8

2.9

TABELL 3. RESULTATER ANLEGG 4.

<u>Målinger med bærbare pumper.</u>				
Filter nr.	Dato.	Totalstøv (mg/m ³).	Middelverdi (mg/m ³).	Mangan (mg/m ³).
<u>Deilind, ovn 14.</u>				Jern (mg/m ³).
409	11/12	9.7		
439	12/12	6.4	9.9	
426	13/12	13.7		
<u>Seljenes, ovnshall 15.</u>				
450	9/12	3.1		
427	12/12	3.6	3.0	
423	13/12	2.4		
<u>Kalbekkdalen, anlegg 4.</u>				
459	9/12	23.6		
475	10/12	11.0		
397	11/12	15.5	22.4	
441	12/12	48.8		
363	13/12	13.0		
<u>Anundskås, pakker.</u>				
464	9/12	114.9		28.1 (24.5%)
452	10/12	36.6		9.1 (24.9%)
421	11/12	14.2	36.5	4.2 (29.6%)
429	12/12	14.9		
362	13/12	2.0		

TABELL 4. RESULTATER ANLEGG 5.

Målinger med bærbare pumper.

Filter nr. Dato. Totalstøv(mg/m³). Middelveidi(mg/m³).

Kleppe, mantelsveiser.

465	9/12	59.7	
473	10/12	8.3	
399	11/12	81.1	35.8
435	12/12	20.3	
362	13/12	9.4	

Landsverk, ovn 15.

466	10/12	3.2	
-----	-------	-----	--

Flaata, tapper ovn 15.

457	10/12	8.1	
-----	-------	-----	--

Timland, rengjøring av ovn.

420	11/12	13.0	
434	"	14.9	

TABELL 5. RESULTATER ANLEGG 3.

<u>Målinger med bærbare pumper.</u>					
Filter nr.	Dato.	Totalstøv (mg/m ³).	Middelverdi (mg/m ³).	Mangan (mg/m ³).	Jern (mg/m ³).
<u>Moen, ovn 10.</u>					
451	9/12	5.9			
404	11/12	15.1	12.4	-	0.2
443	12/12	17.0		-	spor
425	13/12	11.6		-	"
<u>Johansson, ovn 12.</u>					
448	9/12	6.8			
398	11/12	17.6	19.6	-	0.6
444	12/12	38.4		-	1.2
424	13.12	15.6		-	0.7
<u>Tørre, ovnspasser ovn 10.</u>					
472	10/12	8.2			
<u>Lehmann, ovnspasser ovn 11.</u>					
471	10/12	12.0			

TABELL 6. RESULTATER VERKSTEDARBEIDERE.

<u>Målinger med bærbare pumper.</u>					
Filternr.	Dato.	Totalstøv(mg/m ³).	Middelverdi(mg/m ³).	Mangan(mg/m ³).	Jern(mg/m ³)
<u>Brenne,mantelverksted.</u>					
460	9/12	14.7		2.7(18.4%)	0.3
453	10/12	36.0		7.7(21.4%)	0.9
410	11/12	34.0	22.8	7.4(21.8%)	1.0
401	12/12	21.0		4.0(19.0%)	0.8
357	13/12	8.4		-	0.5
<u>Tveit,verkstedet.</u>					
455	9/12	31.7		0.3	0.9
476	10/12	63.7			
400	11/12	17.4	58.6		
401	12/12	121.4			
357	13/12	(860.9)	Inngår ikke i middelverdi.		
<u>Grindalen,verkstedet.</u>					
470	9/12	67.9			
467	10/12	100.1			
405	11/12	10.1	49.4		
445	12/12	14.5		3.9(26.9%)	-
370	13/12	54.3			

TABELL 7. RESULTATER ANLEGG 5.

Stasjonære målinger FeSi-knuser i drift.

Filter nr.	Dato.	Totalstøv(mg/m ³).	Middelverdi(mg/m ³).	Jern(mg/m ³).
366	16/12	9.2		
371	"	12.0		spor
365	17/12	5.0		"
364	"	7.9		"
351	18/12	7.7	7.7	"
360	"	6.9		"
355	19/12	4.8		
354	"	7.9		

FeSi-knuser delvis ute av drift.

469	9/12	4.4		
418	"	0.1		
407	"	0.1		
403	10/12	5.3		

Målinger med bærbare pumper.

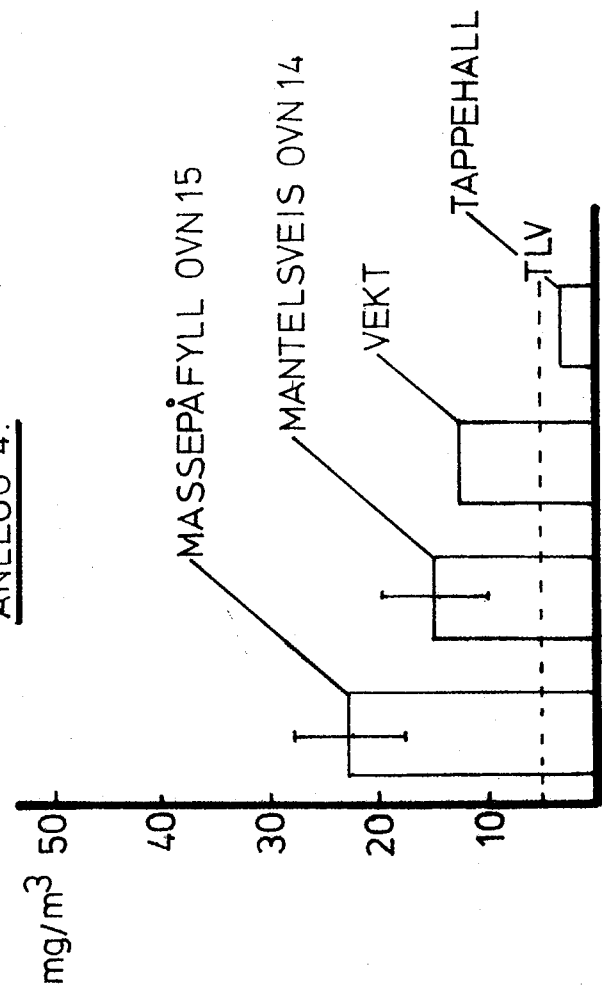
Marvik, pakker.

449	9/12	14.3		
456	10/12	7.2		
415	11/12	8.6	7.2	
440	12/12	3.0		
369	13/12	2.8		

Brenne, pakker.

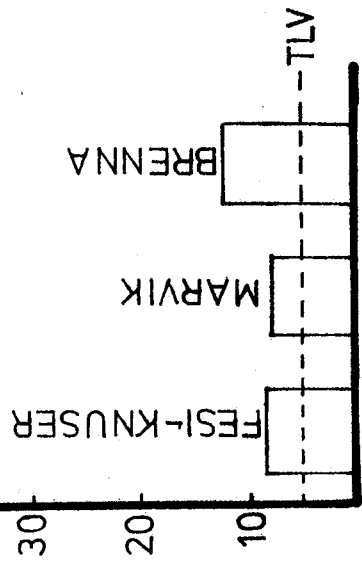
361	17/12	16.6		
356	18/12	7.8	11.7	
359	19/12	10.6		

ANLEGG 4.



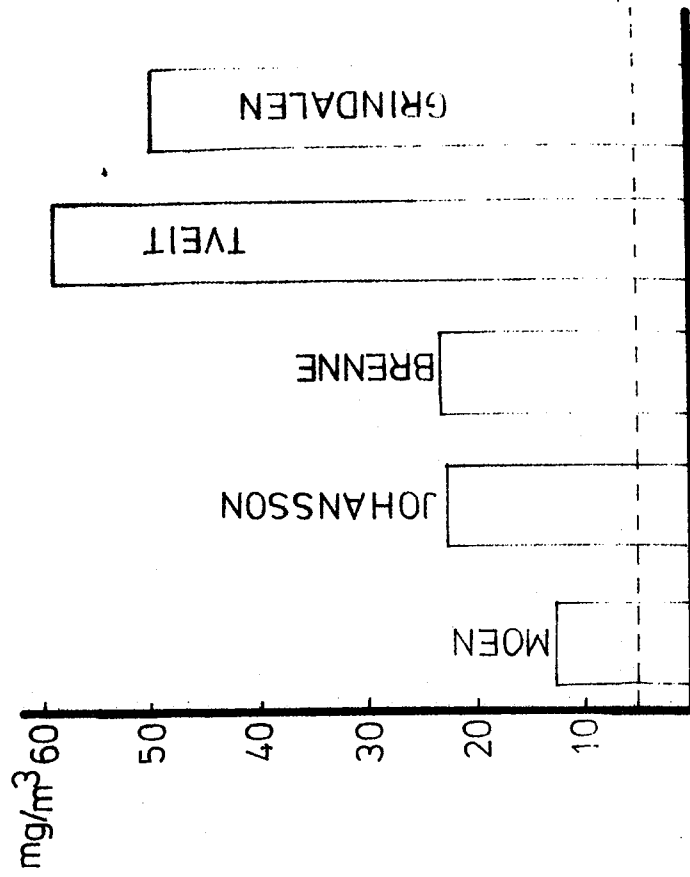
FIGUR 1. STASJONÆRE MÅLINGER.

mg/m³

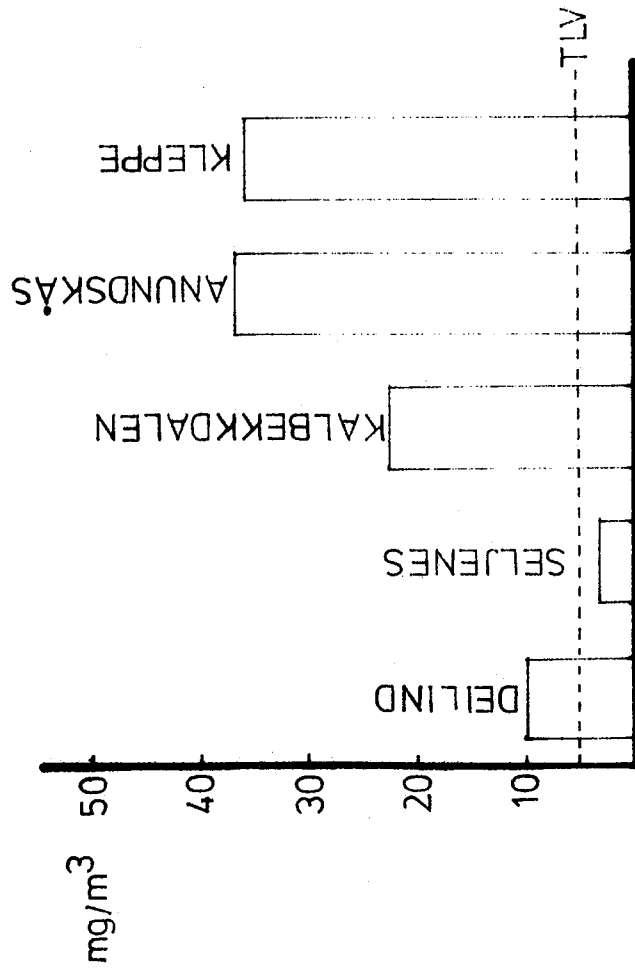


FIGUR 3. ANLEGG 5.

mg/m³



FIGUR 4. ANLEGG 3, VERKSTED.



FIGUR 2. BÆRBARE.

Litteraturliste.

- 1) Fehnel, J. Referert i referanse nr. 6.
- 2) Pancheri, G. La silicosi nella fabbricazione del ferro-silicio e del siliciuro di calcio. *Rass Med Industr* 17:1-15, 1948.
- 3) Radica, U. Contributo alla studio sulla pneumoconiosi da ferrosilicio. *Rass Med Industr* 3(25), 1956.
- 4) Drees og Jung. Privat korrespondanse - Glømme, Swensson.
- 5) Roberts, W. C. The ferroalloy industry hazards of the alloys and semimetals. Part II. *J Occup Med* 7:71-77, 1965.
- 6) Broch, C. Silikose forårsaket av røkstøvet i et ferrosilisium- og et ferrokromsmelteverk. Oslo 1953.
- 7) Glømme, J. og Swensson, Å. Risikoen for støvlungesykdom i ferrosilisiumsmelteverk. Del I-IV. Yrkeshygienisk institutt, Oslo. Karolinska sjukhuset, Stockholm.
- 8) Bruce, T. The occurrence of silicosis in the manufacture of silicon alloys. *J Industr Hyg Toxicol* 19: 155-162, 1937.