

Undersøkelse av arbeidsforholdene under
produksjon av silisium og ferrosilisium
ved Meraker Smelteverk A/S.

Del A. Teknisk-hygienisk undersøkelse.

Del B. Medisinsk undersøkelse.

av

Bjørn Gylseth, Asbjørn Kverneland og

Rønnaug Bruun.

HD 688/760510

Rapport:	Yrkeshygienisk rapport nr. 688/760510
Avdeling:	Teknisk og medisinsk avdeling.
Ansvarshavende:	Del. A.: Bjørn Gylseth. Del B.: Asbjørn Kverneland.
Stikkord:	Ferrolegeringer, støv, gass, lunge- funksjonsmålinger.

INNHALDSFORTEGNELSE

SIDE

	FORORD	1
	INNLEDNING	2
A.	<u>TEKNISK-HYGIENISK RAPPORT</u>	3
I	SUBJEKTIV OPPFATNING AV ARBEIDSMILJØET	3
II	GENERELT	4
	II.1 Produksjon	4
	II.2 Værforhold	4
	II.3 Tidligere undersøkelser	5
III	VURDERING AV STOFFER I PRODUKSJONEN	6
	III.1 Helsevirkning på mennesker	6
	III.2 Yrkeshygieneiske grenseverdier	10
IV	TEKNISK-HYGIENISKE UNDERSØKELSER	12
	IV.1 Støvmålingen	12
	IV.2 Gassmålingen	13
	IV.3 Temperaturmålingen	14
V	ANALYSERESULTATER	15
VI	VURDERING AV DE ENKELTE ARBEIDSPLASSER	16
	VI.1 Personlig eksponering	16
	VI.2 Generell atmosfære	16
	VI.3 Kvartseksponering	17
	VI.4 Gasseksponeringer	18
	VI.5 Temperaturforhold	19
	VI.6 Asbestmålinger	19
VII	SAMMENDRAG	21

B.	<u>MEDISINSK RAPPORT</u>	23
I	YRKESMEDISINSKE UNDERSØKELSER	23
	I.1 Helseintervju	23
	I.2 Legeundersøkelse av luftveiene	23
	I.3 Lungefunksjonsundersøkelsen	24
	I.4 Rtg. thorax	24
II	RESULTATER	25
	II.1 De ansattes oppfatning av arbeidsmiljøproblemene	25
	II.2 Røkevaner	25
	II.3 Subjektive luftveissyptomer	26
	II.4 Tidligere luftveissykdommer	27
	II.5 Legeundersøkelser	27
	II.6 Lungefunksjonsundersøkelser	27
III	YRKESMEDISINSK VURDERING AV RESULTATENE	29
	III. Lungefunn	29
C.	KONKLUSJON	31
D.	BILAG	32
	1. Litteraturliste	33
	2. Tabeller	
	3. Figurer	
	4. Grenseverdier for kvartsholdig støv	
	5. Eksempel på normal og patologisk lungefunksjon	

FORORD.

Denne undersøkelsen ble foretatt etter en forespørsel fra Meraker Smelteverk A/S.

Vi vil med dette rette en takk til de utenfor Yrkeshygienisk institutt som har bidratt til opplegg og utførelse av undersøkelsen.

En spesiell takk rettes til hovedverneombud O. Svartås, stabsmetallurg P. Hamnes, verneleder F. Hansen, Meraker Smelteverk A/ og yrkeshygieniker S. Solvang, Statens Arbeidstilsyn 10. distrikt Trondheim.

Cand.real. Bjørn Gylseth er ansvarlig for den teknisk-hygieniske rapporten. Dr. A. Kverneland er ansvarlig for den medisinske rapporten.

Bjørn Gylseth
cand.real.

Asbjørn Kverneland
ass.lege

Yrkeshygienisk institutt
Mai 1976

INNLEDNING.

Etter anmodning fra Meraker Smelteverk A/S, gjennomførte Yrkeshygienisk institutt i samarbeid med Statens Arbeidstilsyn 10. distrikt og bedriftens verne- og miljøutvalg en undersøkelse ved bedriften i perioden 22/3 - 26/3 1976. Undersøkelsen omfattet en teknisk-hygienisk kartlegging av eksponeringen for støv, gass og temperatur i ovnshall, pakkeri-knuseri og verksted, samt en medisinsk undersøkelse som omfattet et personlig intervju pr. spørreskjema samt lungefunksjonsprøver. Endel enkle kliniske undersøkelser ble også foretatt.

Hensikten med undersøkelsen var å vurdere eksponeringen for støv, gass og temperatur i bedriften for sammenligning med anbefalte normer for slike eksponeringer.

Ved den medisinske undersøkelsen ble det foretatt en sammenligning av ovnshusarbeidernes lungefunksjon og lungefunksjonen hos en kontrollgruppe (tilfeldig utvalgte kontorfunksjonærer).

Intervju pr. spørreskjema ble foretatt for å undersøke om det forelå sammenheng mellom arbeidernes subjektive oppfatning av støvbelastningen og den målte eksponeringen.

I. SUBJEKTIV VURDERING AV FORHOLDENE.

Det generelle inntrykk er at de rent "visuelle" arbeidsforhold kan bedres betraktelig. Støv-, slagg-, treflis og materialer forefinnes i store hauger på flere steder i ovns-hallen, spesielt på gulvplan, men også i de øvre etasjer i den gamle avdelingen. Dette vil alltid gi et bidrag til de generelle forholdene i lokalene. Ved trekk vil også støv fra de øvre etasjer blåse ned, og gi en ekstra støvbelastning. En bør innføre rutiner for fjerning av støv, slagg, materialer etc. Likeledes bør en finne andre egnete lagringsplasser for treflis etc.

Det er spesielt dårlig renhold på ovn 2, 3 og 4.

Ved oljebrennerne i enden av hallen er avtrekkene dårlig. Mye røyk kommer ut i hallen. Ovnen har store lekkasjer som også gir bidrag til den generelle forurensningen.

Ved åpning av ovn og ved stamping av øser med Søderbergmasse er røykutviklingen meget stor. Denne dampen - røyken fra den oppvarmede massen inneholder tjærestoffer hvor enkelte av forbindelsene er potensielle kreftfremkallende stoffer.

Etter vår oppfatning burde både ovn (for myking av Søderbergmasse samt oljebrennere legges til eget avlukke med adekvat venti-lasjon. Inntil videre bør vedkommende som stamper anvende personlig verneutstyr.

Bruken av asbest må sies å være noe skjodesløs. Asbestduk anvendes som skjerm/vegg på stakebilen for ovn 2, 3, 4. Denne duken hang i bare laser. Videre var bearbeiding og klipping av asbestduk og plater langt fra tilfredsstillende. Dette vil bli kommentert ytterligere senere i rapporten.

Ved skifting/riving av isolasjon på ovnene bør en vise opp-merksomhet. Støvmaske bør anvendes i disse tilfellene.

II. GENERELT.

II.1 Produksjon.

Bedriften produserer silisiummetall og ferrosilisium baserte legeringer med 75% FeSi og 45% MgFeSi som hovedprodukter. Det produseres silisium metall på 2 store tre-fase ovner. På disse ovnene anvendes det prebaked elektroder.

På ovn 2 produseres ultraren 75% FeSi med strontium som legeringselement. Ovn 2 benytter trefasesystem med Søderberg-elektroder. På ovn 3 og 4 produseres det 45% FeSi med legerings elementene magnesium og cerium. Disse to ovnene er enfase-ovner med Søderbergelektroder.

Produksjonen av silisium og ferrosilisium er basert på karbo-termisk reduksjon av SiO_2 . Legeringselementene magnesium, strontium og cerium blir tilsatt metallsmelten i gedigen form eller som oksyder eller legeringer.

II.2 Værforhold - Ovnsdrift.

Arbeidsforholdene i og utenfor produksjonslokalene er i mange tilfeller avhengig av de rådende værforhold og ovnsdriften. Ved spesielle meteorologiske forhold får en nedslag av røyken (fra pipene).

Ovnsgang med "gassblåsing" rundt elektroder og ut av tappehull, forekommer ved spesielle forhold mellom smelte og charge i ovnen. Dette kan ofte gi enorm røykutvikling. Under spesielt ugunstige forhold kan dette medføre at større røyk-støvmengder slippes ut i ovnshallen.

Været i perioden 22/3 - 26/3 varierte fra stille - østlig laber bris. Temperaturen varierte fra $+ 5$ - $+ 15$ °C med overgang til mildvær i slutten av perioden. 2. og 3. dag forekom det delvis nedslag av røyken.

Det er ikke mulig å få et representativt bilde av værforholdenes innvirkning på arbeidsforholdene i løpet av en 5-dagers periode.

Det er rimelig å anta at vær-situasjonen i angjeldende periode var noenlunde representativ for forholdene på denne årstid.

Den tørre værtypen medførte imidlertid meget små konsentrasjoner av fosfin i arbeidsatmosfæren. Det var kun i forbindelse med spesielle arbeidsoperasjoner at denne gassen kunne luktes.

Forholdene i ovnshallen er som nevnt avhengig av ovnsdriften. Første dagen av undersøkelsen forløp med stort sett normal ovnsdrift. Andre dagen forekom det "gassblåsing" på ovn 3 og 4. Tapping og staking, samt også tildels nedslag av røyken medførte at forholdene i de øvre etasjer ble meget ugunstige. Forholdene på mantelloftene og på materialbanen for ovn 2, 3 og 4 var spesielt ugunstige og det var nærmest umulig å oppholde seg der.

3. dagen fikk en også kraftig gassblåsing på ovn 22. Dette vedvarte også den påfølgende dag. Dette medførte spesielt dårlige forhold i hele ovnshallen. Spesielt i området rundt ovn 22 og 21 og oppover i etasjene var forholdene meget ugunstige.

I løpet av 4. dagen ble det brent nytt hull i ovn 22, og den påfølgende dag var ovnsdriften igjen nær normal.

II. 3 Tidligere undersøkelser - litteraturreferanser.

Tidligere undersøkelser ved tilsvarende verk har vist at i denne type industri er arbeidsforholdene på mange arbeidsplasser uakseptable. Erfaringene er at en ved relativ liten innsats kan forbedre forholdene betraktelig på mange steder.

Via International Occupational Safety and Health Information Centre er det innhentet referanser på publikasjoner som i de senere år er utgitt og som omhandler arbeidsmiljøet i ferrolegeringsindustrien.

Disse referansene kan fås ved henvendelse til Elektrokemiske Arbeidsgiverforening.

III. VURDERING AV STOFFER I PRODUKSJONEN.

Den yrkessykdom en frykter ved arbeid 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 støv i bestemte deler av lungene, i de såkalte alveoler (lungeblærer). Bare partikler mindre en 5 μm 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 kvarts fra ferrosilisiumproduksjonen oppstår ved kondensasjon fra gassfase ved høy temperatur, og partiklene er derfor tilnærmet kuleformet. Dyreforsøk tyder på at den amorfe kvarts har liten evne til å fremkalle silikose sammenlignet med krystallinsk kvarts. Støvet har en tendens til å agglomerere, og et slikt agglomerat vil oppføre seg som en større partikkel i luftveiene. Dersom disse agglomeratene er større enn 5 μm vil de ikke komme ned i lungealveolene, og dermed heller ikke gi noen silikose. Ved moderat påvirkning vil silikose først kunne oppstå etter en lang årrekke, opptil fra 15-30 år. Dyreforsøk tyder på at Si-metallstøv er fysiologisk inert.

III. 1 Helsevirkning på mennesker.

Arbeiderne i ovnshusatmosfæren er utsatt for amorf kvarts oppblandet med endel andre komponenter, som medrevne tre-, koks- og tildels også kvartspartikler, samt varierende mengder metallforbindelser av vekslende sammensetning.

For ovnshusarbeidere er det motstridende rapporter om risikoen for silikose. Fehnel (1) fant ikke noen tilfeller av silikose i amerikanske ferrolegeringsverk. Panchery (2) fant en svak fibrose, men ingen silikose blant arbeiderne i FeSi-verk. Dette ble senere bekreftet av Radica (3), men det var to tilfeller hvor fibrosen var øket. Heller ikke Drees og Young (4) eller Roberts (5) har funnet silikose hos ferrosilisiumarbeidere til tross for delvis høy eksponering.

Broch (6) hevdet å ha funnet 29 tilfeller av silikose 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 Swensson (7) undersøkte 860 arbeidere fra norske og svenske ferrosilisiumverk 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 Bruce (8) i 1937 antatt å ha silikose. Swensson og medarbeidere (1971) har fulgt opp disse pasientene, og fant at hos mange hadde symptomene gått tilbake eller forsvunnet fullstendig. Bare et av tilfellene ble karakterisert som silikose.

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

FOSFIN (PH₃).

Fosfin (9) forekommer ofte som et biprodukt i denne type industri ved at fuktighet reagerer med fosfid (P₂Ca₃) som forekommer som forurensning i ferrolegeringer.

Fosfin er en gass som angriper sentralnervesystemet samtidig som den virker som en lungegift. Symptomer på fosfin-forgiftning kan være kvalme, oppkast, diaré, tørste, følelse av trykk i brystet, avsvimingsanfall etc.

Dyreforsøk indikerer at gjentatt innhalering av 5 - 10 ppm fosfin i et visst antall dager kan føre til kronisk subakutt forgiftning.

Arbeidere eksponert av og til, men i perioder på 8 timer eller mer av fosfinkonsentrasjoner opptil 35 ppm (men med middel på 10 ppm i de fleste tilfeller) fremviste tilsvarende symptomer som nevnt ovenfor.

Fosfin kan luktes. Den har en løkaktig lukt og luktegrensen er mindre enn 0,1 ppm som er under den yrkeshygieniske grenseverdien for en 8 timers eksponering.

Atmosfærisk konsentrasjon som vil gi øyeblikkelig livsfare er rapportert til ca. 400 ppm. Under produksjonen kan en forebygge utvikling av fosfin ved å minske tilgangen på fuktighet.

ARSIN (ASH₃).

Arsen forekommer også som forurensninger i produktene, og ved tilgang på fuktighet vil en få utvikling av arsin.

Arsin er en ekstremt akutt giftig gass. Litteraturen (10) angir 250 ppm i 30 minutter som fatal og 3 - 10 ppm kan forårsake forgiftnings symptomer i løpet av få timer. Nau (11) fant at dyr som ble eksponert 3 timer om dagen ved konsentrasjonen på 0,5 - 2 ppm utviklet et unormalt blodbilde i løpet av få uker. Typiske forgiftninger har resultert i hemolytisk anemi med eventuelt gulsott og hemoglobinuria.

Karbonmonoksyd (CO).

Karbonmonoksyd er en luktfri, fargeløs gass som virker direkte kvelende ved høye konsentrasjoner. CO inngår i blodets hemoglobin istedenfor oksygen og blokkerer dermed oksygenopptaket, med hjerneskode og kvelning som følge.

Konsentrasjonen mellom 500 - 700 ppm vil etter få timer gi svimmelhet, eventuelt avsvinningsanfall.

Videre har en etter hvert fått mistanke om at langtidseksponeringer for CO kan føre til en overhyppighet av hjerte- og karsykdommer.

I forbindelse med reparasjoner på ovnene bør en være oppmerksom på at store CO-konsentrasjoner kan forekomme. Kontinuerlig overvåkning (målinger) bør foretas i forbindelse med slike reparasjoner.

Strontium (Sr).

Strontium er angitt til å ha en lav - moderat giftighet.

Elementært strontium må ikke forveksles med den meget farlige isotopen strontium 90 som fremkommer ved kjernefysiske spregninger.

Strontium inngår som et sporelement i bensubstansen hos mennesker.

På grunn av stoffets lave-moderate giftighet, samt relativt lave (spesielle) anvendelse, er det ikke angitt noen yrkeshygienisk grenseverdi for dette stoffet.

Anvendelsen av strontium ved bedriften gir derfor ingen grunn til yrkeshygieniske bemerkninger.

Cerium (Ce).

Cerium er angitt å ha en meget lav giftighet. Uløselige salter som f.eks. oxalatet er ikke giftig selv i store doser. Cerium blir anvendt i medisinen til forebyggelse av kvalme.

Det er ikke angitt noen yrkeshygienisk grenseverdi for dette stoffet.

Legeringselementene som anvendes ved bedriften er i så små konsentrasjoner og de har så lav giftighet, at det overhodet ikke er forbundet noen fare med disse elementene.

Asbest.

Asbest er fellesnavnet på endel fiberformede mineraler som forefinnes gedigent i naturen. Lang tids eksponeringen for asbest (10 - 40 år) kan forårsake følgende sykdommer:

- 1) Asbestose (fibrosedannelse i lungene tilsvarende silikose).
- 2) Luftveiskreft (lungekreft).
- 3) Bukhinnekreft-lunghinnekreft(mesotheliomas).
- 4) Forkalkninger i bukhinnen (pleura-plaques).

Asbesteksponeringer og røyking har vist å gi en betydelig økt risiko for lungekreft enn asbest alene.

III.2 Yrkeshygieniske grenseverdier.

De yrkeshygieniske grenseverdier som anvendes (Threshold Limit Values, TLV), antas å være satt så lavt at praktisk talt alle mennesker uten skade eller ubehag kan arbeide hver dag et helt liv i en atmosfære hvor den yrkeshygieniske grenseverdien ikke blir overskredet. Disse grenseverdiene er imidlertid bare retningslinjer og gir ingen garanti for at særlig disponerte eller svakelige individer får plager. På den annen side er det heller ikke sikkert at en vil få verken skader eller irritasjoner selv om grenseverdien overskrides. De yrkeshygieniske grenseverdiene for kvartsholdig støv fremgår av vedlegg 4. Det er angitt en lav, TLV_L , og en høy verdi, TLV_H . Hvis støvkonsentrasjonen ligger under den laveste verdien, er risikoen for silikose ubetydelig. Konsentrasjoner mellom de to verdier tyder på at en bør sørge for å bedre støvforholdene innen rimelig tid. Ved støvkonsentrasjoner over TLV_H må en regne med at det kan foreligge en betydelig silikoserisiko, og forholdene bør utbedres snarest, i første omgang ved bruk av støvmasker.

Støv fra denne type industri inneholder i tillegg til den amorfe kvartsen også varierende mengder jern, silisium samt naturlig forekommende spormetaller, avhengig av hva som produseres. American Conference of Governmental Industrial

Hygienists angir grenseverdien for jern til 3.5 mg jern/m^3 , og for silisium 10 mg/m^3 . Grenseverdiene for amorf kvarts er foreslått til $TLV_L = 2 \text{ mg/m}^3$ og $TLV_H = 5 \text{ mg/m}^3$.

Da støvsammensetningen i denne type industri viser store variasjoner fra arbeidsplass til arbeidsplass, skulle en 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 anbefale en felles grenseverdi på 5 mg/m^3 for denne type blandingsstøv, forutsatt at konsentrasjonen av krystallinsk kvarts ikke betinger en lavere verdi.

Den yrkeshygieniske grenseverdien for fosfin er 0.3 ppm . For arsin er verdien 0.05 ppm . ($1 \text{ ppm} = 1 \text{ cm}^3 \text{ gass/m}^3 \text{ luft}$ eller 1 del gass/milliontedel luft).

Den yrkeshygieniske grenseverdien for CO er nå endret til 35 ppm som tilsvarer $5\% \text{ CO-hemoglobin}$ i blodet for en 8-timers eksponering på dette nivå.

Den yrkeshygieniske grenseverdien for asbest er $2 \text{ fibre/cm}^3 \text{ luft}$. Imidlertid er dette en verdi satt med hensyn på fremkallelse av sykdommen asbestose. Det finnes ingen dokumentasjon for at eksponeringer under denne verdien gir beskyttelse mot kreft. Av denne grunn bør en ved behandling av asbest tilstræbe så lave eksponeringer som mulig uten hensyn til eventuell grenseverdi.

Grenseverdien for white spirit er foreslått til 100 ppm .

IV. TEKNISK-HYGIENISK UNDERSØKELSE.

IV.1 Støvmålinger.

Den teknisk-hygieniske undersøkelsen omfattet 6 - 7 timers personlige prøver av arbeidernes arbeidsatmosfære. Prøvene ble tatt ved hjelp av bærbare pumper av Casella type med filterholderne festet til kraven på arbeidstøyet. På denne måten får en et direkte mål for arbeidernes gjennomsnittlige eksponering i løpet av en arbeidsdag. For å kartlegge det generelle nivået av støv i de respektive lokaler ble stasjonære pumper av type Edwards plassert på de viktigste stedene. Da det er lite sannsynlig at den personlige eksponeringen varierer nevneverdig med de respektive skift, ble det besluttet at målingene skulle utføres på formiddagsskiftet.

Den personlige eksponeringen ble målt på følgende arbeidsplasser:

1. En person ved veiestasjon - pakking av Si.
2. En reparatør - veiestasjon - slagrist.
3. En vaktmann - transport - silotopp - mix.
4. To rengjørere ovn 22.
5. En stakebilkjører ovn 22.
6. En ovnsreparatør - kontrollør ovn 22.
7. En tapper ovn 22.
8. En person på slagrist.
9. En chargerer - tapper - staker ovn 21.
10. En materialkjører for Søderbergovnen.
11. En elektrodemontør for ovn 1, 21, 22.
12. En stamper ovn 2 og 4.
13. En mantelsveiser.
14. En øsespetter.
15. En chargekjører - staker ovn 2 og 4.
16. En tapper ovn 2 og 4.
17. En person i silograva.
18. To håndknusere MgFeSi-pakkeri.
19. En person i superseedpakkeri.

Målingene med stasjonære pumper ble foretatt på følgende steder:

1. I pakkeri-knuseri for Si.
2. I superseedpakkeri.
3. På mantelplan ovn 2 og 4.
4. På tappeplan ovn 21.
5. På tappeplan ovn 2 og 4. (Materialbane).
6. På topp av dagsilo ovn 2, 3 og 4.
7. I gamle silograv.
8. I mixeavdelingen (mixen).

IV.2 Gassmålinger:

Ved samtlige gassmålinger ble det benyttet Drägerrør for de respektive gassene. Værtyper i undersøkelsesperioden (kalde, tørt vær) forårsaket meget liten fosfin/arsin utvikling. Fosfin kunne luktes ved enkelte arbeidsoperasjoner. Sporadiske målinger (se tabell 11) viste samtlige $< 0,1$ ppm fosfin. Fosfin og arsin identifiseres ved samme reaksjon i Drägerrørene. Da målingene ikke viste vesentlig utslag for fosfin, ble det ikke foretatt arsinmålinger.

Imidlertid har målinger ved tilsvarende verk vist at en ved fuktige værtyper (med lekkasjer) kan få betydelige mengder fosfin/arsin utviklet. Av denne grunn bør en alltid sørge for minst mulig fukt-tilgang på produktene.

Det ble likeledes foretatt endel målinger av CO i ovnshusene. Resultatene fremgår av tabell 12. Generelt i ovnshallatmosfæren ble det påvist 3 - 10 ppm CO. Dette tyder på at forbrenningen er fullstendig og at det er få lekkasjer. Det generelle nivået av CO består av bidrag fra ovner, trucker og lignende. Imidlertid er det også bidrag fra andre kilder. Det ble funnet hauger med glødende treflis i enden av ovnshallen (gamle avd.). Like over dette området ble det påvist 100 ppm CO. På materialbanen ble det påvist 60 ppm like over silolukene. I nærheten av vognen ble det påvist 8 - 10 ppm CO.

Dette bidrar til den generelle forurensningen i ovnshallen. Det kan likeledes nevnes at sprut under tappingen hadde satt fyr i treverket under chargegulv ved ovn 2 - 3. Dette ble ikke slukket før verneleder kom tilstede. Slike ulmebranner bør slukkes straks de oppdages.

IV.3 Temperaturmålinger.

Måling av strålevarmen fra ovnene ble foretatt med et wet-globe-termometer (WGT) på følgende steder:

1. På tappedørk ovn 22, 21, 2 og 4.
2. På chargeplan ovn 21, 2, 3 og 4.
3. I stakebil ovn 22, 21, 2, 3 og 4.
4. Utenfor kontrollrom ovn 21, 2, 3 og 4.

Dette termometeret muliggjør en samtidig indikering av luftens temperatur, trekk, fuktighet og termisk bestråling. Det kan til en viss grad sammenlignes med den menneskelige responsen på disse faktorene. Instrumentet består av en hul kopperkule som er svartmalt og dekket med svart tøy. Tøyet fuktes kontinuerlig av vann fra et overliggende reservoar.

Høy temperatur - strålevarme på arbeidsplassen vil øke arbeidernes ubehag. Tungt arbeid i varme omgivelser kan forårsake virkninger som uttørking, kramper, utmatting og kollaps. For å unngå virkninger av denne karakter har ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) satt opp normer for slike varmeeksponeringer. Disse verdiene er vanligvis angitt som WBGT (wet-bulb-globe-temperature) og har følgende relasjon til WGT-målingene foretatt i dette tilfellet:

$$WGT = 0.958 \cdot WBGT + 3.2.$$

I tabell 15 er ACGIH's verdier omregnet til WGT ifølge ovenstående formel.

V. ANALYSERESULTATER.

Totalstøvinneholdet i prøvene ble bestemt gravimetrisk. Noen videre kjemisk elementanalyse ble ikke utført da tidligere erfaringer har vist at det bare finnes spor av giftige tungmetaller i denne type støv. Likeledes har tidligere analyser vist at jerninnholdet i støvet er relativt lavt (ved produksjon av ferrosilisium), og at først ved totalstøvkonsentrasjoner over 50 mg/m^3 vil grenseverdien for jern overskrides. Jerninnholdet vil av denne grunn være av liten betydning ved vurdering av en eventuell helsefare.

Resultatene fremgår av tabellene 1 - 6. I tabellene er enkeltverdiene for mg totalstøv/m^3 , middelerdiene for den generelle atmosfære og for hver enkelt arbeiders eksponering angitt. For alle målingene er 95% konfidensgrenser for middelerdiene beregnet (dvs. 95% sannsynlighet for at den virkelige (sanne) middelerdi ligger innenfor disse grensene).

I mange tilfeller er spredningen i resultatene stor. Dette medfører vide konfidensgrenser. I disse tilfellene gir konfidensgrensene liten informasjon, og "Range" (laveste og høyeste verdi) bør isteden anvendes. Ved beregning av middelerdi og konfidensgrenser er det benyttet log-normal fordeling basert på tidligere erfaringer. Analyseresultatene er fremstilt grafisk i figur 1 og 2.

Innholdet av amorf og krystallinsk kvarts er analysert i de prøvene hvor det er antatt at disse stoffene ville forefinnes. Prøvene fra samme person (arbeidsplass) er slått sammen før analyse. Glødetap, finstøvandelen og innholdet av kvarts er derfor en gjennomsnittsverdi fordelt over prøveperioden.

Kvartsinnholdet er dels bestemt ved infrarødspektrofotometri, dels ved røntgendiffraksjon.

VI. VURDERING AV DE ENKELTE ARBEIDSPLASSER.

VI.1 Personlig eksponering.

Den høyeste personlige eksponeringen var på 55,2 mg/m³. Det er spesielt arbeidsoperasjonene reparasjon (veiestasjon - knusekontroll), slagrist, chargerer - tapper - staker ovn 21, mantelsveising, øsespetter, charging - tapping - staking ovn 2 og 4, arbeidet i silograv og håndknusing og rengjøring ovn 22 som viser de høyeste personlige enkelteksponeringer. Den anbefalte grenseverdien er i disse tilfellene betraktelig overskredet, og personlig verneutstyr bør benyttes ved støvfremkallende arbeidsoperasjoner, spesielt i forbindelse med kvartsholdig støv. Ingen av de kartlagte støveksponeringer kan betegnes som akseptable, men stakebilkjører og ovnsreparatorkontroll ovn 22, samt elektrodemontør for "prebaked" ovner og stamper ovn 2 og 4, viser de laveste eksponeringer.

Vaktmann på transport - silotopp og rengjørere ovn 22 viser også lave støveksponeringer, men i disse tilfellene må en forvente et relativt høyt kvartsinnhold som betinger en lavere grenseverdi (se bilag 4).

Resultatene viser ellers at forholdene varierer sterkt avhengig av ovnsgang, værforhold, tapping, staking, og ikke minst de enkelte arbeidsoperasjoner.

VI.2 Generell atmosfære.

Forholdene i de øvre etasjene i den eldre avdelingen er spesielt ufordelaktige på grunn av ovnskonstruksjonen. Målingen av den generelle atmosfæren på materialbane ovn 2, 3 og 4, samt mantelplan ovn 3, viser uakseptable verdier. Støvmaske må anvendes ved arbeidet på disse plan. Forholdene i Si-pakkeri (v/knuser) er heller ikke tilfredsstillende. Likeledes viser målingene på tappeplan ovn 2 og 3 at den generelle støvkonsentrasjonen i ovnshallen på gulvplan er for høy. Målingene foretatt i superseedpakkeri viser akseptable verdier. Forholdene på gulvplan ved ovn 21 er tilfredsstillende, men imidlertid skal det små personlige eksponeringer til før den anbefalte grenseverdien

overskrides. I gamle silograv og mixen er kvartsinnholdet i støvet høyt. Dette betinger lave grenseverdier og forholdene må karakteriseres som uakseptable.

VI.3 Kwartseksponering.

Analysene som er foretatt viser varierende mengder amorf kvarts. For de aktuelle arbeidsplasser varierer innholdet fra 26 - 64 %. Usikkerheten i analysen av amorf kvarts er estimert til ± 5 %.

Analysene viser videre at innholdet av krystallinsk kvarts er betydelig på enkelte arbeidsplasser. For vurdering av resultatene se bilag 4.

Personlige målinger:	Totalstøv mg/m ³	Støv <5µm %	mg støv <5µm/m ³	α-SiO ₂ %	TLV L	TL
1. Vaktmann-transp. silotopp	6.5	25.0	1.6	29.6	0.7	1.
2. Ovnsrep.kontroll ovn 22	5.6	31.0	1.7	6.5	2.2	5.
3. Øsespetter	37.2	33.4	12.4	1.0	4.2	10
4. Silograva (Werner)	14.7	34.3	5.0	49.6	0.5	1
5. Rengjører Ovn 22 Høgmo	15.3	32.4	5.0	13.2	1.4	3

Stasjonære målinger:

6. Gamle silograv	8.1	39.3	3.2	58.8	0.4	1
7. Mixen	2.0	65.6	1.3	29.4	0.7	1

Målingene viser at det på samtlige personlige prøvesteder foreligger en viss silikoserisiko. Innstallasjon av fjernovervåkingsanlegg for transport til siloer var allerede foretatt og under innkjøring. Ved arbeide i silograva og mixen må støvmaske anvendes kontinuerlig inntil forholdene er utbedret. En bør tilstrebe et bedre renhold i disse avdelingene. En høyere fuktighetsgrad på kvartsen under transport burde kunne oppnås.

Automatisering og fjernovervåking bør vurderes også i disse avdelingene.

De stasjonære målingene i silograva og mixen viser likeledes høyt kvartsinnhold i støvet. Spesielt i silograva er det generelle støvnivået (kvartsinnholdet) høyt. En bør gjøre samtlige som arbeider i disse avdelingene oppmerksom på at det foreligger en silikoserisiko, og at bruk av personlig verneutstyr inntil videre er påkrevet.

VI.4 Gasseksponeringer.

Resultatene fra gassmålingene fremgår av tabell 11 og 12. Som tidligere nevnt vil en få fosfin/arsin utvikling ved fukt-tilgang på produktene, spesielt i forbindelse med produksjon av ferrosilisium. På grunn av den tørre værtypen, samt generelt liten fukt-tilgang ble det ved samtlige målinger påvist $< 0,1$ ppm fosfin.

~~Den~~ Generelle CO-eksponeringen i ovnshallen er likeledes lav. Ingen av målingene i den generelle atmosfæren overskred 10 ppm. Ved spesielle punktkilder (glødende treflis, like over siloluke) ble det påvist henholdsvis 100 og 60 ppm CO.

Det ble ikke påvist CO-gass ved dekk-gass-sveising av ringer i malerverksted. Likeledes ble det påvist små konsentrasjoner av white spirit ved lakkering av fat. Resultatene fremgår av tabell 13.

