

Arbeidsmiljøundersøkelse

ved

Elkem-Spigerverket A/S,
Bremanger smelteverk
desember 1977

HDnr. 756/77

Yrkeshygienisk institutt
januar 1978

I. FORORD

Denne arbeidsmiljøundersøkelsen ble foretatt etter en anmodning fra Yrkeshygienisk institutt.

Vi vil med dette rette en takk til de utenfor Yrkeshygienisk institutt som har bidratt til opplegg og gjennomføring av undersøkelsen. En spesiell takk rettes til verneleder E. Rasmussen og verneombud Abelsen, Bremanger smelteverk A/S. Forsker Dr. Ph. E. Steinnes, Institutt for atomenergi takkes for sitt bidrag vedrørende analyse av biologiske prøver.

Følgende personer ved Yrkeshygienisk institutt har deltatt i undersøkelsen:

Avdelingsingeniør S. Børresen

Forsker P. Fjeldstad (ansvarlig for tjæremålingene)

Overingeniør B. Gylseth (ansvarlig for teknisk/hygieniske målinger)

Assistentlege H.L. Leira (ansvarlig for medisinsk undersøkelse)

Laborant B. Nilsen

Stipendiat E. Ophus

Ingeniør J.R. Pedersen

Sykepleier L. Røed

Yrkeshygienisk institutt
januar 1978

<u>INNHOLDSFORTEGNELSE</u>		Side
I.	FORORD	1
II.	SAMMENDRAG	3
III.	INNLEDNING	5
IV.	GENERELT	7
	IV. 1. Produksjon	7
	IV. 2. Drift i undersøkelsesperioden	8
	IV. 3. Værforhold i undersøkelsesperioden	12
V.	VURDERING AV STOFFER I PRODUKSJONEN - HELSEMESSIG VIRKNING PÅ MENNESKER	13
	V. 1. Amorf og krystallisk SiO ₂	13
	V. 2. Vanadiumforbindelser	15
	V. 3. Krom	18
	V. 4. Tjærestoffer - PAH	19
	V. 5. Fosfin (PH ₃)	21
	V. 6. Arsin (ASH ₃)	22
	V. 7. Karbonmonoksyd (CO)	22
	V. 8. Oson (O ₃)	23
	V. 9. Nitroøse gasser (NO + NO ₂)	24
VI.	YRKESHYGIENISKE GRENSEVERDIER	25
VII.	TEKNISK-HYGIENISK UNDERSØKELSE	29
	VII. 1. Støvmålinger	29
	VII. 2. Gassmålinger	31
	VII. 3. Tjæremålinger	32
VIII.	RESULTATER	33
	VIII. 1. Personlige målinger	33
	VIII. 2. Stasjonære målinger	35
	VIII. 3. Gassmålinger	36
	VIII. 4. Tjærestoffer	40
	VIII. 5. Sammenligning av målinger utført av YHI og BS.	41
IX.	MEDISINSK UNDERSØKELSE	42
	IX. 1. Lungefunksjon	42
	IX. 2. Spørreskjema	43
	IX. 3. Biologiske prøver	43
X.	RESULTATER	44
	X. 1. Lungefunksjonsmålinger	44
	X. 2. Spørreskjema	44
	X. 3. Biologiske prøver	47
XI.	LITTERATURLISTE	51

II. SAMMENDRAG

Teknisk-hygienisk undersøkelse.

Denne rapporten omhandler resultatene fra den teknisk-hygieniske og medisinske undersøkelsen ved Bremanger Smelteverk. På grunn av problemer med analyse av endel av prøvene, samt data-behandlingen av resultatene har rapporten blitt noe forsinket.

Ved vurderingen av resultatene har en benyttet de yrkeshygieniske grenseverdiene på side 26-28 som vurderingsgrunnlag. En ytterligere vurdering er foretatt i den medisinske rapporten ved sammenstilling av de medisinske og de teknisk/hygieniske data.

I den tekniske-hygieniske undersøkelsen er det vist at det er en lineær sammenheng mellom støveksposering og ovnsbelastning (W) for ovn V. Ved maksimal belastning på denne ovnen vil den personlige støveksposering overskride de anbefalte normer. En har ikke foretatt tilsvarende betraktninger for de øvrige ovnene. De personlige eksponeringene på ovn III synes akseptable. Imidlertid må en ta i betraktning at ovnsbelastningen var kun ca. 50% i undersøkelsesperioden.

Operatørene på ovn II og IV er tildels betydelig støveksposerte med unntak av ovnskjørerne.

For FeVoperatørene synes støv-, vanadium- og kromeksponeringen å være nær tilfredsstillende med unntak av to personer. Operatørene på V-anlegget viser en betydelig eksponering både med hensyn til totalstøv, vanadium og tildels også krom. Dette gjelder også operasjonene rensing og knusing. Ved eventuelle utbedringer bør V-anlegget prioriteres høyt. I de øvrige avdelinger synes det å foreligge uakseptable eksponeringer for reparatør/stamper, beltemann og mekaniker.

En har ikke påvist silikoserisiko på de arbeidsplasser som er undersøkt med hensyn på dette.

Vedrørende gasseksponeringer er det kun påvist helsefarlige konsentrasjoner i spesielle situasjoner. Dette gjelder fosfin og arsin i siloer for FeSi, samt korttidsverdier for oson ved argonsveising på kopper. Ved arbeide i silo og ved argonsveising av denne type må tilfredsstillende verneutstyr anvendes.

Det er videre foretatt undersøkelse av tjæreksponeringen på en del utvalgte arbeidsplasser. Ingen av de målte verdier overskrider de anbefalte normer. Imidlertid bør eksponeringene kontrolleres etter eventuelle utbedringer er foretatt.

Idet bedriften har kjørt med redusert effekt på to av ovnene i prøveperioden, bør eksponeringen ved maksimal ovnsbelastning kontrolleres når driften igjen er normal.

MEDISINSK UNDERSØKELSE

Den endelige konklusjonen på disse undersøkelsene blir at plager fra øyne, nese og øvre luftveier forekommer relativt hyppig. Plagene har sammenheng med mengden av støv og røyk i lokalene. Mengden av ferrovanadium synes ikke å spille noen rolle. Folks røykevaner spiller heller ingen rolle for forskjellen i hyppighet av plager.

Det er ellers en klar sammenheng mellom subjektive plager og subjektiv vurdering av arbeidsmiljøet og det som objektivt lar seg registrere, nemlig støvmålingene. Siden disse igjen sannsynligvis kan være relatert til effekten på ovnene, blir altså graden av plager avhengig av hvor hardt ovnene kjøres.

KONKLUSJON

1. De biologiske prøvene har vist at det er bra sammenheng mellom verdiene for vanadium i blod og verdiene i urin tatt samtidig. Urinutskillelsen gjenspeiler innholdet i blod.
2. Personer som i denne undersøkelsen er kalt høyeksponerte har som gruppe betraktelig høyere innhold av vanadium i blod og urin enn personer som er utsatt for vanadium i betydelig mindre grad.
3. Endringene i vanadium-innhold i blod og urin i løpet av et skift og i løpet av en 3-4 dagers periode gjenspeiler ikke vanadiumeksponeringen fra støv i de samme periodene.

Analyse av vanadium i biologisk materiale som blod og urin er altså ikke egnet som kontroll av yrkesmessig vanadiumeksponering.

III. INNLEDNING

Som et ledd i den pågående kartlegging av arbeidsmiljøet i norsk ferrolegeringsindustri rettet Yrkeshygienisk institutt en forespørsel til Elkem-Spigerverket A/S, Bremanger Smelteverk (BS) om gjennomføring av en undersøkelse ved BS. En slik undersøkelse ville være en naturlig fortsettelse av den løpende kartlegging av miljøfaktorer i denne type industri. Videre ville resultatene fra en slik undersøkelse være et verdifullt hjelpemiddel vedrørende prioriteringer av generelle miljøforbedringer ifølge arbeidstilsynets retningslinjer. To forhold gjorde at denne undersøkelsen ble noe mer omfattende enn tilsvarende andre steder. Det ene forholdet er at BS, som den eneste bedrift i landet, produserer ferrovanadium. Vanadium har lungetoksiske egenskaper og en ønsket å studere dette nærmere. Dessuten ville en undersøke om blod, eventuelt urinprøver kan brukes som en indikator for vanadiumeksponering. Det andre forholdet er en undersøkelse over dødelighet og kreftforekomst utført av Elkem Spigerverket og Kreftregisteret i perioden 1973-1975. Denne undersøkelsen viste ingen overhyppighet av kreft totalt sett, sammenlignet med landsgjennomsnitt, men en noe påfallende fordeling av kreft i de forskjellige organer. For eksempel var forekomsten av lungekreft mindre enn en skulle vente, mens særlig antallet nyrekreft var større. Denne undersøkelsen kunne ikke si noe om årsaken til denne uventede fordelingen. For å komme dette noe nærmere, spesielt for å se om forholdene i arbeidsmiljøet kan ha hatt betydning, ønsket Yrkeshygienisk institutt en så omfattende kartlegging som mulig. Bare ut fra et grundig kjennskap til

forholdene i dag kan vi trekke slutninger bakover i tiden om hvordan forholdene har vært. Årsakene til eventuell yrkesbetinget kreft ligger gjerne i arbeids- og miljøforholdene slik de var for 15-40 år siden.

Følgende undersøkelser er blitt gjennomført:

- 1) Teknisk/hygienisk kartlegging av støv og tjærestoffer, samt en del sporadiske gassmålinger.
- 2) Intervju av arbeiderne pr. spørreskjema 4 dager i undersøkelsesperioden.
- 3) Innsamling av blod- og urinprøver for analyse av eventuelt vanadiuminnhold før og etter skift 1. dag, samt etter skift 4. dag.
- 4) Lungefunksjonsundersøkelse før og etter skift 2 dager.

For analyse av sporkonsentrasjoner av vanadium i biologiske væsker, synes nøytronaktiveringsanalyse å være den mest følsomme metode. Yrkeshygienisk institutt innledet derfor et samarbeid med Institutt for atomenergi, Kjeller ved forsker Dr. Ph. E. Steinnes for gjennomføring av blod- og urinanalysene.

I denne rapporten blir det redegjort for resultatene fra de teknisk-hygieniske undersøkelsene. Det videre arbeid med den omtalte kreftundersøkelsen vil omfatte et nærmere studium av noen av de kjente tilfellene, samt et forsøk på kartlegging av arbeids- og

miljøforholdene bakover i tiden.

IV. GENERELT

IV. 1. Produksjon.

Bedriften produserer ferrosilisium-baserte legeringer med 75% og 90% FeSi som hovedprodukter. En del av 90% FeSi brukes internt som råmateriale for silgrainprosessen (silisiummetall).

Produksjonen av ferrosilisium er basert på karbotermisk reduksjon av SiO_2 . 75% - FeSi produseres på en lukket 3-fase ovn (ovn II). 90% FeSi produseres på en middels stor og en stor 3-fase ovn (ovn IV og V). Prosessen fra 90% FeSi til Si-metall foregår ved utlutning av 90% FeSi med saltsyre og jernklorid i vann ved ca. 110°C . Ved bruk av en bestemt partikkelfraksjon oppnår en ved denne prosessen Si-metall med høy renhet ($\text{Si} > 99\%$).

Videre produserer bedriften råjern. Jernmalmslig fra Rødsand Gruber sintres og knuses til en passende stykkstørrelse før den chargerer på ovnen. Råjernet går enten via en avsvovlingsprosess til utstøping (vantit, vanadium - titanholdig jern), eller til viderebehandling i et oksygenblåseanlegg (OB). Ved denne prosessen fjernes uønskede metaller som vanadium, titan, krom, mangan etc. som oksyder (avrakes som slagg). Det oksygenblåste jernet (OB-jern) støpes ut som eget produkt. Slagg fra denne prosessen (metalloksyder) går via en oppberedning (V-oppberedning) hvor uønsket jern fjernes ved magnetseparasjon. Denne slaggen inne-

holder etter separasjonen 12-15% V og brukes som råmateriale for produksjon av ferrovanadium (FeV).

Fremstillingen av FeV foregår ved en 2-trinns prosess. Første trinn i prosessen skjer i en elektrostålovn (FeV-ovn) hvor reduksjon av V-slaggens jerninnhold skjer ved tilsats av FeSi. Det utreduserte jernet synker til bunns i ovnen, og støpes ut, mens den anrikede slaggen videreføres til 2. trinn i prosessen hvor den igjen reduseres med FeSi (reduksjon ved omrøring - skake-skjenk) og det meste av slaggens vanadiuminnhold går over i metallisk form og synker til bunns som FeV. FeV støpes ut og den resterende slaggen chargerer igjen på råjernsovnen.

IV. 2. Drift i undersøkelsesperioden.

De miljømessige forholdene (støv og røyk) vil være avhengig av faktorer som ovnsbelastning, ovnsgang, værforhold etc. I undersøkelsesperioden hadde bedriften full service på sinterverket. Det ble ikke foretatt målinger i forbindelse med dette servicearbeidet. Belastningen på råjernsovnen (ovn III) var i perioden 50% (12 MW) av de normale (24 MW). Grunnen til denne lave belastningen skyldes markedsforholdene for råjern. For FeSi-ovnene var belastningen varierende. Kun ovn IV gikk med budsjettert belastning i undersøkelsesperioden. Variasjonene for ovn II og V skyldes diverse reparasjoner, dårlig ovnsgang etc. For FeV-ovnens vedkommende gikk den med normal belastning inntil 7/12 hvor den ble stanset og revet for ombygning. Ovnen kom ikke igang igjen i den resterende del av perioden.

Ovnsbelastningene på de respektive skift for de forskjellige ovnene (unntatt FeV-ovn) fremgår av tabell 1.

Tabell 1.

OVNSBELASTNINGER, BS, UKE 49, 1977

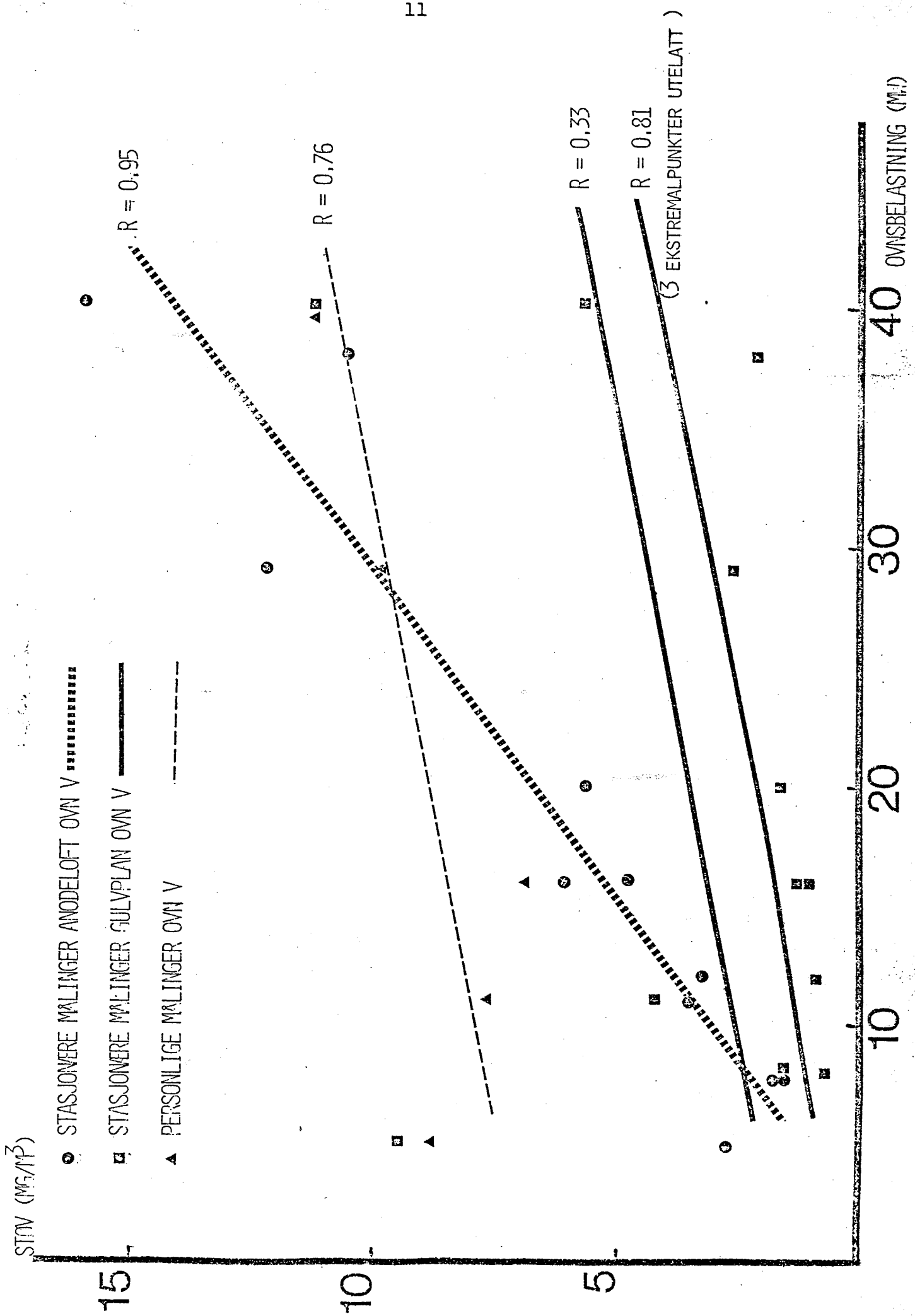
	Budsjettet i driftstid	5/12			6/12			7/12			8/12			9/12		
		6-14	14-22	22-06	6-14	14-22	22-06	6-14	14-22	22-06	6-14	14-22	22-06	6-14	14-22	22-06
Ovn II	6,7 MW	2 MW	5 MW	7 MW	7 MW	5 MW	6 MW	7 MW	7 MW	6 MW	7 MW	6 MW	6 MW	6 MW	6 MW	
Ovn IV	13 MW	13 MW	14 MW	13 MW	12 MW	14 MW	14 MW	14 MW	13 MW	13 MW	14 MW	13 MW	13 MW	15 MW		
Ovn V	35 MW	16 MW	16 MW	20 MW	29 MW	8 MW	12 MW	5 MW	8 MW	38 MW	11 MW	4 MW	27 MW	40 MW		
Ovn III	Normalt 23,8 MW høsten 77 12 MW	12 MW	12 MW	12 MW*	12 MW	12 MW	12 MW	12 MW	12 MW	12 MW	12 MW	12 MW	12 MW	12 MW		

Som det fremgår av tabell 1 var driften på ovn II nær normal (budsjettert) unntatt de to første skift 5/12. For ovn V synes driften kun å ha vært optimal på nattskift 7/12 og dagskift 9/12. På grunn av de store driftsvariasjonene på ovn V var det mulig å plotte støvkonsentrasjonen (mg/m^3) som funksjon av gjennomsnittlig ovnsbelastning pr. skift. Resultatene er fremstilt grafisk i figur 1.

I denne figuren har en plottet den gjennomsnittlige eksponering for operatørene (ovnspasser, ovnskjører, tapper, tappehullsreparatør) som funksjon av ovnsbelastningen på dagskiftene. Videre viser figuren de enkelte stasjonære målinger som funksjon av ovnsbelastningen på samtlige skift på henholdsvis mantelloft/stampeloft og gulvplan/tappeplan. For personlige målinger og stasjonære målinger, modeloft, viser resultatene relativt høy korrelasjon, $r= 0.76$, henholdsvis $r= 0.95$. For de stasjonære målinger, gulvplan, forekommer det tre ekstremverdier som gir en noe dårligere korrelasjon ($r= 0.33$). Dersom disse ekstrepunktene utelates er korrelasjonskoeffisienten $r= 0.81$. En har ikke klart å registrere hva disse ekstremverdiene skyldes, men årsaken kan være at det har foregått arbeidsoperasjoner i umiddelbar nærhet av prøvetakingsutstyret (dette ble observert en av dagene).

Det synes å være en overveiende sannsynlighet for at det er en lineær sammenheng mellom støvkonsentrasjonen på de respektive nivåer og ovnsbelastningen. Disse faktorene må tas i betraktning ved vurdering av resultatene, spesielt for målingene på ovn III og V.

Figur 1.



En tør ikke ta stilling til hvorvidt drift av filteranlegget kan medføre variasjoner i støvkonsentrasjonene på ovn V.

IV. 3. Værforhold i undersøkelsesperioden

Arbeidsforholdene i og utenfor produksjonslokalene er i mange tilfeller avhengig av de rådende værforhold. Ved spesielle meteorologiske forhold kan en få nedslag av røyk fra pipene, noe som kan medføre meget ugunstige forhold i ovnshallene.

Tabell 2 angir temperatur og vindforhold kl. 1200 de respektive dager i perioden.

Tabell 2.

Dato	Temp. °C	Vind	Nedbør
5/12	- 0.5	Stille - klart - vær (røyken følger fjorden)	
6/12	+ 2.0	- " -	
7/12	- 0.5	- " -	
8/12	+ 7.5	Ø svak vind Stigende utover dagen	Noe regn
9/12	+ 11.5	Stille overskyet	

De tre første dagene i perioden var værforholdene stabile, og en oppfattet forholdene i ovnshallen subjektivt som gode. De to siste dagene gav sannsynligvis et noe mer representativt bilde av værforholdene i dette distriktet på denne årstiden, og rent subjektivt ble forholdene i ovnshallen oppfattet som noe dårligere

enn i førstnevnte periode. En har ikke forsøkt å korrellere værforholdene mot støvkonsentrasjonene idet værforholdene vanskelig kan kvantifiseres. Imidlertid var den subjektive oppfatning at værforholdene i den første del av perioden sannsynligvis medførte miljøforhold (støv, røyk) som er bedre enn gjennomsnittet for året. Værforholdene i siste del av perioden syntes å gi forhold av mere normal karakter. En gjør oppmerksom på at en ikke har tatt hensyn til værforholdene ved korrelasjonen mellom støvkonsentrasjon og ovnsbelastning.

V. VURDERING AV STOFFER I PRODUKSJONEN -
HELSEVIRKNING PÅ MENNESKER

V. 1. Amorf og krystallinsk SiO₂

Den yrkessykdom en frykter ved arbeid i en atmosfære som inneholder fri krystallinsk SiO₂ 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 enn 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 SiO₂ fra ferrosilisiumproduksjonen oppstår ved kondensasjon fra gassfase ved høy temperatur, og partiklene er derfor tilnærmet kuleformet. Dyreforsøk tyder på at den amorfe

SiO_2 har liten evne til å fremkalle silikose sammenlignet med krystallinsk SiO_2 . 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, fra 15 opptil 30 år. Dyreforsøk tyder på at Si-metallstøv er fysiologisk inert.

Arbeiderne i ovnshusatomosfæren er utsatt for amorf SiO_2 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 stiller

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 4 som bare hadde arbeidet i ovnshusatmosfæren. De hadde svake lungeforandringer, og forfatterne konkluderer med at risikoen for støvlungesykdom på grunn av selve ovnshusatmosfæren er meget beskjedent.

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 SiO_2 som oppstår ved produksjon av ferrosilisium en lett silikosefremkallende egenskap, men i langt svakere grad enn vanlig krystallinsk SiO_2 .

V. 2. Vanadiumforbindelser

Ved produksjon av ferrovanadium vil en kunne forvente vanadiumeksponering hovedsaklig i form av metall (ferrovanadium) og oksyder (f.eks. VO_2 , V_2O_5 , V_2O_3).

Idet vanadium har relativt liten industriell anvendelse, er litteraturbeskrivelsene om vanadiumforbindelsenes giftighet relativt sparsomme.

Vanadium er giftig overfor dyr selv i små doser. De femverdige forbindelsene (V_2O_5 -vanadiumpentoksyd) og vanadatene (salter av vanadinsyre) er giftigere enn de øvrige forbindelsene som en har data for. For V_2O_5 er letal dose for kaniner 1,5 mg/kg (9). Eksponeringer ved konsentrasjoner på 70 mg/m³ er akutt giftig for dyr selv etter få timer. Ved inhalasjon av V_2O_5 vil eventuelle effekter kunne oppstå i luftveiene som bronkitt, emfysem, lungeødem, imidlertid er ingen spesifikke lungeskader rapportert (10). Sjøberg (11) har rapportert et visst antall tilfeller fra et vanadiumraffineri hvor eksponeringer opptil 12 mg V_2O_5 /m³ ble målt. I litteraturen finnes det ellers rapporter om forskjellige effekter ved eksponering for V_2O_5 så som lokale luftveisplager, slimhinneirritasjoner, grønn tunge, metallsmak i munnen, halsirritasjon og hoste. En konstaterer disse uspesifikke effektene allerede ved eksponeringer på 0,25 mg/m³. Ut fra denne dokumentasjonen har en satt en grenseverdi på 0,5 mg/m³ for V_2O_5 (støv). Dette er en takverdi som ikke bør overskrides.

Zenz og Berg (12) studerte effektene ved inhalasjon av konsentrasjoner på 0,2 mg/m³ V_2O_5 hos fem personer og de fant kraftige irritasjoner i de øvre luftveier med vedvarende hoste. Ingen systematiske plager utover dette kunne observeres.

Eksponeringer for $0,1 \text{ mg/m}^3$ viste fortsatt tilsvarende reaksjoner og en konkluderte med at grenseverdien for V_2O_5 er for høy. I lys av de ovennevnte rapporter har en satt grenseverdien for V_2O_5 -damp (røyk fra smeltebad) til $0,05 \text{ mg/m}^3$ som V_2O_5 .

Den eneste informasjonen om eksponeringer for ferrovanadium som forekommer i litteraturen, er publisert av Roshchin (13). Roshchin har undersøkt både eksponerte arbeidere og utført dyreforsøk. Han fant at ferrovanadiumstøv forårsaket alvorlige patologiske forandringer hos dyr kun ved meget høye eksponeringer ($1000\text{-}2000 \text{ mg/m}^3$). Sammenlignet med vanadiumpentoksyd (V_2O_5) er ferrovanadium langt mindre giftig. Grenseverdien på 1 mg/m^3 foreslått av Roshchin, skal på grunnlag av disse forsøkene være en sikker grense mot skader ved eksponeringer på dette nivå. Imidlertid må en fastslå at dokumentasjonen bak grenseverdien for ferrovanadium er langt dårligere enn dokumentasjonen bak verdien for f.eks. V_2O_5 .

For å kunne gi en sikker vurdering av arbeidsforholdene ved produksjon av ferrovanadium må en kjenne den eksakte sammensetning av det vanadiumholdige støvet. Imidlertid ville dette være en meget komplisert og tidkrevende analyseprosedyre. En kan imidlertid anta at vanadiumforbindelsene i slaggen (ved V-oppberedning) foreligger som oksyder henholdsvis vanadater. I området rundt FeV-ovnen vil en sannsynligvis ha en blanding av støvformige og røykformige (fume) oksyder. Ved rensing og knusing av det ferdige produktet vil vanadium foreligge som metall, ferrovanadium.

V. 3. Krom

Ved produksjonen av ferrovanadium vil en gjennom de respektive trinn også få anriket krom. Krominnholdet i sluttproduktet ligger i området 2-3%.

Kromforbindelser kan i mindre grad opptas via magen. Løselig kromater kan også opptas i organismen gjennom huden. I organismen kan krom lagres i lever, nyrer, milt, benmarg, avhengig av opptatt mengde og i hvilken form den foreligger. Krom utskilles via nyrene og tarm, ca. 80% skilles ut i urinen. Det er lite kjent hvor lang tid det tar å utskille det krom som er opptatt i organismen, men utskillelsestiden er antakelig ikke svært lang.

VI-verdig kromforbindelser fremkaller ved sin oksyderende virkning irritasjon lokalt på huden eller slimhinner. Spesielt vil dette kunne merkes i øvre luftveier og i bronkiene i lungene. Dette kan føre til sår i neseslimhinnen, av og til med hull i neseskilleveggen. Man kan få symptomer på bronkitt med hoste og irritasjon.

Krom er ett av de mest kjente allergener i industrien, det vil si at det kan fremkalle allergiske tilstander som allergisk kontakt-eksem og allergisk astma.

10 - 15 års eksponering for "luftbårne" kromater kan fremkalle lungekreft.

V. 4. Tjærestoffer - PAH

PAH (Polycykliske aromatiske hydrokarboner) er en gruppe forbindelser som finnes i tjære, bek, asfalt og lignende. De finnes i luft på arbeidsplasser oftest som følge av avrykninger fra kull, trekulltjære, steinkulltjære, bek og asfalt. PAH finnes også i sigaretttrøyk og eksos. Blant industrier der man finner PAH nevnes koksverk, aluminiumverk, ferrolegeringsverk og asfaltverk.

PAH i tjære består av et stort antall forbindelser. Ved gasskromatografisk analyse påvises vanligvis 50-60 forskjellige forbindelser, men ved mer inngående analyse kan langt flere påvises. I denne rapporten er kvantifisert 36 forbindelser (se bilag 1 og 2). Man kan lettest sammenlikne PAH-sammensetningen for forskjellige prøver ved å sette opp "PAH-profilen". I figur 2 er de gasskromatografiske analysene av PAH fra Bremanger Smelteverk satt opp og sammenliknet med tilsvarende prøver fra et aluminiumsverk (14) og et koksverk (15). Man kan enkelt se at sammensetningene ikke er vesentlig forskjellige.

Den amerikanske listen over yrkeshygieniske grenseverdier (16) angir en grenseverdi for partikulært polysyklisk organisk materiale (PPOM) til 0,2 mg/m³ benzenløselige stoff fra filter. PAH er en del av PPOM. I det benzenløselige materialet fra filter er det normalt 10-40% PAH. Typiske verdier er 20%. Ut fra dette vil amerikansk TLV tilsvare 40 µg/m³ PAH på filter. En grenseverdi av denne typen må betraktes som teknisk grense. Den er ikke basert

på epidemiologiske undersøkelser, eller noen annen form for helsemessige vurderinger.

En vet at enkelte PAH-forbindelser er kreftfremkallende. Stoffer som benzo(a)pyren, dibenzopyrener, benzo(b)fluoranten, og benzo(c)fenantren er noen av de kreftfremkallende forbindelsene som til vanlig finnes i tjære o.l. (17). Det vites ikke på hvilken måte en blanding av PAH og andre forbindelser, som man finner i aluminiumsverk, koksverk m.m., virker. Virkningene kan forsterkes eller svekkes i forhold til de rene forbindelsene. Derfor finner en det ikke riktig nå, i yrkeshygienisk sammenheng, å vurdere mengden av enkeltforbindelser, men baserer seg på total mengde PAH på filter.

Det finnes utenlandske rapporter (18, 19, 20, 21, 22, 23) som viser at tjærestoffene kan fremkalle kreft hos mennesker ved yrkesmessig eksponering. Kreft i luftveiene og i huden er i denne sammenheng viktigst. Velkjent er også virkningen av sigaretttrøyk, hvis kreftfremkallende virkning gjerne tilskrives innholdet av tjærestoffer.

V. 5. Fosfin (PH_3)

Fosfin (24) forekommer ofte som et biprodukt i denne type industri ved at fuktighet reagerer med fosfid (P_2Ca_3) 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, diare, tørste, følelse av trykk i brystet, avsvimningsanfall etc.

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

Arbeidere eksponert i perioder på 8 timer eller mer av fosfin-konsentrasjoner 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.

V. 6. Arsin (AsH_3)

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

Arsin er en ekstremt akutt giftig gass. Litteraturen (9) angir 250 ppm i 30 minutter som fatal og 3 - 10 ppm kan forårsake forgiftningssymptomer i løpet av få timer. Nau (25) 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.

V. 7. 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 hjerne-skade og kvelning som følge.

Konsentrasjoner mellom 500 - 700 ppm vil etter få timer gi svimmelhet, eventuelt avsvimningsanfall.

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.

V. 8. Oson O_3

Oson dannes ved "åpent gnistoverslag", f.eks. lyn, elektriske lysbyer, overslag mellom strømførende ledninger samt ved den såkalte "Corona"; utstråling fra høy-voltanlegg. Enn videre kan det bli dannet oson under innvirkning av ultrafiolett lys f.eks. kvikksølvlampe - høyfjellsol, og fra lyskilder som er rike på ultrafiolett lys, f.eks. argonlamper, ved sveising med beskyttelsesgass (argon, kullsyre) hvor temperaturene er meget høye.

TIG-sveising og plasmaskjæring gir, spesielt ved bruk av argon, en intens ultrafiolett stråling som krever spesialglass i brillene eller sveisemasken og beskyttelse av huden mot strålingen som ellers vil kunne gi sterke forbrenninger i likhet med solforbrenning. Strålingsintensiteten er 20 - 40 ganger sterkere enn ved sveising med vanlig dekkede elektroder, og særlig ved sveising på aluminiumlegeringer og rustfritt eller syrefast stål, kan en få en betydelig oson-dannelse i luften inntil 1 meters avstand fra selve sveisepunktet.

Oson er en alvorlig lungegift på linje med fosgen og nitrogen-dioksyd og gir i liket med disse lungeødem. Dertil gir oson

endringer i blodbilde, smerter i brystet, hodepine, kvelningsfornemmelser og utpreget tretthet allerede ved konsentrasjoner ved eller under 1 ppm.

V. 9. Nitrøse gasser (NO + NO₂)

I sveiserøyk vil det kunne finnes nitrøse gasser. De nitrøse gasser vil hovedsakelig være en blanding av nitrogendioksyd (NO₂) og nitrogenoksyd (NO).

Ved gass-sveising (acetylen-surstoff) vil det kunne dannes større mengder nitrøse gasser, avhengig av flammens størrelse og temperatur. Konsentrasjonen i luften vil også være bestemt av tiden det sveises samt av rommets størrelse og luftskifte.

I større haller er det normalt liten forgiftningsfare, derimot skjer de fleste forgiftninger ved sveising i små rom og tanker med utilstrekkelig ventilasjon.

Ved elektrolesveising (lysbue) vil det bare utvikles små mengder nitrøse gasser. Ved spesielle sveisemetoder med dekk-gass, som f.eks. argonsveising, kan det dannes slike gasser, men neppe slik at konsentrasjonen i sveiserens innåndingssone kan komme over den yrkeshygieneiske grenseverdi. De nitrøse gasser virker irriterende

på luftveiene, spesielt de dypere deler av lungene, lungeblærene.

Når en eksponeres for nitrøse gasser, kan de akutte irritasjons-symptomene fra de øvre luftveier være heller beskjedne. Noe svie i øyne, nese og hals kan forekomme, men ikke mer enn at arbeide kan fortsette. Hoste er også et vanlig symptom, men selv konsentrasjoner helt opp til 150 ppm kan utholdes uten svære plager. Faren er at ved disse konsentrasjoner kan det inhaleres så mye gass at det etter noen timer kan inntre et livsfarlig lungeødem.

VI. 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. For kvartsholdig støv er det 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 amorf SiO_2 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 SiO_2 er foreslått til $\text{TLV}_L = 2 \text{ mg/m}^3$ og $\text{TLV}_H = 5 \text{ mg/m}^3$.

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 en funnet det rimelig å anbefale en felles grenseverdi på 5 mg/m^3 for denne type blandingsstøv, forutsatt at konsentrasjonen av krystallinsk SiO_2 ikke betinger en lavere verdi.

Grenseverdier for en del stoffer:

Oson	(O ₃)	0.1	ppm
Nitrogendioksyd	(NO ₂)	5	" "C"
Nitrogenoksyd	(NO)	25	"
Ferrovanadium	(FeV)	1	mg/m ³
Vanadiumpentoksyd	(V ₂ O ₅)	0.5	" "C"
Vanadiumpentoksyd	(røyk, damp)	0.05	"
Tjærestoffer - PAH		40	µg/m ³
Inert støv		10	mg/m ³
Sveiserøk (ulegert materiale)		5	"
Krom (metall)		1	"
Krom (lettløselige, 6-verdige forb.)		50	µg/m ³
Arsin	(AsH ₃)	0.05	ppm
Fosfin	(PH ₃)	0.3	"
Karbonmonoksyd	(CO)	35	"

1 ppm = 1 cm³ gass/milliondeler luft.

Det finnes i de forskjellige land en rekke sett av normer for vurdering av helserisiko på arbeidsplassen. De grenseverdier som er anført ovenfor er anbefalt av American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). Disse verdiene er ikke lovfestet. For tiden er Direktoratet for arbeidstilsynet i ferd med å utarbeide et sett med norske normer.

Yrkeshygienisk Institutt's TLV-formler for støv med fri SiO₂

Fri, krystallinsk SiO ₂ < 5 μm, mg/m ³		
	TLV _L	TLV _H
α -kvarts	0.2	0.6
Kristobalitt og Tridymitt	0.1	0.3
Amorf SiO ₂ 5 μm	2	5

α -kvartsholdig blandingsstøv, mg/m ³		
	TLV _L	TLV _H
Totalstøv	$\frac{90}{Q + 5}$	$\frac{200}{Q + 5}$
Begrenset til	10	15
Støv < 5 μm	$\frac{25}{Q + 5}$	$\frac{65}{Q + 5}$
Begrenset til	5	8
Respirabelt støv	$\frac{18}{Q + 5}$	$\frac{45}{Q + 5}$
Begrenset til	3.5	5

x Her er Q innholdet av fri kvarts i % av fraksjonen <5 μm.
For kristobalitt og tridymitt brukes 2 . Q istedenfor Q.

1. Ved TIG-sveising av Cu-rør (O_3)
2. Ved CO_2 -dekkgassveising (CO)
3. Ved acetylen/oksygenskjæring ($NO+NO_2$)
4. Ved kjeftetygging av 75% FeSi (PH_3 , AsH_3)
5. I silo for FeSi (PH_3 , AsH_3)
6. Rundt ovn II og III, chargplan (CO)
7. Mantelplan ovn II og III (CO)

VII. 3. Tjæremålinger

Det ble foretatt kombinerte tjære- og støvmålinger over 2 formiddagsskift på følgende steder:

Personlige målinger:

- 1 kranfører (ovn III)
- 1 tapper (ovn III)
- 1 dagtidsoperatør (ovn III)
- 1 tapper (ovn II - IV)
- 1 tapper (ovn V)

Stasjonære målinger:

- 1 mantelloft ovn V
- 1 mantelloft ovn III

VIII. RESULTATER

I tabellene 5 - 26 er resultatene fra støvmålingene angitt. I de respektive kolonner er følgende data angitt:

Filtnummer, dato, navn/prøvested, filtrent luftmengde (m^3), totalmengde støv (mg), støvkonsentrasjon (mg/m^3), nedre konfidensgrense (\bar{x} min, mg/m^3), middelværdi (mg/m^3), øvre konfidensgrense (\bar{x} max, mg/m^3). For en del av de personlige prøvene er glødetap %, % støv $< 5 \mu m$, og % amorf SiO_2 henholdsvis % α - SiO_2 angitt.

Videre er vanadium - (mg/m^3) og kromeksponeringen ($\mu g/m^3$) angitt for arbeiderne ved ferrovanadiumavdelingen.

Konfidensgrensene er beregnet ut fra middelværdien (\bar{x}) over prøveperioden, og med dette uttrykket forstås at det er 95% sannsynlighet for at middelværdien ville ligge innenfor disse grensene dersom målingene ble foretatt på nytt under de samme betingelser som tidligere.

VIII. 1. Personlige målinger

I tabell (5 - 18) er resultatene fra de personlige målingene angitt. Resultatene er videre anskueliggjort i figur (4 - 8) som histogrammer, hvor hovedkolonnen angir middelværdien (mg/m^3) mens de sorte linjene, henholdsvis stiplede linjene gjennom kolonnene angir konfidensgrensene.

I de tilfeller hvor det foreligger 3 eller færre målinger er range, dvs. laveste og høyeste verdi, angitt gjennom kolonnene. Resultatene viser at operatørene på ovn V, unntatt ovnskjører, synes å være utsatt for støvbelastninger over de anbefalte normer, dette til tross for at ovnen gikk med redusert belastning i undersøkelsesperioden. En viser her til figur 1 hvor en har fremstilt støveksponeeringen som funksjon av ovnsbelastningen.

Resultatene for operatørene på ovn III viser samtlige nær tilfredsstillende resultater. Også her må en ta i betraktning at ovnsbelastningen bare var ca. 50% av det normale.

For operatørene på ovn II - IV synes ovnskjørerne å være moderat støveksponeert, mens tappere, tappehullsreparatør og øsepleier viser eksponeringer betydelig over de anbefalte normer.

For FeV-operatørene synes støv-, vanadium- og kromeksponeringen å være nær tilfredsstillende, med unntak av Eimind og Vestgård. Operatørene på V-anlegg viser en betydelig eksponering både med hensyn til totalstøv, vanadium og til dels også krom. Dette gjelder til dels også ved operasjonene rensing og knusing. En må her forvente at vanadium foreligger som FeV og en kan her anvende 1 mg V/m^3 som norm for vurdering av eksponeringen.

Personlige målinger foretatt på de øvrige avdelinger viser akseptable verdier unntatt for reparatør/stamper, beltemann og mekaniker. Spesielt mekaniker synes å være hardt støvbelastet.

En del av de personlige prøvene er analysert med hensyn til amorf og krystallinsk α -SiO₂. Dette gjelder tapper, tappehullsreparatør og reparatør/tapper ovn V, rengjørere ovn III, tappehullsreparatør, ovnskjørere, tapper og øsepleiere ovn II - III, reparatør, kranførere/råstoff, beltemann og mekaniker fra andre avdelinger.

Prøvene fra de respektive dager ble slått sammen før analyse og glødetapet (%) bestemt. Ved tilstrekkelige støvmengder ble støvfraksjonen < 5 μ m bestemt. I de tilfeller sedimentering ikke er foretatt er de videre analyser foretatt på totalstøvfraksjonen. Amorf SiO₂ i støvet er bestemt ved infrarødspektrofotometri. Krystallinsk SiO₂ er bestemt både ved infrarødspektrofotometri og røntgendiffraktometri. Usikkerheten for analysen av amorf SiO₂ er anslått til \pm 5%, for krystallinsk SiO₂ \pm 1%. En har ikke kunne påvise innhold av krystallinsk SiO₂ > 3% i disse støvprøvene. De foreliggende støveksponeeringer medfører dermed ingen silikose-risiko. Innholdet av amorf SiO₂ varierer fra 5 - 36% for de analyserte prøvene, og dette gir ingen grunn til angivelse av spesielle grenseverdier for denne type støv.

VIII. 2. Stasjonære målinger

Resultatene fra de stasjonære målingene fremgår av tabellene (19 - 26). Målingene viser til dels akseptable verdier i forhold til de anbefalte normer. Imidlertid bør en ta hensyn til at en del av ovnene gikk med redusert effekt i perioden. Videre syntes været

subjektivt å gi bedre forhold enn normalt i ovnshallene. Målingene på mantelloft ovn V, FeSi knuseri, chargeplan ovn II - IV (dagskift) viser noe høye verdier. Imidlertid må en her ta i betraktning at operatørene sjelden oppholder seg i disse områdene over lengere tid, og at resultatene av den grunn må kunne aksepteres.

Resultatene fra målingene i mekanisk verksted viser et for høyt bakgrunnsnivå av sveiserøk. En bør her forsøke å redusere utslippene av sveiserøk til lokalet ved bruk av punktavsug i forbindelse med de enkelte sveiseoperasjoner.

VIII. 3. Gassmålinger

Det ble foretatt en del gassmålinger med Drägerpumpe og prøverør for de enkelte gasser. En del målinger med hensyn på CO ble foretatt med Riken - direktelesende CO-analysator. I tillegg til dette hadde representanter for bedriften tidligere foretatt målinger med hensyn på arsin og fosfin. I kontrollrommet for ovn II hadde en et direktelesende instrument for løpende kontroller av CO-konsentrasjonen rundt ovn II.

Resultatene fra gassmålingene fremgår av tabell 2a.

Tabell 2a.

1. Mekanisk verksted:		
a) Ved acetylenkjæring		
Ved operatør hodehøyde (NO+NO ₂)		10 ppm
Like over sveis (NO ₂)		15 ppm
b) Ved CO ₂ -dekk-gassveising		
Hodehøyde operatør (CO)		5 ppm
Ved siden for avsug "		5 ppm
Like under avsug "		100 ppm
Mellom avsug og sveisepunkt (CO)		450 ppm
c) Ved argon(TiG)sveising av kobberlanse:		
10 cm utenfor maske operatør (O ₃)		0.8 ppm
Midt mellom maske og sveis (O ₃)		2 ppm
2. Måling av CO på ovn II og III:		
8/12 Mellom ovn II og IV (gulvplan)		20-30 ppm
" Helt inntil ovn III - " -		20-70 ppm
" Mantelplan ovn II		20 ppm
" Mantelplan ovn IV		15-20 ppm
" Mantelplan ovn III		3 ppm
9/12 Chargeplan ovn V		1 ppm
" Mantelplan ovn V		1 ppm
" Mantelplan ovn III		3 ppm
" Chargeplan ovn III		3 ppm
" Ved tapperenne ovn III		3 ppm

9/12 Gulvplan ovn II	3 ppm
" Chargeplan ovn II	3 ppm

3. Måling av PH_3 og AsH_3 ved knusing av 75% FeSi:

Over kjeftetygger	(PH_3)	0,5-0,7 ppm
Over kjeftetygger	(AsH_3)	0,05-0,25 ppm
Gulvplan knuseri	(PH_3)	spor
Gulvplan knuseri	(AsH_3)	"
I FeSi-silo	(PH_3)	8 ppm
I FeSi-silo	(AsH_3)	5 ppm

Ved måling av CO rundt ovnene ble begge direktelesende instrumenter testet innbyrdes og mot Drägerrør. Overensstemmelsen var akseptabel sett i relasjon til variasjonen i CO-konsentrasjon som forekom. Variasjonen i CO-konsentrasjonen er avhengig av ovns- gangen. Målingene foretatt 8/12 viser betydelig høyere verdier enn 9/12. Dette har sin årsak i at 9/12 var luker åpne og en hadde nær fullstendig forbrenning av CO på ovnen. I noen tilfeller vil grenseverdien for CO overskrides. Imidlertid må en ta i betraktning den gjennomsnittlige tiden ovnspasserne befinner seg i dette område, og gjennomsnittlig eksponering pr. skift vil neppe overskride 35 ppm ved noenlunde normal ovns gang.

Ved argonsveising av bronselegeringer eventuelt aluminium bør friskluftmaske anvendes, idet betydelige osonkonsentrasjoner vil

kunne dannes. En slik maske vil videre beskytte mot metalledampene (f.eks. Cu). De øvrige målinger i mek. verksted gir ikke grunn til kommentarer.

Målingene av fosfin og arsin viser korttidsverdier over de anbefalte grenseverdier. Dette synes kun å gjelde ved selve knuseprosessen når fukteanlegget benyttes. I en av siloene ble det påvist høye konsentrasjoner av fosfin og arsin. Ved nedgang i silo må godkjent gassmaske anvendes. I tillegg bør en kontrollerende person være tilstede dersom eventuelle operasjoner i siloen må utføres. Målingene utført av bedriften viser fosfinkonsentrasjoner i området 0 - 20 ppm og arsinkonsentrasjoner i området 0 - 3 ppm. Fosfinkonsentrasjoner rundt 10 ppm kan medføre kronisk akutt forgiftning selv etter kort tid.

Arsinkonsentrasjoner opptil 3 ppm kan likeledes forårsake akutte symptomer etter kort tid. En er klar over at de steder der en har påvist de høyeste gasskonsentrasjonene ikke er permanente arbeidsplasser. Imidlertid, på steder hvor slike konsentrasjoner kan forekomme må en utvise forsiktighet. En bør ikke oppholde seg på disse stedene før en har kontrollert at gasskonsentrasjonene er akseptable.

VIII. 4. Tjærestoffer.

Tjærestoffene er altså kreftfremkallende. Derfor skal eksponeringen for dem være minst mulig slik at risiko for overhyppighet av kreft unngås. Målet er lavest mulig konsentrasjon av tjærestoffer i all arbeidsatmosfære.

Eksponeringsverdiene er resultater fra prøver tatt med personbåret prøvetakningsutstyr over arbeidsdagen, pauser ikke medregnet.

Prøvene er tatt i innåndingssonen til bæreren, og gir et mål for eksponeringen den aktuelle arbeidsdagen. Prøvene er analysert ved hjelp av høytrykksvæskrokromatografi. Verdiene er ført opp samlet i tabell 3 og figur 3. Sammensetningen av PAH i tjæren er bestemt i prøver tatt med stasjonært prøvetakningsutstyr. Resultatene finnes i bilag 1 og 2, tabell 4 og figurene 2 og 3.

Resultatene tyder ikke på at noen av de undersøkte jobbtypene er spesielt utsatt for PAH. Kranførere og reparatører viser eksponering under $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Imidlertid viste enkelte prøver for arbeidsoperasjonene rengjøring, tapping og tapphullsreparasjon verdier mellom 10 og $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Man har altså en PAH eksponering som ligger nær opp under ovennevnte grenseverdi på $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Det er eksponeringer som er så vidt høye at det kan være grunn til fra tid til annen å få foretatt kontrollanalyse med hensyn på PAH for å kunne følge resultatene av det arbeide som bør gjøres for å senke PAH-eksponeringen.

VIII. 5. Sammenligning av målinger utført av YHI og BS

Bedriften har selv utført en rekke målinger i ovnshusene i løpet av 1976/77. Disse målingene er dels foretatt under andre effektbelastninger enn målingene utført av YHI i desember 1977. Resultatene er fremstilt i histogram i figur 9. En har i diagrammet kun brukt resultater som er direkte sammenlignbare. Resultatene viser at forskjellen i målingene er små unntatt for tappere og stampere. Dette er resultater en kunne forvente idet en ved høyere ovnsbelastninger vil få betydelig hyppigere tappinger og større elektrodeforbruk. Ved maksimal belastning må en forvente betraktelig forverrede forhold på de ovner dette gjelder og resultatene vil i så henseende være klart uakseptable.

En yrkeshygienisk undersøkelse tar sikte på å karakterisere et arbeidsmiljø ved å måle konsentrasjoner av støv, gasser o.l. En yrkesmedisinsk undersøkelse tar generelt sikte på å kartlegge miljøets innvirkning på arbeidernes helse. Denne spesielle undersøkelsen ved Bremanger Smelteverk hadde et mere begrenset siktemål idet den ble lagt opp for å gi svar på følgende spørsmål:

1. Har vanadiumholdig støv effekter på lungefunksjon i løpet av en arbeidsdag?
2. Er det samsvar mellom den subjektive opplevelsen av et arbeidsmiljø og målbare faktorer som støv og røyk?
(Tidligere undersøkelser ved Yrkeshygienisk Institutt (26) har tydelig vist slik sammenheng når støvkonsentrasjonene er relativt høye, mens sammenhengen forsvinner når støvkonsentrasjonene er lave (27)).
3. Er biologiske prøver, som blod- og urinprøver, egnet som kontroll av vanadiumeksponerte arbeidere?

For å besvare disse spørsmålene ble undersøkelsen lagt opp på følgende måte:

IX 1. LUNGEFUNKSJON

Tirsdag og onsdag i prøveperioden ble lungefunksjon målt før og etter skift. Vi brukte et spirometer av typen Vitalograph og en måler for luftstrømningshastighet, Wright's peak flowmeter. Følgende målinger ble gjort:

- a) Maksimal luftstrømningshastighet under utånding (PF).
- b) Forsert vitalkapasitet (FVC). Dette er det maksimale luftvolum som kan utåndes etter en maksimal innånding.
- c) Forsert ekspirasjonsvolum ($FEV_{1.0}$). Dette er den delen av FVC som er pustet ut etter 1 sekund.

PF og $FEV_{1.0}$ gir opplysninger om diameteren på de større luftrørene slik at vide luftrør gir høye verdier, trange luftrør gir lavere verdier. Forandringer i små luftrørsgreiner blir ikke registrert med disse metodene. På grunn av det er metodene lite følsomme slik at det godt kan komme forandringer i de mer perifere deler av lungene (mindre bronkier og alveoler) uten at det blir registrert.

Målt med disse metodene er lungefunksjonen hos friske avhengig av alder, høyde og kjønn. Verdiene øker med høyden og avtar med alderen. Kvinner har gjennomgående lavere verdier enn menn. Metodene forutsetter aktiv innsats både av forsøkspersonen og av undersøkeren, hvis ikke vil en få for lave verdier.

Ved skift-arbeid ser en normalt en økning av disse verdier i løpet av et formiddagsskift. Verdiene holder seg nokså konstant under ettermiddagsskiftet og reduseres noe i løpet av et nattskift.

Økningen i løpet av formiddagsskiftet utgjør omkring 4% for FEV sitt vedkommende (28).

2. SPØRRESKJEMA

De fire første dagene i prøveperioden fylte alle ut et spørreskjema samtidig som de leverte inn utstyret for støvsamling etter endt skift (vedlegg 3). Det ble spurt om plager på arbeidet samme dag og om en vurdering av miljøfaktorer som støv og røyk. Røykere ble bedt om å angi antall sigaretter røkt på jobben. Eventuelle forstyrrelser i arbeidet ble registrert og eventuell bruk av maske notert.

3. BIOLOGISKE PRØVER

Mengden av et stoff i menneskelige organer kan i mange tilfelle gi et bedre uttrykk for helsefare enn konsentrasjonsmålinger i luft. Luftmålinger kan fortelle noe om hvor mye stoff som kan tas opp i kroppen mens biologiske prøver kan fortelle noe om hvor mye som faktisk er blitt tatt opp.

Opptak i kroppen skjer hovedsakelig via lungene eller via mage/tarm-systemet. Med blodet blir stoffene fordelt til forskjellige organer før de etter kortere eller lengre tid skilles ut i uendret form eller etter å ha gjennomgått en kjemisk forandring i kroppen. De fleste stoffene skilles hovedsakelig ut i urin, men en del kan også skilles ut med avføring eller med utåndingsluft. Konsentrasjonen av stoffer i urin vil naturligvis være avhengig av den væskemengde som inntas i løpet av en dag. Kreatinin er et stoff som finnes naturlig i urin og den utskilte mengden er uavhengig av urinvolumet. Det vil derfor ofte være bedre å relatere konsentrasjonen av et stoff i urinen til innholdet av kreatinin.

Foreløpig er biologisk prøvetaking og vurdering blitt rutine bare for enkelte stoffer. Best kjent er slike prøver i kontrollen av blyeksponerte arbeidere.

Når det gjelder vanadium har biologiske prøver vært brukt i liten grad og resultatene varierer betydelig, blant annet fordi analysemetodene har vært usikre. Det synes nå som om nøytronaktiveringsanalyse kan være en pålitelig metode til å påvise svært små konsentrasjoner i biologisk materiale.

Biologiske prøver ble tatt av 11 som vi antok var utsatt for vanadiumholdig støv i en viss grad og av 6 som skulle være lite utsatt for slikt støv som en kontroll. Det er kjent fra før at vanadium finnes i svært lave konsentrasjoner i blod og urin hos ueksponerte personer.

X RESULTATER

X.1.LUNGEFUNKSJONSMÅLINGER

1. Maksimal luftstrømningshastighet (PF)

Første dag fant vi i løpet av skiftet en økning i verdiene hos 15, reduksjon hos 4, uendret verdi hos 1. For hele gruppen var økningen statistisk signifikant ($p < 0.01$).

Andre dag fant vi økning hos 12, reduksjon hos 7 og uendret verdi hos 1. Forskjellen denne dagen var ikke statistisk signifikant.

2) Forsert vitalkapasitet (FVC)

Første dag fant vi en økning hos 9, reduksjon hos 9 og uendret verdi hos 2. Andre dag var tallene tilsvarende 7, 11 og 2.

Ingen av dagene var forskjellene statistisk signifikante.

3) Forsert ekspirasjonsvolum etter ett sekund (FEV 1.0)

Første dag økte verdiene i løpet av skiftet hos 11, avtok hos 8 og var uendret hos 1. Tilsvarende tall andre dag var 12, 7 og 1.

Ingen av dagene var forskjellene statistisk signifikante.

4) FEV%

FEV% uttrykker forholdet mellom FEV 1.0/FVC. Første dag økte forholdet hos 12, avtok hos 6 og var uendret hos 2. Andre dag var tilsvarende tall 13, 5 og 2. Denne forskjellen var på grensen til signifikans første dag. Andre dag ble forskjellen funnet å være signifikant ($p < 0.02$). Dette tyder på at FEV 1.0 øker mer enn FVC.

Konklusjon:

Forskjellene vi målte før og etter skift var små og usystematiske. Det vi har kunnet vise er at det synes å komme en økning i de resultatene som sier noe om diameteren på de større luftrørene i løpet av arbeidsdagen. Graden er ikke større enn det en normalt ser hos personer som ikke er utsatt for irriterende støv eller gass. Undersøkelsen tyder derfor på at arbeidsmiljøet ikke inneholder stoff som påvirker de målte verdiene i noen sikkert påvisbar grad.

X 2. SPØRRESKJEMA

De viktigste resultatene fra spørreskjemaene er satt opp tabellarisk bak i rapporten og gjennomgått summarisk her.

- 1.1 Plager fra halsen. (Tabell 27)
De tre første dagene i uka har ca. 75% ingen plager, 15-20% litt plager og 5-10% mye plager. Plagen blir noe mer uttalte torsdag.
- 1.2 Plager fra nesa. (Tabell 28)
De tre første dagene i uka har ca. 75% ingen plager, 25% litt plager. Plagene blir noe mer uttalte torsdag.
- 1.3 Plager fra øynene. (Tabell 29)
De tre første dagene i uka har ca. 75% ingen plager, 15-20% litt plager. Plagene blir noe mer uttalte torsdag.
- 1.4 Hoste med oppspytt. (Tabell 30)
Forholdene her er konstante hele uka, 75-80% har ikke slike plager, 10-15% merker litt og ca. 10% plages mye.
- 1.5 Tørrhoste. (Tabell 31)
Ca. 75% har ikke tørrhoste, 15-20% har litt. Plagene øker utover i uka.
- 1.6 Tetthet i brystet. (Tabell 32)
77-83% har ikke slike plager. Ca. 10% har litt plager. Ingen tydelig endring i løpet av uka.
- 1.7 Anfall av tung pust. (Tabell 33)
Noen flere, 20%, har litt mer plager onsdag enn de øvrige dagene, 10%.
- 1.8 Brystmerter. (Tabell 34)
Slike plager er mest uttalt mandag da 13% har litt plager. Ellers i uka forekommer dette praktisk talt ikke.
- 1.9 Piping i brystet. (Tabell 35)
Dette er lite uttalt og det er ingen endring fra dag til dag.
- 1.10 Hodepine. (Tabell 36)
Dette er lite uttalt og det er ingen endring i løpet av uka.
- 1.11 Svimmelhet. (Tabell 37)
Onsdag har 18% plager med svimmelhet, ellers forekommer dette knapt.
- 1.12 Tretthet, slapphet. (Tabell 38)
Ca. 70% har ikke slike plager. Plagene avtar i løpet av uka.
- 1.13 Kløe. (Tabell 39)
Dette er lite uttalt og det er ingen tydelig endring i løpet av uka.

Vurdering av arbeidsmiljøet

- 3.1 Støv. (Tabell 40)
80-90% angir at de har vært litt eller meget utsatt for støv, torsdag synes å være oppfattet som den verste dagen.

- 3.2 Røyk. (Tabell 41)
Omkring 75% angir å være litt eller meget utsatt for røyk, også her synes torsdag å være verst.
- 3.3 Tungt arbeid. (Tabell 42)
Knappt halvparten mener at arbeidet er tungt. Onsdag synes å ha vært den letteste dagen.
- 3.4 Høyt tempo. (Tabell 43)
Knappt halvparten synes at tempoet er høyt de to første dagene. Tempoet avtar onsdag og torsdag.
- Røyking. (Tabell 44)
Tabellen viser at røyking er nokså konstant hele uka.

Diskusjon:

Plagene fra halsen, nesa og øynene synes å være verst torsdag. Dette kan passe med økning i støveksposering (tabell 45). Vanadiumeksponering spiller ikke noen rolle. Den synes å avta i løpet av uka. (Samme konsentrasjon i lufta, men mindre arbeidstempo gjør at respirasjonen sannsynligvis avtar slik at inhalert mengde blir mindre.)

Røyking har heller ikke noe å si, den er konstant i perioden. Røyk i arbeidslokalene kan derimot trekke i samme retning som støveksposeringen (tabell 41).

Arbeidstempoet avtar i prøveperioden. Dette passer med at plager som trøtthet og slapphet avtar samtidig.

Med hensyn til de øvrige tingene vi spurte om synes det ikke å være grunnlag for å trekke noen sikre konklusjoner.

Når det gjelder plager i forbindelse med arbeidet har vi ikke funnet noen forskjell i de to gruppene høyeksposerte og laveksposerte. (Dette er ikke vist tabellarisk.)

Konklusjon:

Den endelige konklusjonen på disse undersøkelsene blir at plager fra øyne, nese og øvre luftveier forekommer relativt hyppig. Plagene har sammenheng med mengden av støv og røyk i lokalene. Mengden av ferrovanadium synes ikke å spille noen rolle. Folks røykevaner spiller heller ingen rolle for forskjellen i hyppighet av plager.

Det er ellers en klar sammenheng mellom subjektive plager og subjektiv vurdering av arbeidsmiljøet og det som objektivt lar seg registrere, nemlig støvmålingene. Siden disse igjen sannsynligvis kan være relatert til effekten på ovnene, blir altså graden av plager avhengig av hvor hardt ovnene kjøres.

X 3. BIOLOGISKE PRØVER

Svært lite er kjent når det gjelder opptak og utskillelse av vanadium i kroppen.

Vi valgte å ta prøver mandag før og etter skift og torsdag etter skift.

Vi antok at verdiene mandag morgen, altså etter to-tre dager fri, ville ligge lavt. Videre antok vi at støveksponering i løpet av dagen ville føre til høyere verdier både i blod og urin. Prøven torsdag håpet vi skulle kunne si noe om vanadium ble samlet i kroppen, verdiene skulle da ligge høyere enn mandag ettermiddag, eller om det ble effektivt skilt ut i løpet av dagen. I så fall skulle torsdags- verdiene være sammenlignbare med verdiene mandag ettermiddag for det tilfelle at eksponeringen var noenlunde konstant gjennom uka (noe den viste seg å være).

Forutsetningen for at prøvetakingsopplegget skulle kunne si oss noe var altså at vanadium tas opp relativt raskt, i løpet av noen timer, og skilles ut igjen i løpet av noen timer til dager.

Resultatet av prøvene fremgår av tabell 47. Vi har bearbeidet disse tabellene for å få svar på følgende spørsmål:

- 1) Finnes det noe samsvar mellom verdiene i blod og verdiene i urin?
- 2) Finnes det noe samsvar mellom disse verdiene og påvirkningen av vanadium fra støv?
- 3) Hvordan endrer verdiene seg i løpet av prøveperioden?

3.1 KORRELASJON MELLOM URINVERDIER OG BLODVERDIER

Vi har framstilt vanadiuminnholdet i blod som en funksjon av innholdet i urin for de respektive dagene. Resultatene framgår av figurene 10, 11, 12 og 13. Sammenhengen (korrelasjonen) mellom verdiene finnes tilfredsstillende.

I (mandag morgen) $r=0,82$

II (mandag ettermiddag) $r=0,79$, III (torsdag ettermiddag) $r=0,57$

Samtlige prøver $r=0,72$

Hvis $r=0$ er det ingen sammenheng. Er tallverdien av r omkring 0.2 er det en svak sammenheng, mens verdier omkring 0.5 viser en rimelig sammenheng. Hvis tallverdien av r er nær 1 er det en høy grad av sammenheng mellom de to sett av måleverdier.

Om den lavere korrelasjonen torsdag ettermiddag kan ha sammenheng med at FeV - ovnen ble stanset og revet onsdag er vanskelig å si noe sikkert om. Dersom vanadiuminnholdet i blod framstilles som en funksjon av urin/kreatinininnholdet fås følgende verdier:

I: $r=0.55$
 II: $r=0.82$
 III: $r=0.54$

Dersom blod, henholdsvis urin/kreatinverdiene fremstilles i logaritmisk aksesystem fåes en korrelasjon $r=0.50$ (figur 14).

3.2 BIOLOGISKE PRØVER OG VANADIUM I STØV

Denne sammenhengen er framstilt grafisk i fig. 15 og 16. Tidligere undersøkelser har vist at analyseresultater av både biologisk materiale og støvprøver er log-normal fordelt. Resultatene er derfor framstilt i logaritmisk skala for begge aksene. Korrelasjonskoeffisienten mellom urin-, og støvverdiene er beregnet til $r=0,36$, mellom urin/kreatin¹² og støvverdiene, $r=0.48$, og mellom blod og støvverdiene, $r=0.36$. Beregningene viser at det foreligger en viss korrelasjon mellom eksponeringen og innholdet av vanadium i blod og urin. Imidlertid er korrelasjonen såvidt lav at blod-, henholdsvis urinanalyser, neppe kan benyttes som indikator for vanadiumeksponering ved produksjon av ferrovanadium på basis av enkeltpersoner. På gruppebasis kan en relasjon antydes.

Seks personer arbeider som nevnt i deler av bedriften hvor vanadiumpåvirkningen er lav. I den følgende tabellen, tabell 47, har vi sammenlignet denne laveksponerte gruppen med den høyeksponte gruppen fra FeV - ovnen.

Tabell 47

VANADIUMINNHOOLD $\mu\text{g/liter}$ prøve

		laveksponerte	høyeksponte
BLOD	Xmax	1.32	2.19
	X	1.03	1.82
	Xmin	0.81	1.52
URIN	Xmax	3.56	10.87
	X	2.47	8.27
	Xmin	1.71	6.29

X = middelvei for den respektive gruppe

Xmax = øvre konfidensgrense for den respektive gruppe

Xmin = nedre konfidensgrense for den respektive gruppe

Med øvre og nedre konfidensgrense forstås at det er 95% sannsynlighet for at middelveien av eventuelle nye prøver ville ligge innenfor disse grensene dersom disse prøvene ble gjentatt under tilsvarende forhold.

Det er statistisk signifikant forskjell mellom verdiene for de to gruppene

URIN: t	= 5.318	48	t	= 3.476
beregn		99.9		
BLOD: t	= 3.735	48	t	= 3.476
beregn		99.9		

Ved analyse av destilert vann oppsamlet i blodprøveglass ble det funnet ≈ 0.4 $\mu\text{g V/l}$. Ut fra dette kan en konkludere at vanadiuminnholdet i blod hos ikke-eksponerte personer er mindre enn $1 \mu\text{g/l}$ blod. Hos de høyeksponerte personene er midlere blodinnhold $\approx 1.8 \mu\text{g/l}$ mot $1.0 \mu\text{g/l}$ for laveksponerte. Ved analyse av større serier vil en på gruppebasis kunne få en indikasjon om det foreligger en eksponering eller ikke. Urinverdiene er sannsynligvis $< 2 \mu\text{g/l}$ hos ueksponerte og forskjellen mellom eksponerte og ueksponerte her gir muligens bedre grunnlag for å skille mellom disse gruppene.

På gruppebasis er det altså mulig å påvise eksponering ved analyse av urin, henholdsvis blod. Imidlertid vil slike analyser være både kostbare og tidkrevende og også derved neppe aktuell som eksponeringskontroll.

3.3 ENDRINGER I VERDIENE I PRØVEPERIODEN:

Tabell 49 viser om konsentrasjonen av vanadium i urin og blod steg eller sank i løpet av mandag og fra mandag til torsdag.

Det er ikke noen enstydig "trend" i de målte verdiene.

Tabell 50 viser endringene i verdier mandag satt opp mot vanadiumkonsentrasjonene i støvet denne dagen. Konsentrasjonen er et mål for eksponering.

Tabellen viser av vanadium eksponering ikke er korrelert til endring i vanadiumkonsentrasjon i blod eller urin i løpet av samme skift. Det er heller ingen slik korrelasjon om vi setter endringene fra mandag ettermiddag til torsdag ettermiddag opp mot gjennomsnittlig vanadiumkonsentrasjon i perioden. Dette er framstilt i tabell 51.

Konklusjon på disse betraktningene er at den modellen for opptak og utskillelse av vanadium som vi forutsatte da vi valgte tidspunkt for prøvetaking ikke holder stikk

3.4 KONSKLUSJON

1. Prøvene har vist at det er bra sammenheng mellom verdiene for vanadium i blod og verdiene i urin tatt samtidig. Urinutskillelsen gjenspeiler innholdet i blod.
2. Personer som i denne undersøkelsen er kalt høyeksponerte har som gruppe betraktelig høyere innhold av vanadium i blod og urin enn personer som er utsatt for vanadium i betydelig mindre grad.
3. Endringene i vanadium-innhold i blod og urin i løpet av et skift og i løpet av en 3-4 dagers periode gjenspeiler ikke vanadium-eksponeringen fra støv i de samme periodene.

Analyse av vanadium i biologisk materiale som blod og urin er altså ikke egnet som kontroll av yrkesmessig vanadiumeksponering.

XI. LITTERATURLISTE

- 1) Fehnel, J. Referert i referanse nr. 6.
- 2) Panchery, G. La silicosi nella fabbricazione del ferrosilicio e del siliciurio de calcio. *Rass. Med. Industr.* 17: 1-15, 1948.
- 3) Radica, U. Contributo-alla studio sulla pneumoconiosi da ferrosilico. *Rass. Med. Industr.* 3(25) 1956.
- 4) Drees og Young. Privat korrespondanse - Glømme og Swensson.
- 5) Roberts, W.C. The ferroalloy industry hazards of the alloys and semimetallics. Part I. *J. Occup. Med.* 7: 71-77, 1965.
- 6) Broch, C. Silikose forårsaket av røkstøvet i et ferrosilisium- og et ferrokromverk. Oslo 1953.
- 7) Glømme, J. og Swensson, Å. Risikoen for støvlungesykdom i ferrosilisiumsmelteverk. Del I-IV. *Yrkeshyg. Inst., Oslo og Karolinska Sjukhuset, Stockholm.*
- 8) Bruce, T. The occurrence of silicosis in the manufacture of silicon alloys. *J. Industr. Hyg. Toxicol.* 19: 155-162, 1937.
- 9) Documentation of TLV's American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Third Edition 1971.
- 10) Hudson, T.G.F., Vanadium, Toxicology and Biological Significance, Elsevier, Amsterdam (1964).

- 11) Sjøberg, S.G.: Arch. Ind. Hyg. & Occup. Med 3, 631, 1951.
- 12) Zenz, C., Berg, B.A.: Arch. Env. Health, 14, 709, 1967.
- 13) Roshchin, I.V., Gig. Sanit. 11, 49, 1953.
- 14) Fjeldstad, P.E. og Halgard, K.: Polycykliske aromatiske hydrokarboner. Eksponeringsmålinger ved A/S Årdal og Sunndal verk, Årdal. HD 707/770610 (YHI 1977).
- 15) Kartlegging av PAH ved Norsk Koksverk. (NTNF-rapport, 1977).
- 16) Threshold Limit Value's 1977. American Conference of Governmental Industrial Hygienists.
- 17) Anonym Particulate Polycyclic Organic Matter. Nat. Acad. of Science, Washington D.C., 1972.
- 18) Shuler, P.J. and Bierbaum, P.J.: Environmental Survey of Aluminium Reduction Plant. NIOSH, 1974.
- 19) Konstantinov, V.G. og Kuzminyuk, A.I.: Tarry substances and 3,4-Benzpyrene in the air of electrolytic shops of Aluminium works and their carcinogenic significance. Hygiene & Sanit 36 (1971), 368-73.
- 20) Gibbs, G.W. and Horowitz, J.: Lung Cancer Mortality in Aluminium Plant Workers. ALCAN report 1977.
- 21) Schulte, Larsen, K.A. Hornung, R.W. and Crable, J.U.: Report on analytical methods used in a coke oven effluent study. NIOSH, 1974.

- 22) Lloyd, J.W.: Long-term mortality study of steelworkers. V. Respiratory cancer in coke plant workers. J. Occup. Med. 13 1971, 53-68.
- 23) Bjørseth, A., Bjørseth, O. og Fjeldstad, P.E.: Kartlegging av PAH ved A/S Årdal og Sunndal verk, Sunndalsøra (NTNF-rapport, 1976).
- 24) Industrial Hygiene Journal, May - June 1964, 315-316.
- 25) Nau, C.A.: South. Med. J. 41, 341, 1948.
- 26) Mowé, G., Arbeidsmiljø og helseproblemer blant arbeidstakere i ovnshallene ved Norsk Hydro A/S, Karmøy Fabrikker. En "dose-respons" undersøkelse YHI 1976, HD 694/760922.
- 27) Kverneland, A., et al., Helsemessige aspekter ved sveising på rustfritt stål. En medisinsk-teknisk/hygienisk undersøkelse av endel arbeidere ved Kværner Brug A/S Egersund. YHI 1977, HD 752/201277
- 28) Guberan, E., et al., Circadian variation of FEV in shift workers. Br.J. Ind Med. 1969, 26, 121-125.

Tabell 3.

Personlige prøver fra Bremanger Smelteverk desember 1977

Jobbtype	Bærer	Sted	5/12			6/12		
			prøve nr.	mg støv/m ³	µg PAH/m ³	prøve nr.	mg støv/m ³	µg PAH/m ³
Kranfører	J.He	Ovn 3	B1C	5.08	0.56	B24C	5.07	1.02
Rengjører	A.Sø	"	B2C	4.68	0.44	B19C	288.18	17.55
Tapper	A.El	"	B4C	3.04	0.78	B20C	6.55	31.72
Tapper	A.In	Ovn 5	B5C	6.67	1.26	B23C	7.58	1.16
Tappehullsreparatør	H.Sø	"	B9C	7.27	13.28	B21C	7.45	4.57
Tapper	M.Ig	Ovn 2 & 4	B10C	7.29	1.47	B18C	8.27	0.88
Tappehullsreparatør	M.St	"	B8C	121.14	10.03	B15C	14.21	1.14
Reparatør	A.Sa	Andre	B6C	9.62	5.28			
Reparatør	M.Ia	"	B7C	6.89	2.55	B25C	8.72	3.71

Tabell 4.

Stasjonære prøver fra Bremanger Smelteverk desember 1977

Prøve nr.	Sted	Dato	mg støv pr. m ³	Filter µg PAH/m ³	Abs.lsg. µg PAH/m ³	Totalt µg PAH/m ³
B 1	Mantelloft Ovn 5	6/12	11.55	3.68	27.17	30.85
B 2	" " 3	"	19.53	12.53	18.81	31.34
B 3	" " 5	7/12	4.33	5.58	14.19	19.77
B 4	" " 3	"	5.17	4.22	21.56	25.78

Bedrift: Bremanger Smelteverk

873/170

Tabell 5

FILTER NR.	DATO	Ovn V	PRØVESTED		LUFTHV. VOL. m ³	STØV		X min	X max	X	% Glødestøv <5 µm	% Amorf SiO ₂ i støv
			Ovn V	PRØVESTED		mg	mg/m ³					
5	5/12	A. Indredavik			0,772	4,8	6,6					
23	6/12	Tapper Ovn V			0,656	5,0	7,6					
714	7/12				0,601	4,6	7,7	4,7	11,5	7,4	21,8	22
621	8/12				0,761	3,0	3,9					
574	9/12	K. Halvorsli			0,632	6,6	10,4					
9	5/12	H. Sørgulen			0,546	4,0	7,3					
21	6/12	Tappehullisrep.			0,552	4,1	7,4					
754	7/12				0,534	5,8	10,9	7,2	10,7	15,9	22,1	25
614	8/12				0,536	6,6	12,3					
597	9/12				0,532	8,0	15,0					
5	5/12	Bj. Ryland			0,644	4,0	6,2					
53	6/12	Ovnskjører			0,586	2,7	4,6					
717	7/12				0,484	2,5	5,2	3,9	5,9	9,0		
615	8/12				0,753	2,9	3,9					
559	9/12	J. Andersen			0,736	6,9	9,4					

Tabell 6

873/ 170

Bedrift: Bremanger Smelteverk

FILTER NR.	DATE	PRØVESTED	LUFT VOL. m ³	mg	STØV mg/m ³	Xmin	Xmax	% Glødestøv <5µm	% Amorf SiO ₂ i støv
1	5/12	O. Sølvberg	0,894	4,3	4,8				
59	6/12	Tapper	0,525	3,2	6,1				
722	7/12		0,469	3,3	7,0	5,2	7,3	10,4	
610	8/12		0,421	3,7	8,8				
610	9/12	Per Nygård	0,722	7,0	9,7				
23	5/12	S. Støvik	0,873	6,8	7,8				
725	6/12	Knuseri/ pakkeri	0,873	5,9	9,1				
752	7/12		0,713	7,5	10,5	7,5	9,1	11,0	
608	8/12		0,808	7,1	8,8				
66	5/12	Svortevik	0,468	4,6	9,8				
49	6/12	Reparasjon/ tapper	0,590	13,9	23,6				
745	7/12		0,560	8,2	14,5	9,1	14,1	22,0	14
606	8/12		0,592	6,1	10,3				
630	9/12		0,440	5,2	11,8				

Bedrift: Bremanger smelteverk 873/170

Tabell 8

FILTER NR.	DATO	PRØVESTED	Ovn III	LUFT VOL. m ³	S T Ø V		X min	X	X max
					mg	mg/m ³			
1	5/12		J. Helle	0,631	3,2	5,1			
24	6/12		Kranfører 80-T	0,727	3,7	5,1			
710	7/12			0,835	4,8	5,7	4,4	6,3	9,1
628	8/12			0,736	7,4	10,1			
637	9/12		Bj. Eikeseth	0,623	3,4	5,5			
4	5/12		A. Elde	0,690	2,1	3,1			
20	6/12		Tapper	0,551	3,6	6,5			
721	7/12			0,840	2,5	3,0	2,4	5,3	11,7
627	8/12			0,817	1,9	2,3			
638	9/12		H. Hauge	0,791	8,5	10,7			

Tabell 10

873/170

Bedrift: Bræmanger Smelteverk

FILTER NR.	DATE	PRØVESTED	LUFT VOL. m ³	STØV mg	mg/m ³	\bar{X} min	\bar{X} max	% Gløde	% støv < 5 µm	% amorfi SiO ₂ støv < 5 µm	% α SiO ₂ totst. < 5 µm
		Ovn II - IV									
22	5/12	A. Haugen	0,869	2,0	2,3						
32	6/12	Ovnskjører II- IV	0,841	3,6	4,3						
711	7/12		0,876	3,8	4,3	2,8	4,3	6,6	33,9	5	< 3
617	8/12		0,839	4,9	5,8						
570	9/12	Sæterøy	0,896	5,8	4,5						
24	5/12	A. Bakke	0,957	2,9	3,0						
29	6/12	Tapper II- IV	0,695	2,6	3,7						
719	7/12		0,818	4,5	5,5	3,4	8,2	19,9	41,0	24	7
620	8/12		0,782	8,8	11,3						
578	9/12	Folkestad	0,610	9,5	15,6						
7	5/12	H. Fotland	0,726	4,5	6,2						
30	6/12	Øsepleie II- IV	0,695	8,2	11,8						
753	8/12		0,476	1,5	3,2	3,2	10,1	31,7	53,1	32	< 3
649	9/12		0,708	11,4	16,1						

Bedrift: Bremanger Smelteverk 873/ 170

Tabell 11

FILTER NR.	DATO	Fe V	PRØVESTED	LUFT VOL. m ³		STØV mg		X min	X max	mg V/ m ³	µgCr/ m ³
				0,966	4,9	5,1	5,1				
6	5/12	Birkeland		0,966	4,9	5,1				0,042	3
27	6/12	V- anlegg		0,928	3,1	3,3	3,3	6,1	9,8	0,084	4
764	7/12			0,814	8,0	9,8				0,402	25
4	5/12	Sigdestad		0,609	3,4	5,6				0,020	3
26	6/12	Operator Fev		0,709	2,9	4,1	3,3	5,5	9,1	0,016	3
749	7/12			0,647	2,6	4,0				0,039	3
801	8/12			0,403	3,2	7,9				0,062	5
12	6/12	D. Ask		0,658	1,3	2,0				0,006	2
766	7/12	Operator Fe V		0,749	3,4	4,5	2,0	4,1	5,7	0,019	3
797	8/12			0,575	3,3	5,7				0,047	3
2	5/12	Herheim		0,830	2,3	2,8				0,019	1
25	6/12	Operator Fe V		0,508	2,6	5,1	2,7	4,7	8,3	0,020	2
765	7/12			0,679	4,4	6,5				0,022	4
783	8/12			0,489	2,0	4,1				0,031	2

Bedrift: Bremanger Smelteverk 873/ 170

Tabell 12

FILTER NR.	DATO	Fe V	PRØVESTED	LUFT VOL. m ³	STØV		X min	X	X max	mg V/ m ³	µg Cr/ m ³
					mg	mg/m ³					
13	5/12	Holmen		0,882	5,1	5,8				0,388	15
39	6/12	Rens/ knus		0,679	4,1	5,9	5,2	6,9	9,1	0,316	13
761	7/12			0,623	5,0	8,0				0,342	21
624	9/12			0,536	4,2	7,8				0,437	21
8	5/12	Olsen		0,850	6,2	7,3				0,656	21
46	6/12	Rens/ knus		0,698	4,0	5,7				0,377	20
798	7/12			0,693	10,0	14,4	6,1	9,6	15,2	0,584	26
795	8/12			0,699	8,1	11,6				0,323	13
631	9/12			0,404	3,4	8,4				0,275	15
21	5/12	Eimind		0,766	5,8	7,6				1,825	73
626	6/12	Operator		0,534	3,0	5,6				1,157	58
756	7/12			0,676	4,6	6,8	6,0	7,0	8,2	0,729	37
629	8/12			0,551	4,0	7,3				0,924	44
576	9/12			0,557	4,3	7,7				1,382	41

Bedrift: Bremanger Smelteverk 873/170

Tabell 13

FILTER NR.	DATO	Fe V	PRØVESTED	LUFT VOL. m ³	STØV		X min	X	X max	mg V/ m ³	µg Cr/ m ³
					mg	mg/m ³					
20	5/12	Berle		0,994	1,5	1,5				0,028	2
724	6/12	Operator		0,679	1,4	2,1				0,021	1
794	7/12			0,656	3,4	5,2	1,8	3,7	7,5	0,047	6
619	8/12			0,711	2,4	3,4				0,030	4
567	9/12			0,816	4,5	5,5				0,080	9
9	5/12	Vestgård		0,811	7,1	8,8				0,117	5
31	6/12	Operator		0,655	4,0	6,1				0,034	3
784	7/12			0,782	8,2	10,5	6,8	8,9	11,5	0,078	6
613	8/12			0,651	6,6	10,1				0,063	5
572	9/12			0,733	6,3	8,6				0,048	3
15	5/12	Fru Nilsen		0,772	5,3	6,9				0,082	4
45	6/12	Operator		0,647	3,6	5,6				0,032	3
803	7/12			0,744	5,0	6,7	4,5	5,8	7,5	0,062	5
618	8/12			0,519	3,9	5,6				0,040	2
566	9/12			0,637	2,6	4,1				0,083	5

Bedrift: Bremanger Smelteverk 873/ 170

Tabell 14

FILTER NR.	DATO	Fe V	PRØVESTED	LUFT VOL. m ³	S T Ø V		X min	X	X max	mg V/ m ³	µg Cr/ m ³
					mg	mg/m ³					
18	5/12	K. Misje	FM- skift	0,342	1,1	3,2				0,061	3
773	6/12	V- anlegg	"	0,799	6,0	7,5				0,553	21
744	7/12	"	"	0,748	12,4	16,6	4,9	12,5	31,7	1,103	52
643	8/12		EM- skift	0,753	6,6	8,8				0,426	25
573	9/12		"	0,613	13,3	21,7				1,718	49
10	5/12	V. Gotvassli	EM- skift	0,954	1,9	2,0				0,010	1
778	6/12	Operator	"	0,792	1,0	1,3				0,001	<1
799	7/12		FM- skift	0,764	3,5	3,5	2,0	5,9	17,7	0,030	3
633	8/12		EM- skift	0,673	5,5	8,2				0,064	3
571	9/12		FM- skift	0,415	4,2	10,1				0,067	5
3	5/12	Hjortland	EM- skift	0,770	2,5	3,2				0,016	3
774	6/12	Operator	"	0,582	1,7	2,9				0,017	3
734	7/12		"	0,461	1,9	4,1	2,9	4,4	6,7	0,037	4
647	8/12		"	0,669	3,7	5,5				0,022	1
644	9/12		FM- skift	0,689	4,3	6,2				0,045	3

Bedrift: Bremanger Smelteverk 873/170

Tabell 16

FILTER NR.	DATO	PRØVESTED	LUFT VOL. m ³	STØV mg	mg/m ³	X min	X	X max	% Gløde- SiO ₂ tap	% amorf SiO ₂ totst.	% α-SiO ₂ totst.
7	5/12	M. Langvik	0,608	4,2	6,9						
25	6/12	Reparatør	0,388	3,4	8,8						
750	7/12		0,577	4,5	7,8	5,7	7,1	8,9	37,5	6	
607	8/12		0,733	4,0	5,5						
565	9/12		0,668	4,3	6,4						
6	5/12	A. Sande Reparatør	0,529	5,1	9,6						
16	5/12	Arvid Myklebust	0,929	1,5	1,6						
727	6/12	Operatør Mek. Verksted	0,397	1,4	3,5						
720	7/12		0,815	5,5	6,7	2,2	4,9	10,9			
612	8/12		0,769	2,7	3,5						
595	9/12		0,647	5,2	8,0						
14	5/12	Tjugum	0,654	0,8	1,2						
48	6/12	Kranfører/ råstoff	0,758	1,4	1,8						
718	7/12		0,615	1,4	2,3	1,4	2,4	4,0	74,0		<3
616	8/12		0,630	2,2	3,5						
575	9/12		0,534	1,5	2,8						

Bedrift: Bremanger Smelteverk 873/170

Tabell 17

FILTER NR.	DATE	PRØVESTED	LUFT VOL. m	STØV mg	mg/m ³	X min	X	X max	% Glødetap <5 µm	% Amorf SiO ₂ <5 µm	% αSiO ₂ <5 µm
		Andre									
55	5/12	Dahlseth	0,783	2,4	3,1						
41	6/12	Beltemann	0,815	2,8	3,4						
708	7/12		0,659	3,5	5,3	3,4	11,0	35,9	57,2	20	3
611	8/12		0,773	7,2	9,3						
564	9/12		0,617	19,6	31,8						
34	5/12	Kristensen	0,603	1,3	2,2						
33	6/12	Skiftelektriker	0,648	1,4	2,2						
723	7/12		0,785	3,7	4,7	2,1	3,9	7,0			
623	8/12		0,623	2,0	3,2						
558	9/12	0. Sørgulen	0,455	3,0	6,6						
60	5/12	S. Kalsvik	0,382	10,3	27,0						
723	6/12	Mekaniker	0,568	16,4	28,9						
706	7/12		0,593	29,2	49,2	18,1	29,8	48,9	17,3	20	38
785	8/12		0,749	19,1	25,5						
584	9/12		0,486	7,8	16,0						

Bedrift: Bremanger Smelteverk 873/ 170

Tabell 19

FILTER NR.	DATO	PRØVESTED	LUFT VOL, m ³	S T Ø V		X min	X	X max	TOTALT	
				mg	mg/m ³				X min	X max
		Stasjonære								
65	5/12	Dagskift	3,972	24,3	6,1					
768	6/12	(06.00- 07.40)	1,439	17,7	12,3					
1	6/12	(08.00- 14.00)	5,281	14,9	2,8	3,7	7,8	16,2		
3	7/12	Stampeloft/ mantelloft	5,380	23,3	4,3					
652	8/12	Ovn V	4,130	23,4	3,5					
556	9/12		4,130	65,9	16,0					
54	5/12	Ettermiddagsskift	6,340	30,4	4,8					
762	6/12		6,753	10,0	1,5	1,5	2,6	4,8	3,9	6,2
802	7/12		6,861	11,1	1,6					
775	5/12	Nattskift	5,897	33,4	5,7					
736	6/12		6,825	22,2	3,3	3,3	6,5	10,6		
641	7/12		5,201	54,9	10,6					

Bedrift: Bremanger Smelteverk 873/170

Tabell 20

FILTER NR.	DATO	Stasjonær	PRØVESTED	LUFT VOL. m ³	STØV		X min	X max	TOTALT	
					mg	mg/m ³			X min	X max
67	5/12	Tappeplan/ gullyplan Ovm V	Dagskift	5,613	5,1	1,1				
771	6/12	På siden ut mot knuseriet		7,818	20,6	2,6				
755	7/12			7,617	72,0	9,5	1,8	14,1		
642	8/12			8,008	33,4	4,2				
593	9/12			6,481	36,8	5,7				
37	5/12		Ettermiddagsskift	8,403	10,3	1,2				
790	6/12			7,408	4,9	0,7	0,7	1,1	1,5	3,6 6,4
743	7/12			7,690	11,5	1,5				
770	5/12		Nattskift	7,215	11,2	1,6				
742	6/12			9,947	9,0	0,9	0,8	4,4	24,6	
645	7/12			8,672	18,5	2,1				
555	9/12			6,735	75,8	11,3				

Bedrift: Bremanger Smelteverk 873/ 170

Tabell 21

FILTER NR.	DATO	PRØVESTED	LUFT VOL. m ³	S T Ø V		X min	X	X max	TOTALT	
				mg	mg/m ³				x min	x max
64	5/12	Dagskift	0,482	0,9	1,9					
728	6/12		0,788	4,1	5,2					
800	7/12		0,751	10,0	13,3	2,7	7,5	20,6		
788	8/12		0,845	9,0	10,7					
598	9/12		0,740	2,4	3,2					
51	5/12	Dagskift	4,991	8,1	1,6					
47	6/12	FeV- knuseri utenfor på plata	9,189	20,8	2,3					
780	7/12	ut mot hallen	6,955	29,0	4,2	1,9	3,3	5,8		
796	8/12		7,216	23,0	3,2					
557	9/12		5,494	26,8	4,9					
62	5/12	Dagskift	3,859	16,3	4,2					
44	6/12	Chargplan FeV- ovn /	8,111	23,7	2,9					
767	7/12	skakesjenk	6,831	29,2	4,3	3,2	4,0	5,1		
781	8/12		6,724	26,1	3,9					
602	9/12		5,857	28,2	4,8					

Tabell 22

Bedrift: Bremanger Smelteverk 873/ 170

FILTER HR.	DATO	PRØVESTED	LUFT VOL. m ³	STØV		X min	X	X max	TOTALT	
				mg	mq/m ³				\bar{x} min	\bar{x} max
63	5/12	Stasjonær Mantelplan Ovn V ved vegg ut mot hallen	3,898	4,9	1,3					
793	6/12		7,292	19,0	2,6					
740	7/12		6,859	31,1	4,5	1,9	3,7	7,4		
634	8/12		6,908	33,9	4,9					
604	9/12		6,327	27,0	4,3					
43	5/12	Ettermiddagsskift	7,673	9,3	1,2					
759	6/12		6,408	14,9	2,3	1,2	3,7	7,5	2,1	3,4
748	7/12		4,953	36,9	7,5					
776	5/12	Nattskift	7,635	6,3	0,8					
739	6/12		7,777	21,7	2,8	0,8	2,3	3,4		
635	7/12		7,782	26,1	3,4					

Bedrift: Bremanger Smelteverk 873/170

Tabell 23

FILTER NR.	DATO	Stasjoner PRØVESTED Ovn IV Ved søyle utfor kontrollrom	LUFT VOL. m ³	STØV		X min	X	X max	TOTALT	
				mg	mg/m ³				\bar{x} min	\bar{x} max
57	5/12	Dagskift	2,321	5,7	2,5					
804	6/12	Chargplan ovn II-IV	4,269	19,7	4,6					
791	7/12		3,914	25,3	6,5	3,3	6,4	12,3		
651	8/12		3,602	34,6	9,6					
560	9/12		3,350	25,3	7,6					
40	5/12	Ettermiddagsskift	4,348	7,9	1,8					
763	6/12		3,421	12,0	3,5	1,8	4,0	6,8	3,2	6,9
786	7/12		3,333	22,7	6,8					
769	5/12	Nattskift	4,194	8,8	2,1					
737	6/12		4,760	12,0	2,5	2,1	2,7	3,5		
632	7/12		4,306	15,2	3,5					

Bedrift: Bremanger Smelteverk 873/ 170 Tabell 24

FILTER NR.	DATO	Stasjonær Tappedørk ovn III	LUFT VOL. m ³	STØV		X min	X	X max	TOTALT	
				mg	mg/m ³				x̄	x̄ max
56	5/12	Dagskift	3,190	5,8	1,8					
760	6/12		6,465	19,5	3,0					
741	7/12		6,008	26,0	4,3	2,3	3,8	6,5		
650	8/12		5,159	22,8	4,4					
581	9/12		4,229	22,1	5,2					
42	5/12	Ettermiddagskift	6,630	7,4	1,1					
757	6/12		5,658	15,9	2,8	1,1	3,0	5,1	2,3	4,5
732	7/12		5,184	26,5	5,1					
777	5/12	Nattskift	6,411	10,4	1,6					
730	6/12		7,164	32,4	4,5	1,3	2,6	5,4		
640	7/12		6,582	12,6	1,9					
600	8/12		4,796	10,5	2,2					

Tabell 25

873/170

Bedrift: Bremanger Smelteverk

FILTER NR.	DATO	Stasjoner	PRØVESTED	LUFT VOL. m ³	STØV mg	mg/m ³	X _{min}	X _{max}	TOTALT	
									X _{min}	X _{max}
68	5/12	Dagskift		4,075	21,2	5,2				
789	6/12			1,643	4,7	2,9				
639	8/12			7,590	31,3	4,1	2,1	3,7	6,6	
601	9/12			8,061	18,6	2,3				
36	5/12	Ettermiddagsskift		8,189	37,0	4,5				
758	6/12			6,704	30,2	4,5	4,5	4,6	4,7	3,2
746	7/12			6,256	29,1	4,7				4,8
772	5/12	Nattskift		7,304	25,4	3,5				
735	6/12			8,459	38,2	4,5	2,7	3,6	4,5	
636	7/12			8,761	23,5	2,7				

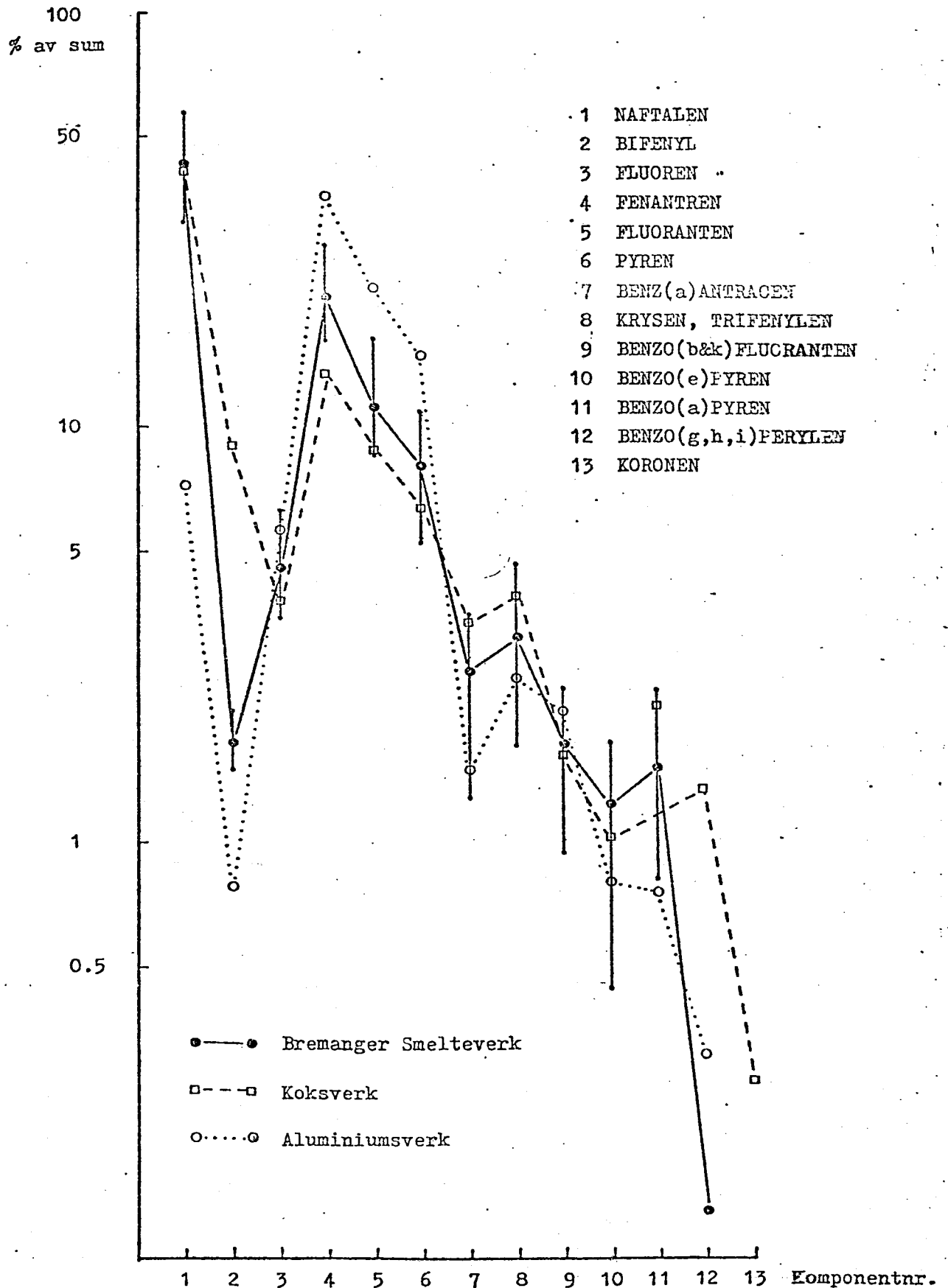
Tabell 26

Bedrift: Bremanger S.melteverk 873/ 170

FILTER NR.	DATO	Stasjonære PRØVESTED	Plateverksted	LUFT VOL. m		ST Ø V		X min	X	X max
				mg	mg/m ³	mg	mg/m ³			
69	5/12			0,474	2,0	4,2				
729	6/12			0,780	1,9	2,4				
782	7/12			0,781	3,2	4,1	2,4	5,7	13,7	
787	8/12			0,860	2,4	2,8				
580	9/12			0,719	10,5	14,6				

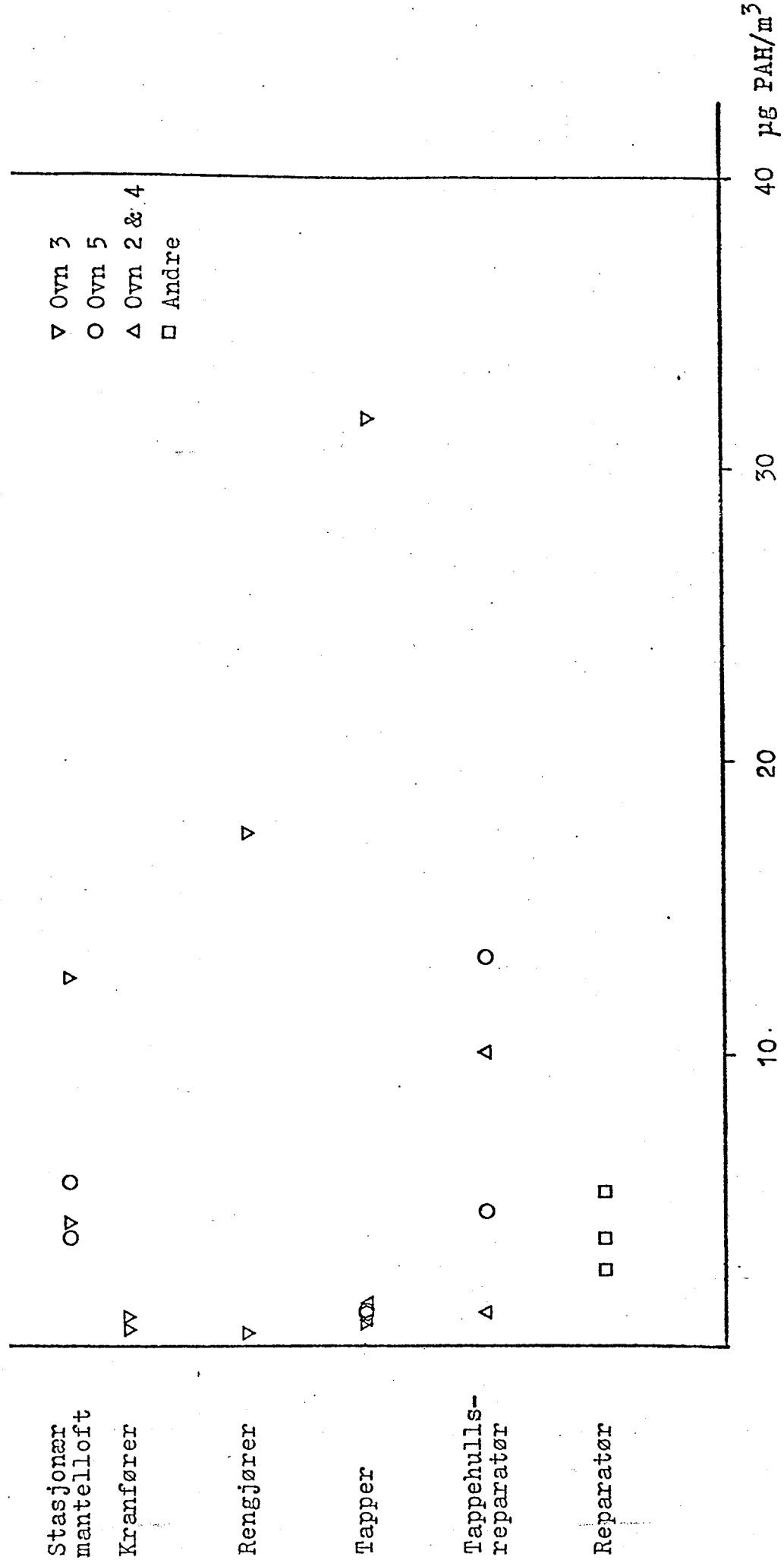
Figur 2.

Prosentvis fordeling av 13 PAH-komponenter (støv+gass) i prøver tatt med stasjonært prøvetakingsutstyr ved Bremanger Smelteverk desember 1977. Høyeste og laveste verdi for hver av komponentene er angitt, kurven er trukket gjennom middelverdiene. Til sammenlikning er tegnet tilsvarende kurver fra et koksverk og et aluminiumsverk.

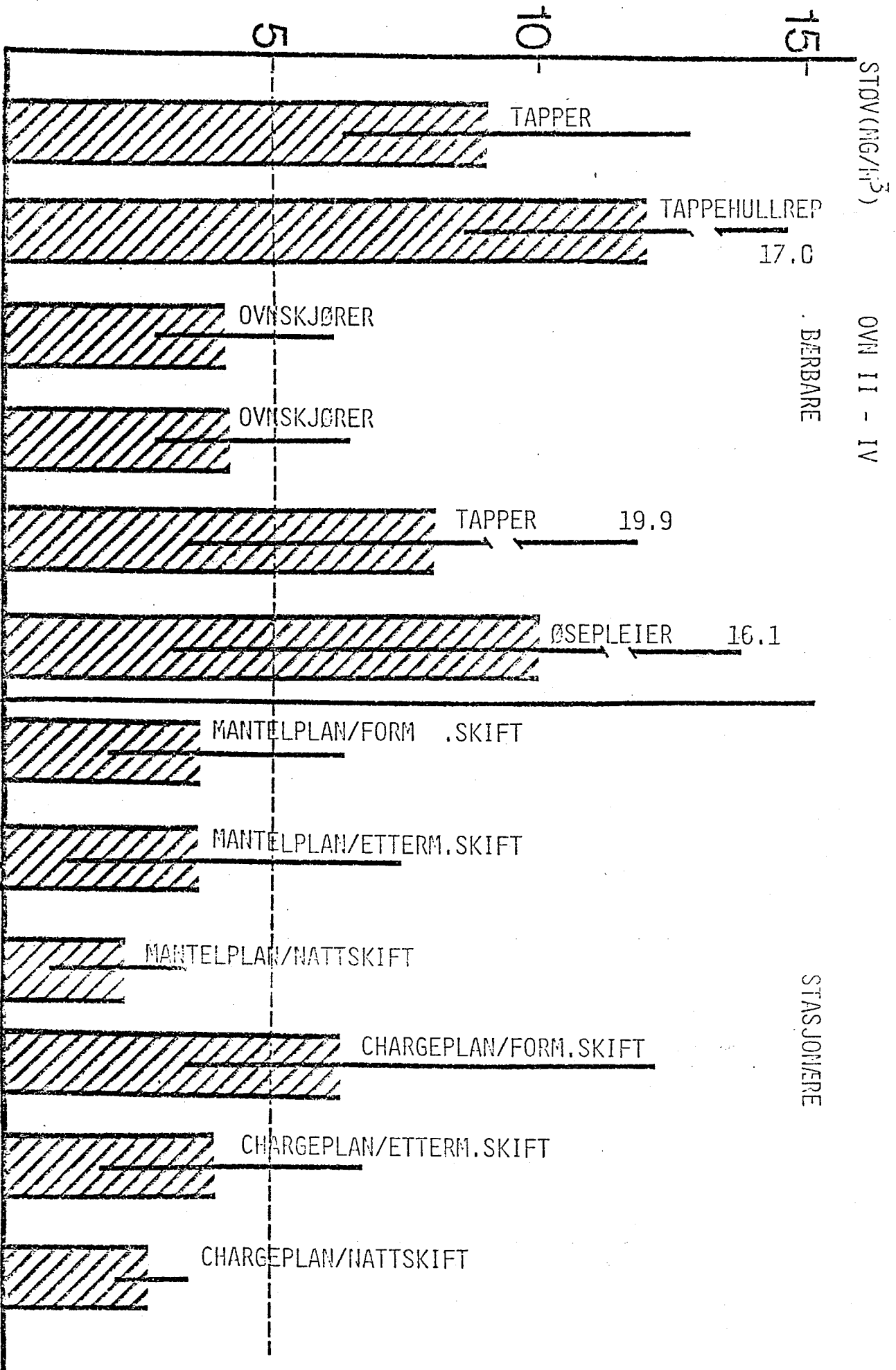


Figur 3.

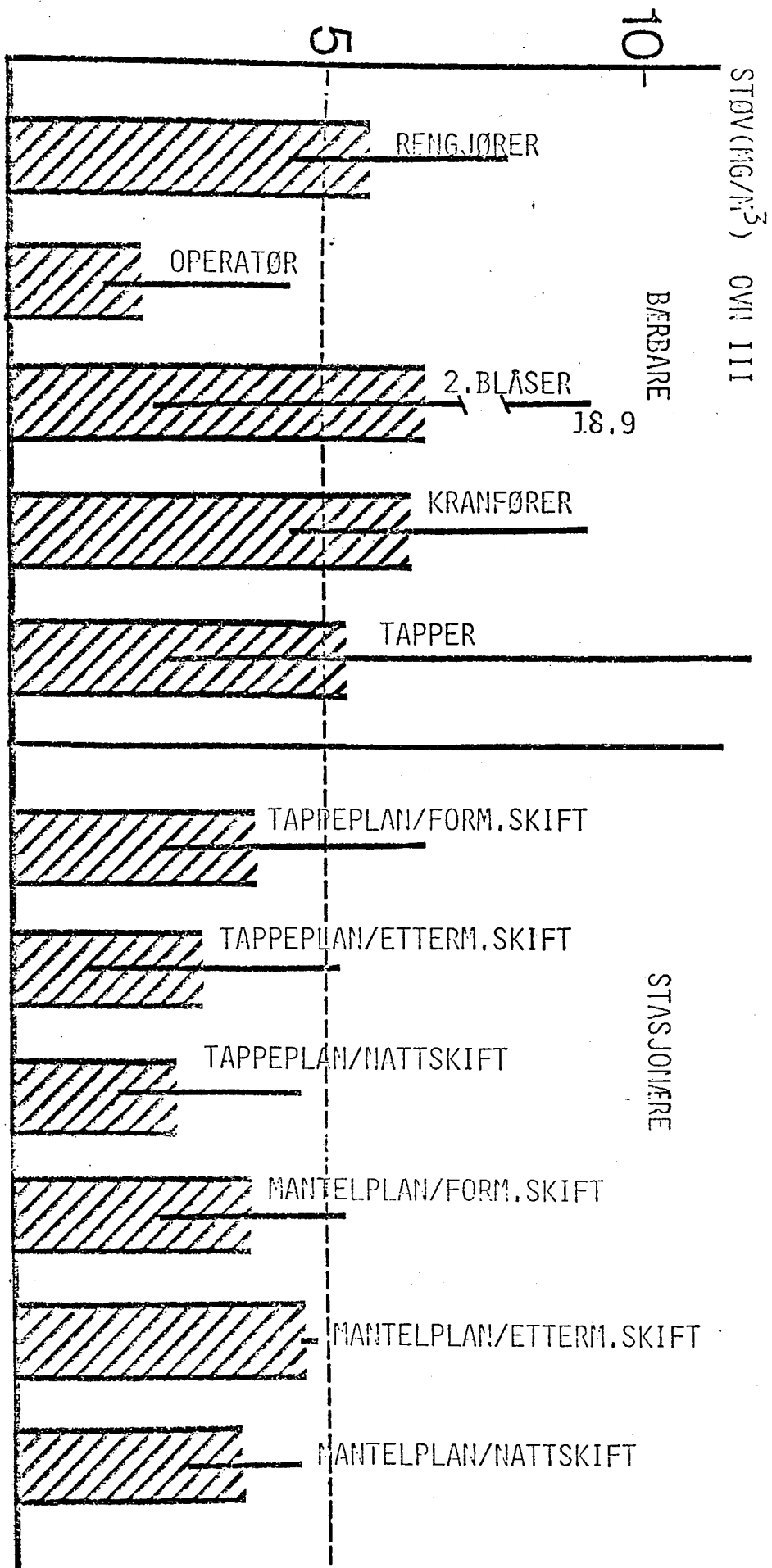
Totalkonsentrasjon av PAH på filter målt ved personlig og stasjonært utstyr, Bremanger Smelteverk desember 1977



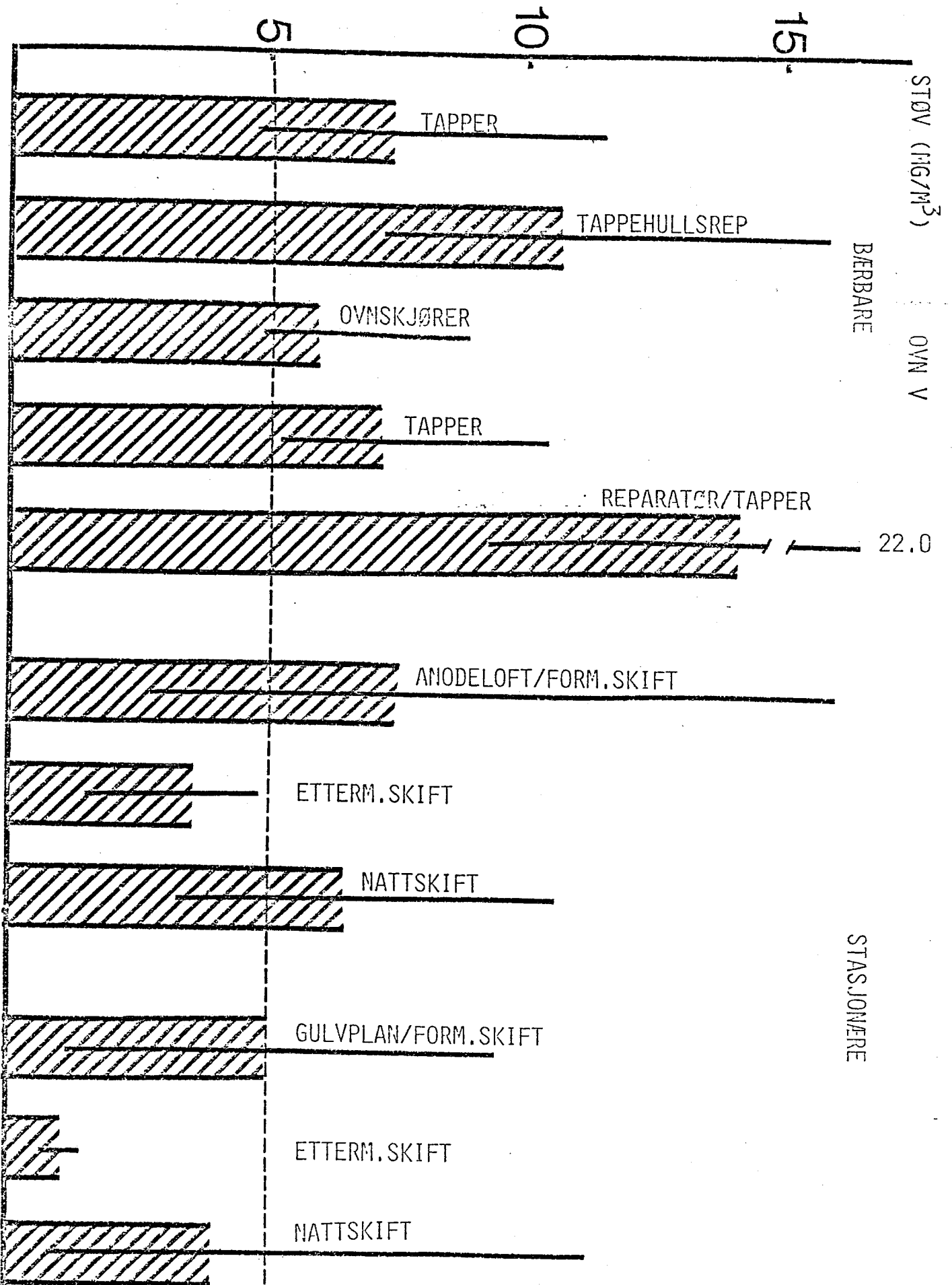
Figur 4.



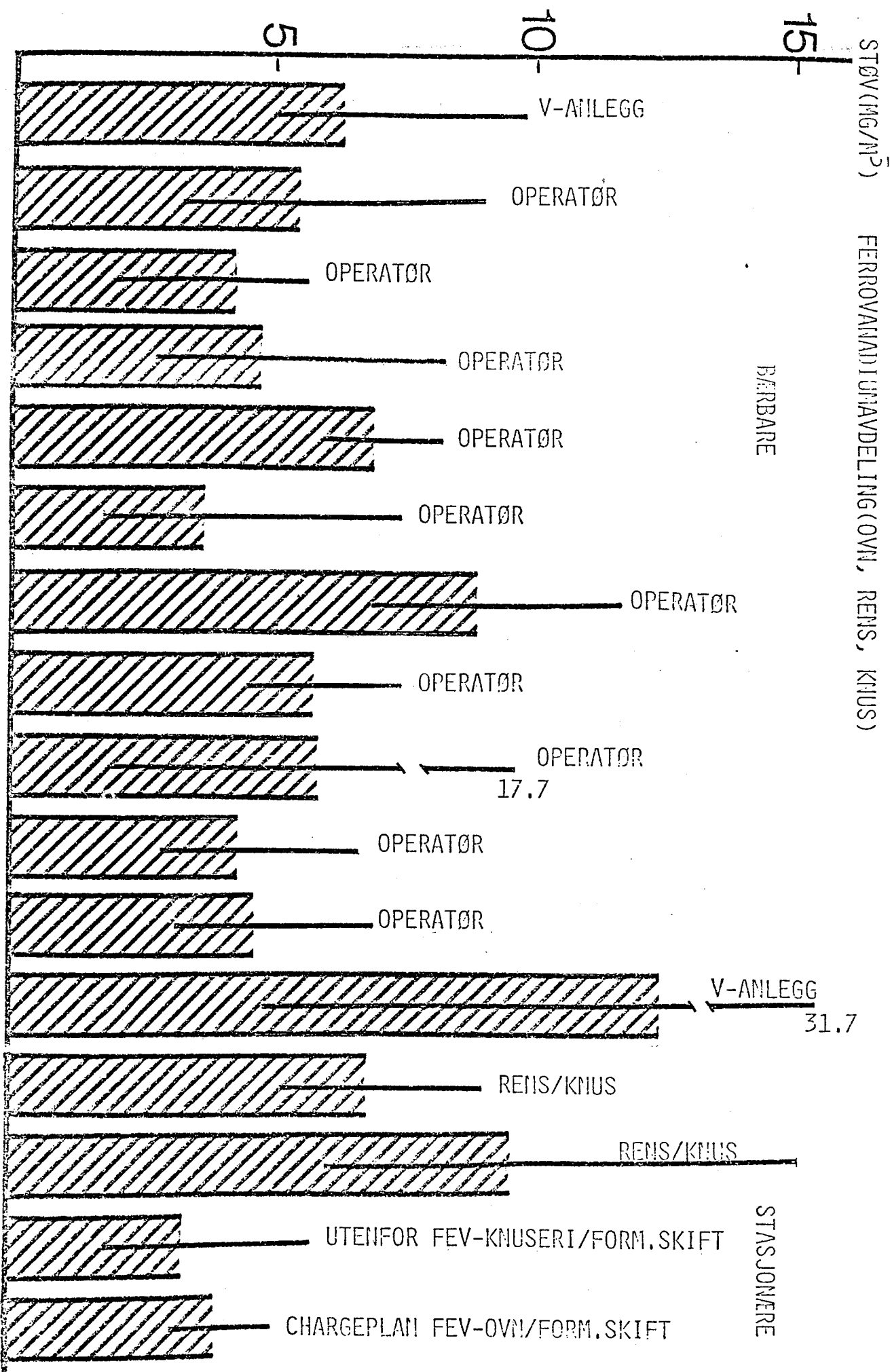
Figur 5.



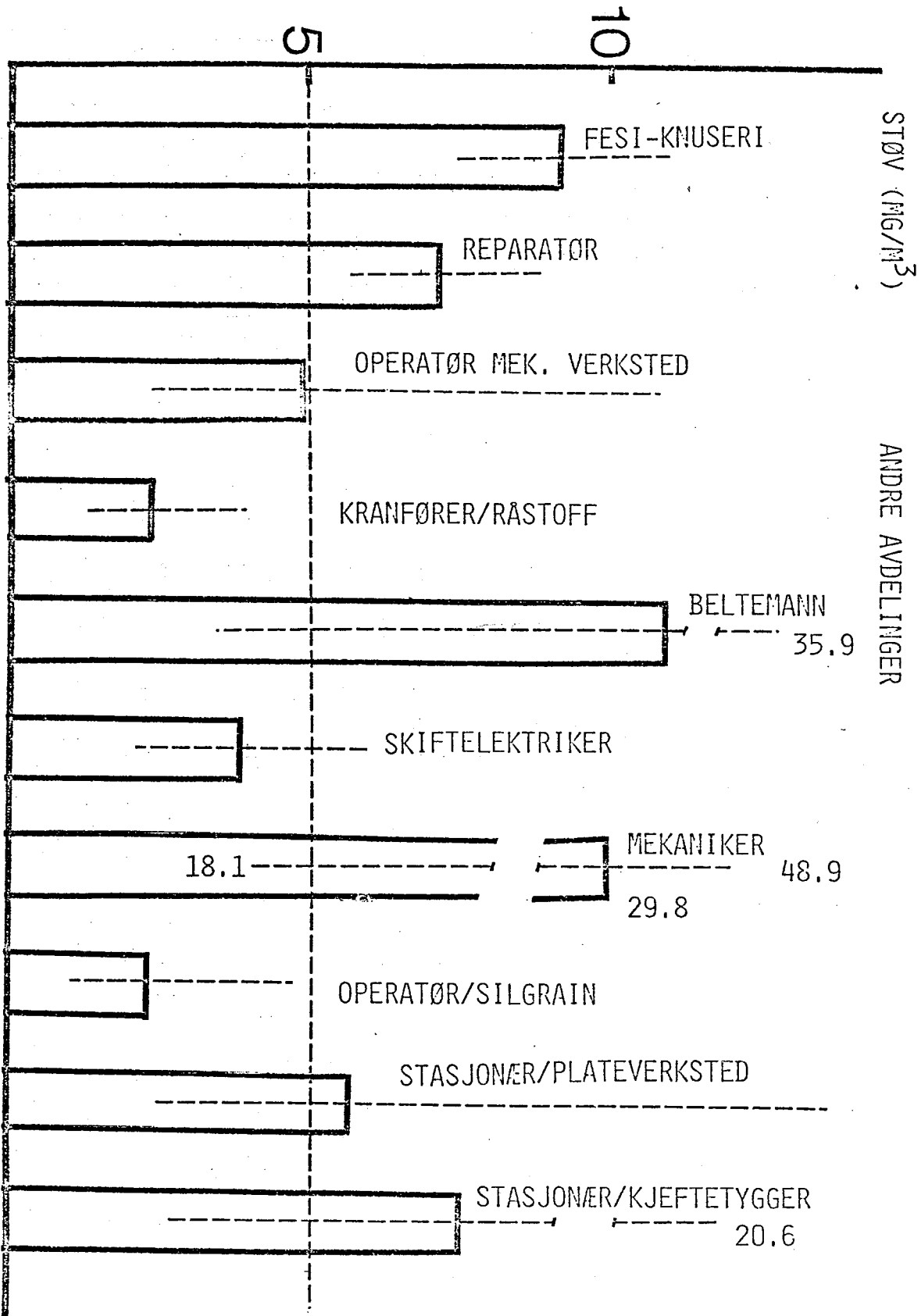
Figur 6.



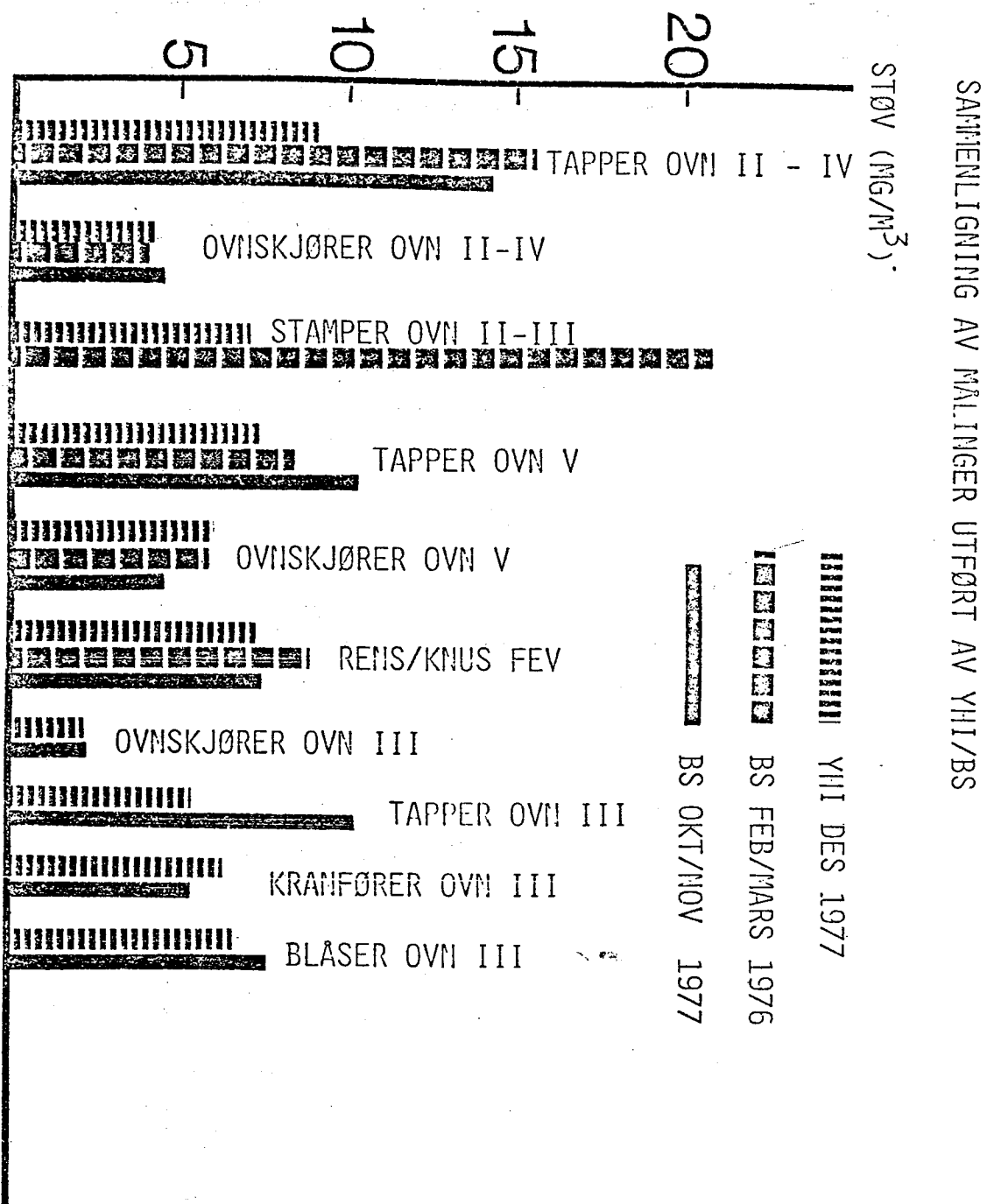
Figur 7.



Figur 8.



Figur 9.



Spørreskjema.

Spørsmål 1.1: Har du på arbeid i dag vært plaget av irritasjon, ubehag i halsen:

	1	2	3
Mandag	73	16	11
Tirsdag	73	22	5
Onsdag	73	16	11
Torsdag	60	37	3

- 1 = Nei
- 2 = Ja, litt
- 3 = Ja, meget

Tallene angir % av antall besvarte.

Spørreskjema.

Spørsmål 1.2: Har du på arbeid i dag vært plaget av irritasjon, ubehag i nesa :

	1	2	3
Mandag	73	22	5
Tirsdag	70	27	3
Onsdag	73	24	3
Torsdag	57	40	3

- 1 = Nei
- 2 = Ja, litt
- 3 = Ja, meget

Tallene angir % av antall besvarte.

Spørreskjema.

Spørsmål 1.3: Har du på arbeid i dag vært plaget av irritasjon, ubehag i øvnene.

	1	2	3
Mandag	76	21	3
Tirsdag	84	16	0
Onsdag	78	18	3
Torsdag	66	30	3

1 = Nei

2 = Ja, litt

3 = Ja, meget

Tallene angir % av antall besvarte.

TABELL 30Spørreskjema.

Spørsmål 1.4: Har du på arbeid i dag vært plaget av hoste med oppspytt?

	1	2	3
Mandag	78	13	8
Tirsdag	75	14	10
Onsdag	80	10	8
Torsdag	77	13	10

1 = Nei

2 = Ja, litt

3 = Ja, meget

Tallene angir % av antall besvarte.

Spørreskjema.

Spørsmål 1.5: Har du på arbeid i dag vært plaget av tørrhoste?

	1	2	3
Mandag	82	15	3
Tirsdag	80	15	5
Onsdag	77	20	3
Torsdag	73	23	3

1 = Nei
 2 = Ja, litt
 3 = Ja, meget

Tallene angir % av antall besvarte.

TABELL 32

Spørreskjema.

Spørsmål 1.6: Har du på arbeid i dag vært plaget av tetthet i brystet?

	1	2	3
Mandag	77	13	10
Tirsdag	83	10	7
Onsdag	77	13	10
Torsdag	83	7	7

1 = Nei
 2 = Ja, litt
 3 = Ja, meget

Tallene angir % av antall besvarte.

Spørreskiema.

Spørsmål 1.7 : Har du på arbeid i dag vært plaget av anfall med tung pust?

	1	2	3
Mandag	84	7	7
Tirsdag	86	10	3
Onsdag	76	21	3
Torsdag	83	13	3

1 = Nei
 2 = Ja, litt
 3 = Ja, meget

Tallene angir i % av antall besvarte.

TABELL 34

Spørreskiema.

Spørsmål 1.8 : Har du på arbeid i dag vært plaget av smerter i brystet ?

	1	2	3
Mandag	84	13	3
Tirsdag	97	3	0
Onsdag	94	3	3
Torsdag	93	7	0

1 = Nei
 2 = Ja, litt
 3 = Ja, meget

Tallene angir % av antall besvarte.

Spørreskjema.

Spørsmål 1.9 : Har du på arbeid i dag vært plaget av piping i brystet

	0	1	2	3
Mandag		82	13	5
Tirsdag		87	13	0
Onsdag		84	13	3
Torsdag		83	17	0

0 = Ubesvart
 1 = Nei
 2 = Ja, litt
 3 = Ja, meget

Tallene angir % av antall besvarte.

Tabell 36Spørreskjema.

Spørsmål 1.10 : Har du på arbeid i dag vært plaget av hodepine?

	0	1	2	3
Mandag		90	5	5
Tirsdag		93	7	0
Onsdag		87	13	0
Torsdag		97	0	3

0 = Ubesvart
 1 = Nei
 2 = Ja, litt
 3 = Ja, meget

Tallene angir % av antall besvarte.

TABELL 37

Spørreskjema.

Spørsmål 1.11 : Har du på arbeid i dag vært plaget av svimmelhet?

	1	2	3
Måndag	95	0	5
Tirsdag	92	8	0
Onsdag	82	15	3
Torsdag	93	7	0

1 = Nei
 2 = Ja, litt
 3 = Ja, meget

Tallene angir % av antall besvarte.

TABELL 38

Spørreskjema.

Spørsmål 1.12 : Har du på arbeid i dag vært plaget av tretthet, slapphet?

	1	2	3
Mandag	68	32	0
Tirsdag	65	32	3
Onsdag	70	22	8
Torsdag	70	23	7

1 = Nei
 2 = Ja, litt
 3 = Ja, meget

Tallene angir % av antall besvarte

Spørreskiema.

Spørsmål 1.13 : Har du på arbeid i dag vært plaget av kløe?

	1	2	3
Mandag	83	10	7
Tirsdag	83	13	4
Onsdag	87	13	0
Torsdag	80	20	0

1 = Nei
2 = Ja, litt
3 = Ja, meget

Tallene angir % av antall besvarte.

TABELL 40

Spørreskjema

Spørsmål 3.1: Har du på arbeid i dag vært utsatt for støv.

	1	2	3
mandag	15	70	15
tirsdag	12	80	8
onsdag	14	72	14
torsdag	7	73	20

1 = Nei
2 = Ja, litt
3 = Ja, meget

Tallene angir % av antall
besvarte

Spørreskjema

Spørsmål 3.2: Har du på arbeid i dag vært utsatt for røyk.

	1	2	3
mandag	27	62	11
tirsdag	24	73	3
onsdag	32	57	11
torsdag	21	58	21

1 = Nei
 2 = Ja, litt
 3 = Ja, meget

Tallene angir % av antall
 besvarte

TABELL 42

Spørreskjema

Spørsmål 3.3: Har du på arbeid i dag vært utsatt for tungt arbeid?

	1	2	3
mandag	54	43	3
tirsdag	54	40	6
onsdag	66	30	3
torsdag	53	43	3

1 = Nei
 2 = Ja, litt
 3 = Ja, meget

Tallene angir % av antall
 besvarte

Spørreskjema

Spørsmål 3.4: Har du på arbeid i dag vært utsatt for høyt tempo?

	1	2	3
mandag	55	36	9
tirsdag	55	40	6
onsdag	73	19	7
torsdag	70	30	0

0 = ubesvart

1 = Nei

2 = Ja, litt

3 = Ja, meget

Tallene angir % av antall
besvarte

TABELL 44

RØYKING.Spørsmål 8 : "Antall sigaretter (eller tilsvarende) røkt på jobb
i dag".

Tallene angir antall personer i hver gruppe.

	0	1	2	3	4	5
Mandag	0	15	8	12	3	38
Tirsdag	0	15	8	13	2	38
Onsdag	1	15	7	13	1	37
Torsdag	0	12	7	10	1	30

0= ingen sig

1= < 5 sig

2= 5-10 sig

3= > 10 sig

4 ubesvart

5 totalt anta

STØV.

Daglig eksposisjon.

Tallene angir antall personer i hver gruppe:

	1	2	3
Mandag	19	12	1
Tirsdag	18	15	4
Onsdag	15	16	6
Torsdag	10	16	2

1 = < 5 mg/m³

2 = 5 - 10 mg/m³

3 = > 10 mg/m³

TABELL 46

VANADIUM I STØV.

Daglig eksposisjon.

Tallene angir antall personer i hver gruppe:

	1	2	3	4
Mandag	7	2	4	13
Tirsdag	9	1	4	14
Onsdag	7	2	5	14
Torsdag	6	2	4	12

1 < 0.05 mg/m³

2 = 0.05-0.10 mg/m³

3 > 0.10 mg/m³

4 samlet antall

Vanadiumkonsentrasjoner i blod og urin.

	Blod (ng/ml)			Urin ($\mu\text{g}/\text{mmol k} \times 10^{-2}$) ^{†)}		
	I	II	III	I	II	III
Høyeksponerte						
1	9.2	4.1	2.3	151.9	181.2	285.7
2	2.0	1.3	0.8	34.3	74.7	84.2
3	1.8	1.9	1.4	50.0	48.8	93.6
4	3.7	1.9	1.4	79.8	92.2	77.8
5	0.6	1.2	1.7	35.7	34.1	47.1
6	1.1	2.5	1.4	33.9	43.0	21.9
7	1.8	1.9	1.3	41.7	40.0	47.9
8	1.5	0.9	0.6	35.2	34.8	69.7
9	2.3	3.3	2.9	79.7	180.3	121.1
10	1.5	0.8	0.9	44.3	73.0	62.9
11	1.8	1.7	2.0	72.2	84.1	109.5
	12	2.7	0.7	6.5	7.2	7.4
	13	0.6	1.2	21.0	25.9	5.3
	14	1.3	1.8	25.4	12.0	28.9
	15	0.6	0.5	7.6	13.0	12.3
Laveksponerte	16	0.4	0.5	29.2	27.9	34.7
	17	1.5	0.6	26.6	16.7	17.8

I prøve tatt før skift mandag
 II prøve tatt etter skift mandag
 TTT prøve tatt " " torsdag

*) kreatinin

Endringer i de biologiske prøvene i prøveperioden.

	BLOD			URIN		
	II -I	III-I	III-II	II-I	III-I	III-II
+ = økning						
- = reduksjon						
II - I angir endring fra mandag morgen til mandag ettermiddag.						
III -I angir endring fra mandag morgen til torsdag ettermiddag.						
III - II angir endring fra mandag ettermiddag til torsdag ettermiddag.						
1	-	-	-	+	+	+
2	-	-	-	+	+	+
3	+	-	-	-	+	+
4	-	-	-	+	-	-
5	+	+	+	-	+	+
6	+	+	-	+	-	-
7	+	-	-	-	+	+
8	-	-	-	-	+	+
9	+	+	-	+	+	-
10	-	-	+	+	+	-
11	-	+	+	+	+	+
12	-	-	+	+	+	+
13	+	+	-	-	-	-
14	+	+	+	-	+	+
15	-	-	lik	+	+	-
16	+	+	+	-	+	+
17	-	-	+	-	-	+

TABELL

Endringer i de biologiske prøvene i løpet av mandag sett i forhold til vanadium-eksposisjonen.
Laveksponerte er ikke tatt med.

II - I angir endring fra mandag
 morgen til ettermiddag.

+ = økning

-- = reduksjon

Vanadium µg/m ³	Blod		Urin	
	II-I		II-I	
1825	+		+	
625	-		+	
117	+		-	
82	-		+	
42	-		+	
29	+		-	
28	+		-	
20	-		+	
19	+		+	
16	-		+	
6	-		-	

Endringer i de biologiske verdiene fra mandag til torsdag i forhold til gjennomsnittlig vanadium-eksposisjon.

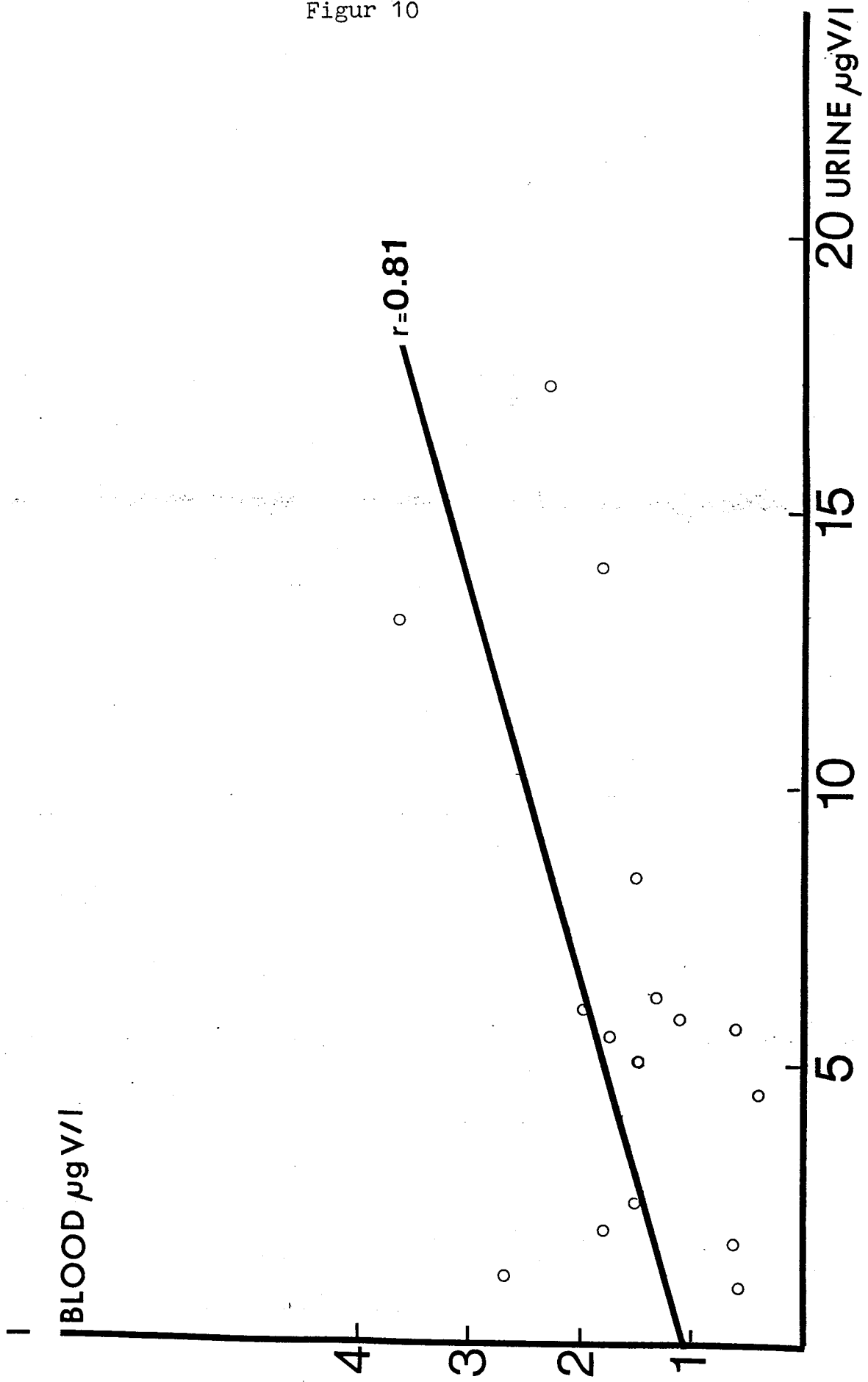
	Vanadium µg/m	Blod III-II	Urin III - II
	937	-	-
	428	-	-
	176	-	+
	58	+	+
	45	+	-
	39	+	+
	33	-	+
	29	-	+
	25	-	+
	24	-	-
	24	-	+

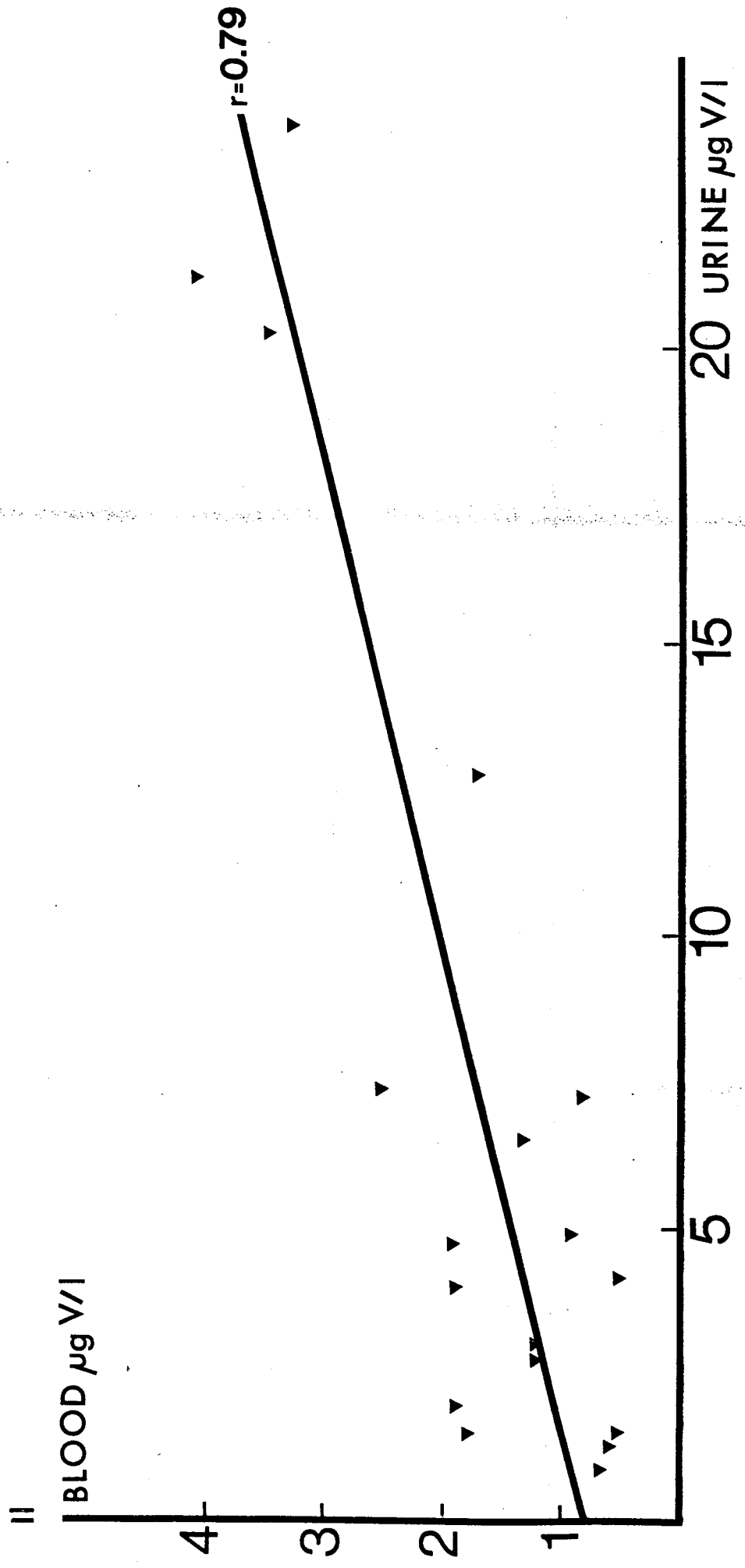
III - II angir endringer fra mandag ettermiddag til torsdag ettermiddag.

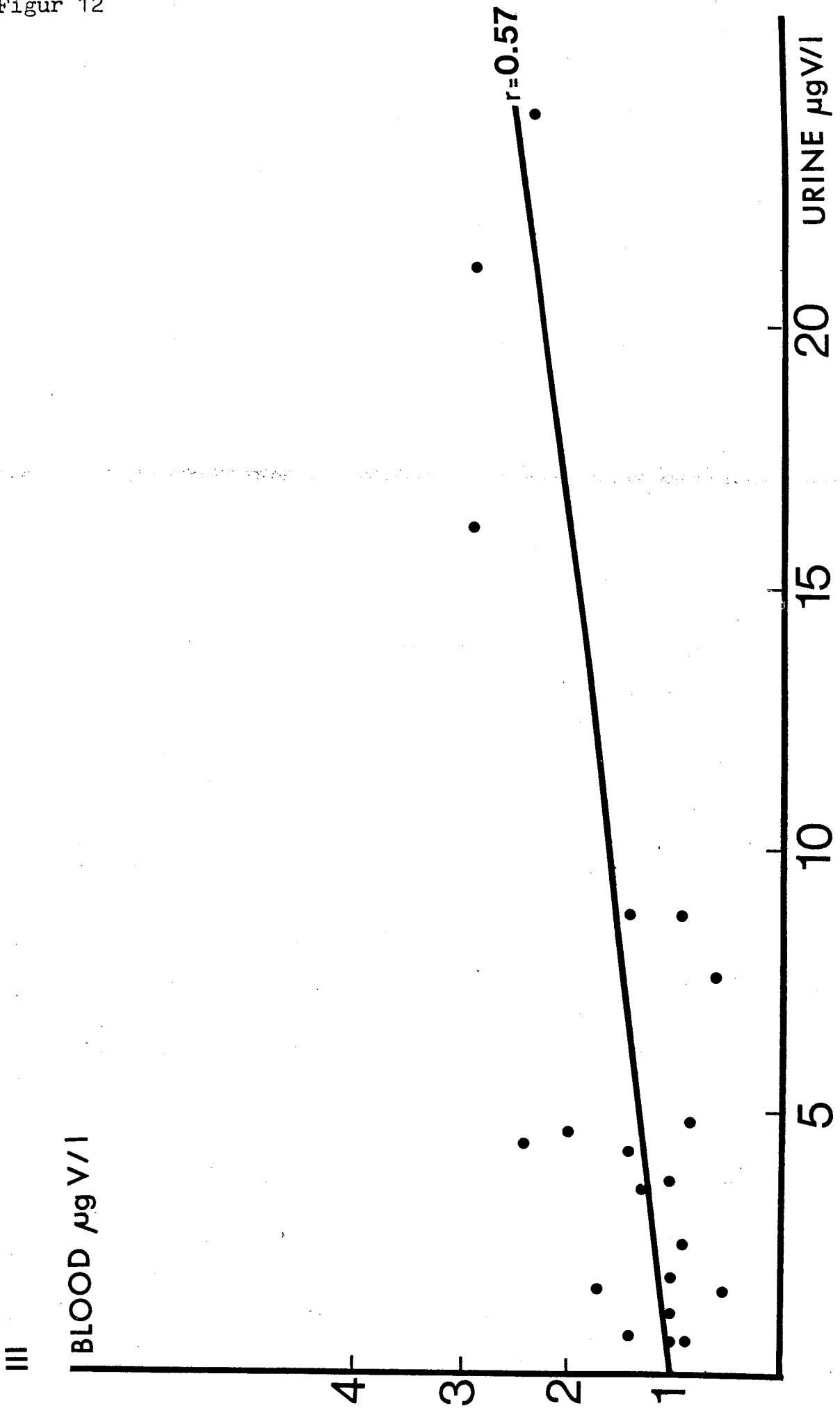
Tallene er gjennomsnittlig vanadium-konsentrasjon i støv i perioden tirsdag til og med torsdag for hver enkelt.

+ = økning
- = reduksjon

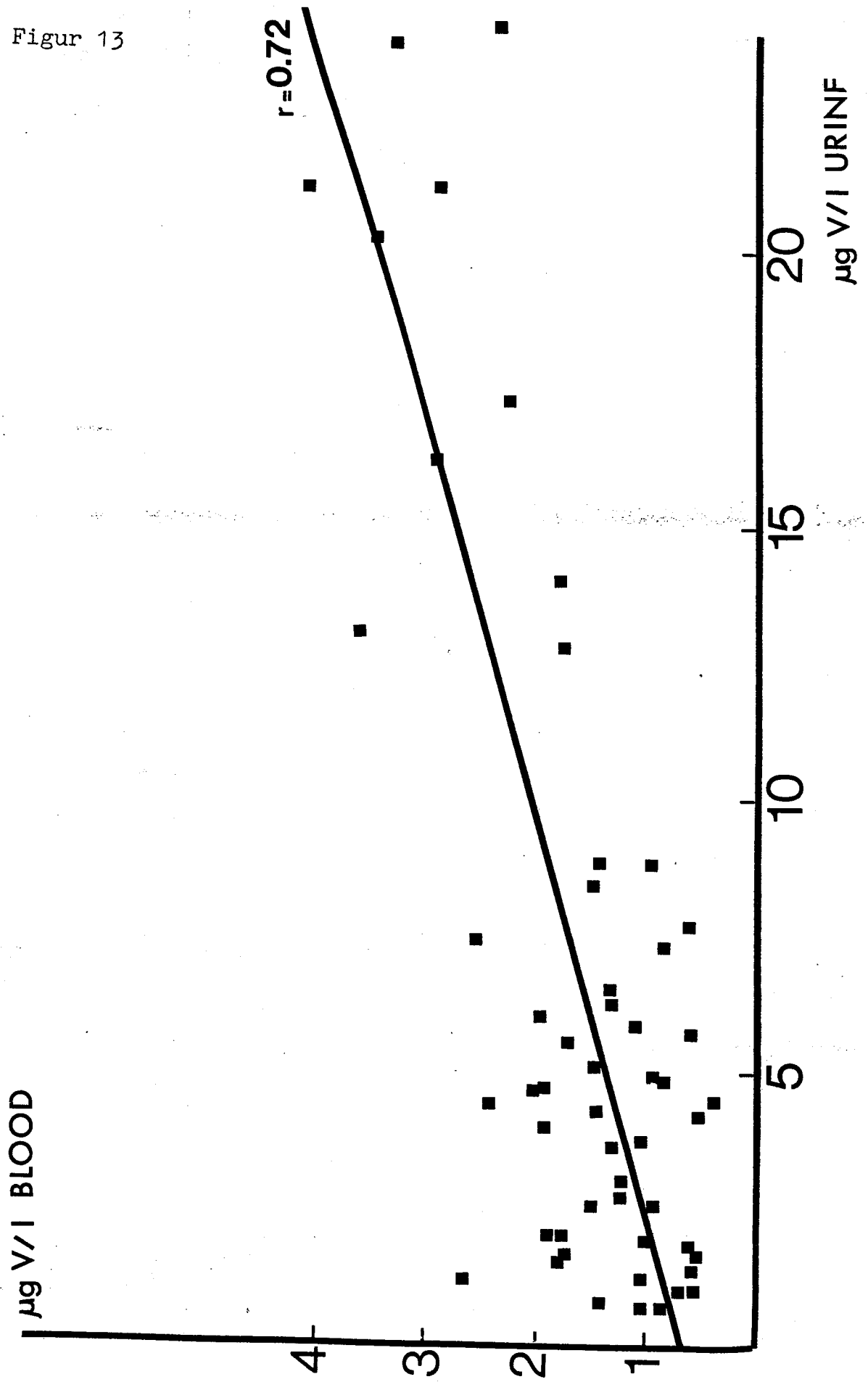
Figur 10



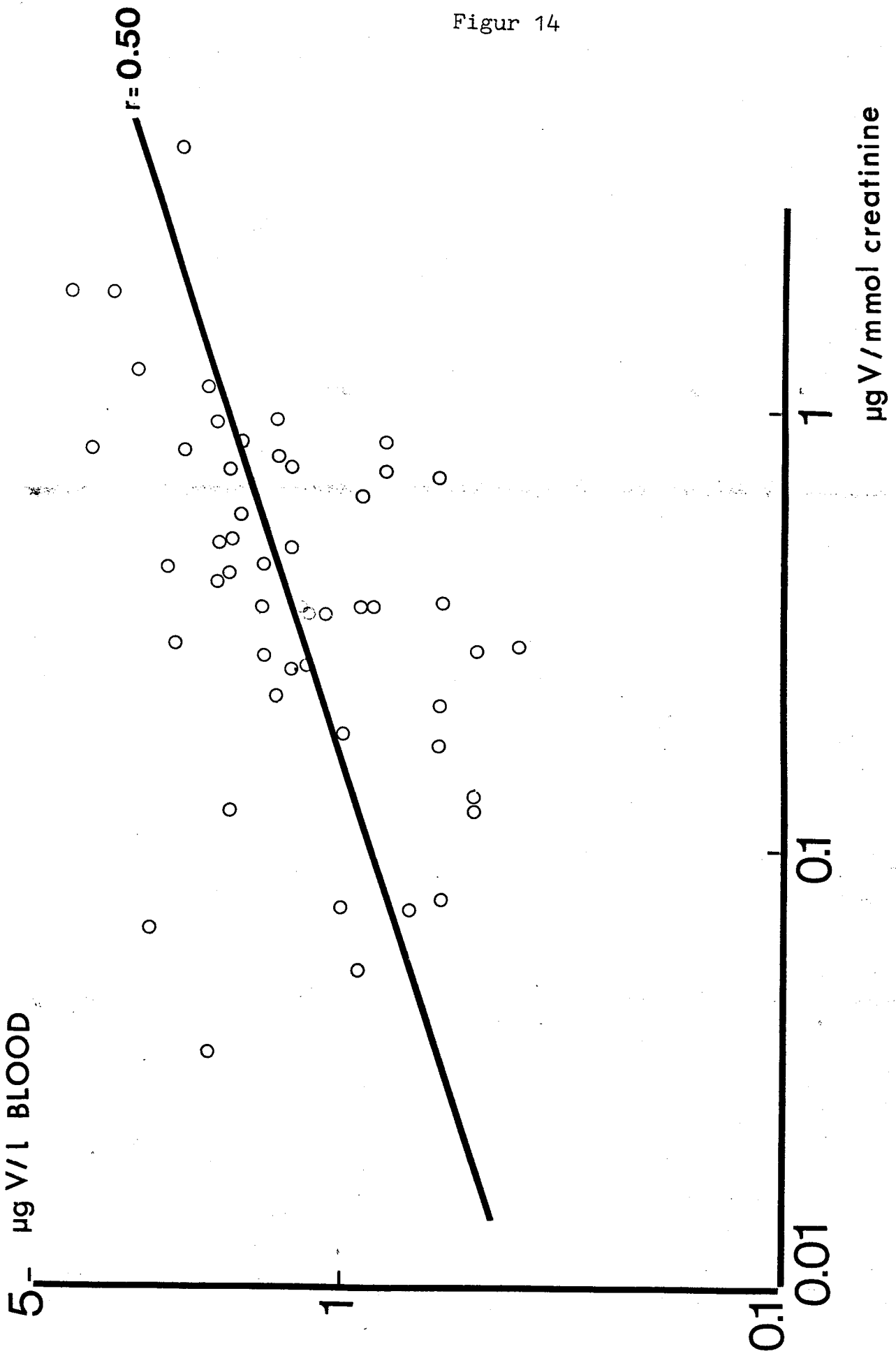




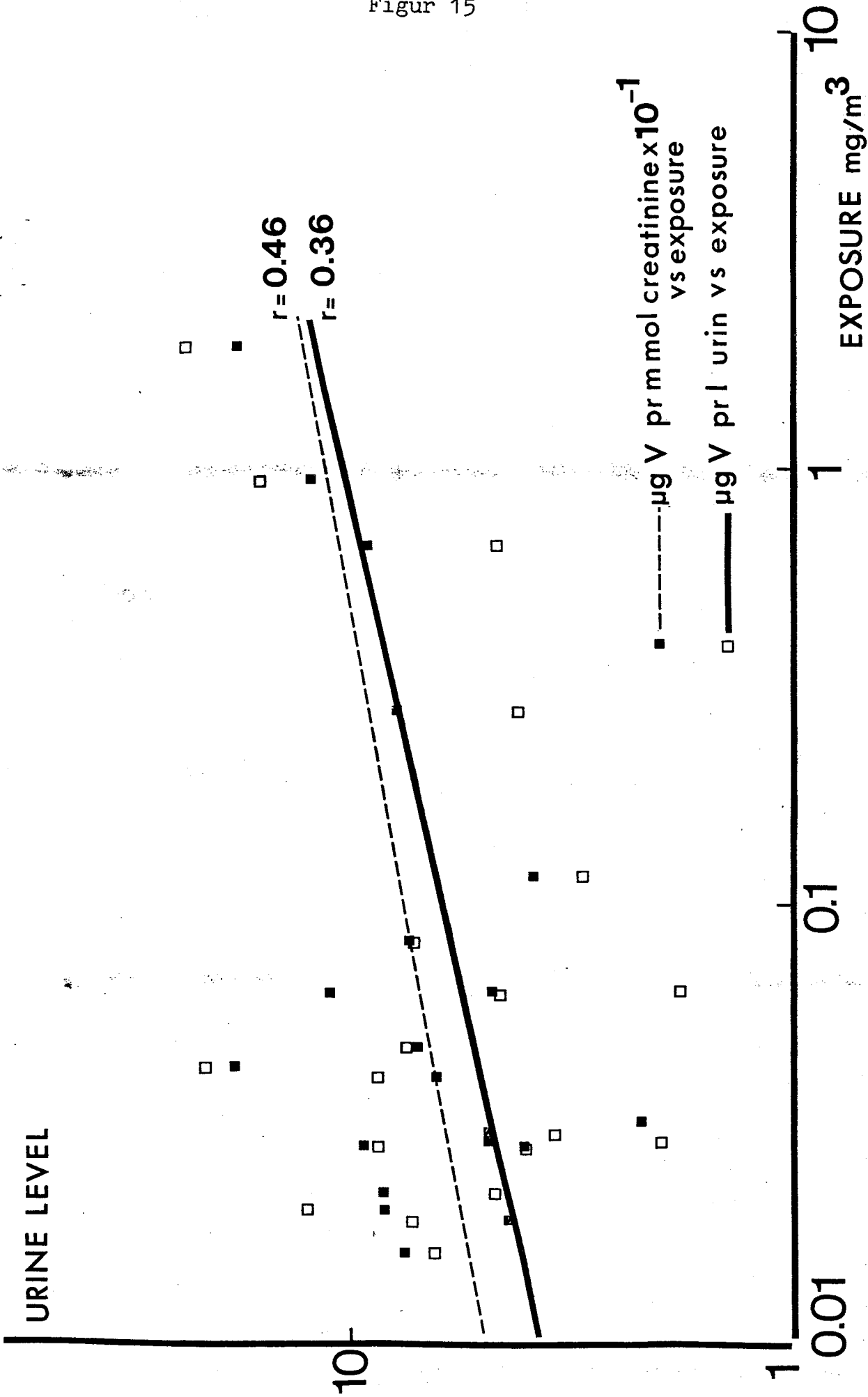
Figur 13

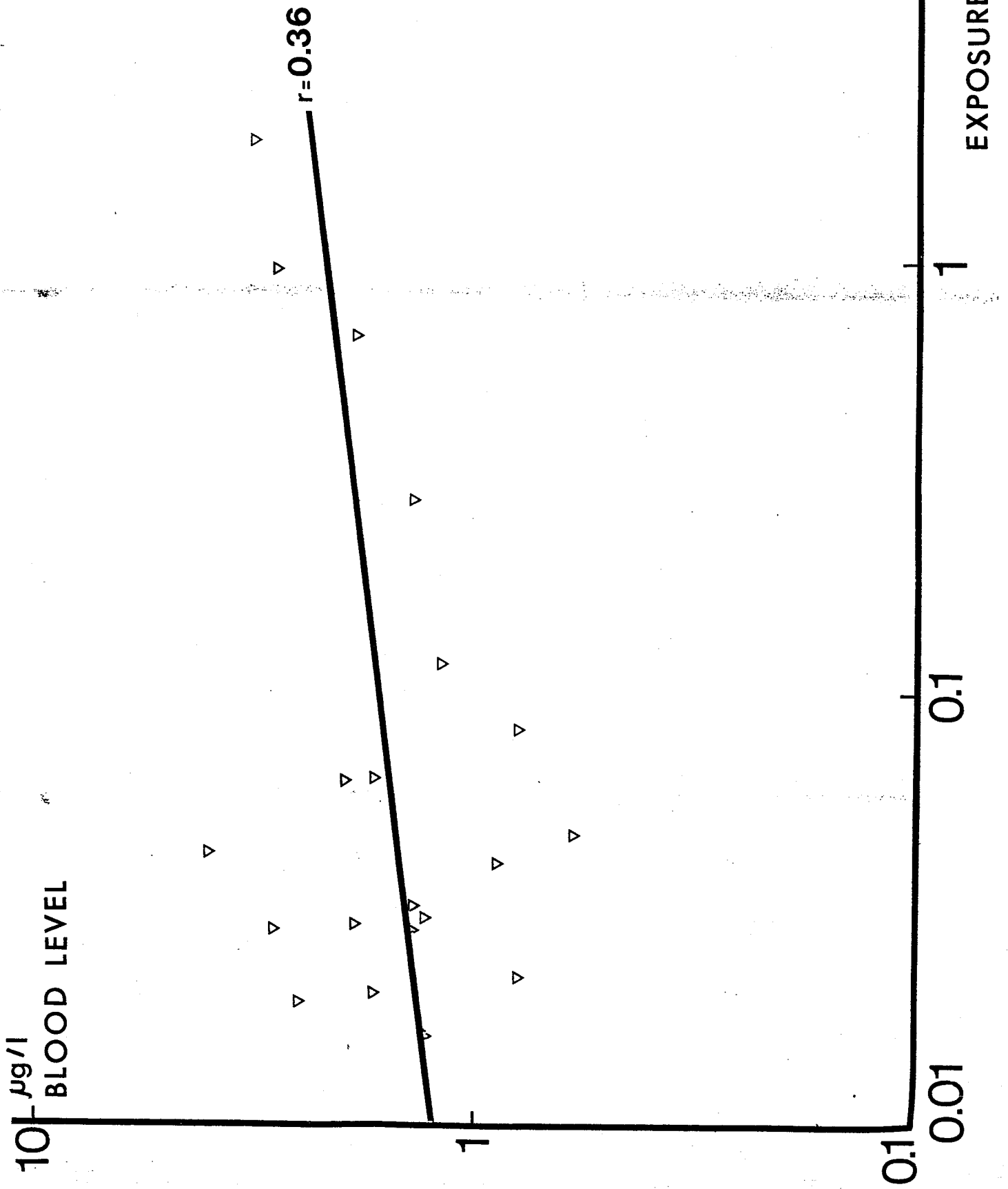


Figur 14



Figur 15







RAPPORT

Yrkeshygienisk Institutt
v/cand.real. Per Fjeldstad
Gydas vei 8

OSLO 3

Deres ref.

Deres henv. av

SI's saksbehandler

Dato

A. Osvik/B. Olufsen

20. januar 1978

Oppdragets tittel

Bestemmelse av PAH i prøver fra Bremanger Smelteverk

Oppdrag nr.

451-188

Det ble mottatt 8 prøver tatt ved Bremanger Smelteverk, hvorav 4 var filterekstrakt merket fra BLE til B4E, og 4 impingerekstrakt merket fra BLEA til B4EA. Prøvene ble oppbevart frosset inntil analyse.

Prøvene ble analysert ved høyoppløsningsgasskromatografi på glasskapillarkolonne, WCOT 49 m x 0.36 mm id, SE-54 programmert 115^o-3 / -250^o. Det oversendes kromatogram/teletypebånd med avmerking av identifiserte polycykliske aromatiske hydrokarboner. Kvantifisering er ikke foretatt.

Med hilsen
SENTRALINSTITUTT FOR
INDUSTRIELL FORSKNING

Alf Bjørseth
Alf Bjørseth

Bjørn Olufsen
Bjørn Olufsen

EDVARDFILTRE FRA BREMANGER SMELTEVERK, DESEMBER 1977

PROVENR.:	B 1 E	B 2 E	B 3 E	B 4 E
MG ST CV:	61.0	54.5	23.3	44.2
M3 LUFT:	5.28	2.79	5.38	8.56
	UG/M3	UG/M3	UG/M3	UG/M3
NAFTALEN				
2-METYLNAFTALEN				
1-METYLNAFTALEN				
BI FENYL				
ACENAFTYLEN				
ACENAFTEN				
DIBENZOFURAN				
FLUCREN				
2-METYLFLUCREN				
1-METYLFLUCREN				
DIBENZOTICFEN	0.03	0.08	0.02	
FENANTREN	0.45	2.57	0.70	0.37
ANTRASEN	0.04	0.16	0.09	0.03
CARBAZOLE		0.06	0.02	0.03
METYL FENANTREN / METYLANTRASEN	0.04	0.14	0.04	0.02
METYL FENANTREN / METYLANTRASEN	0.06	0.20	0.06	0.04
METYL FENANTREN / METYLANTRASEN	0.04	0.21	0.06	0.03
METYL FENANTREN / METYLANTRASEN	0.03	0.05	0.03	0.01
1-METYL FENANTREN FLUCPANTEN	0.02 1.15	0.07 3.41	0.02 1.35	
1.21				
DIHYDROBENZ ((A&B) / FLUCREN	0.03	0.09	0.04	0.03
PYREN	0.74	2.30	1.00	0.88
BENZ ((A) FLUCREN	0.02	0.11	0.07	0.04
BENZ ((B) FLUCREN	0.07	0.05	0.04	0.02
4-METYLPYREN				0.02
1-METYLPYREN		0.05	0.02	0.02
BENZ ((C) FENANTREN	0.03	0.10	0.04	0.05
BENZ ((A) ANTRASEN	0.23	0.75	0.44	0.33
KRYSEN, TRIFENYLEN	0.31	0.99	0.52	0.47
BENZ ((B) FLUCRANTEN	0.31	0.16	0.25	0.10
BENZ ((K) FLUCRANTEN		0.23	0.06	0.05
BENZ ((E) PYREN	0.08	0.31	0.23	0.19
BENZ ((A) PYREN		0.29	0.31	0.13
PERYLEN		0.05	0.03	0.03
G-FENYLEN PYREN		0.10	0.14	0.10
BENZ ((G, H, I) PERYLEN				0.02
SUM:	3.68	12.53	5.58	4.22