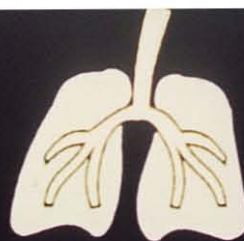


ALS-a og ALS-i PROSJEKTENE



RAPPORT



*En epidemiologisk
undersøkelse av
astmalignende symptomer
i aluminiumindustrien*

*Av
Johnny Kongerud*

Aluminiumindustriens Miljøsekretariat **ams**

1. FORORD

Den vitenskapelige rapporten for ALS-a og ALS-i-prosjektet er forfattet på engelsk i form av en medisinsk doktorgrad. For å gjøre resultatene tilgjengelige også for interesserte uten medisinsk bakgrunn, har jeg laget en versjon av rapporten på norsk. Denne versjonen er noe forkortet, men i hovedsak bygget opp omkring samme lest som hovedrapporten. Det henvises til de artikler som utgjør kjernen for resultatene og konklusjonene i det vitenskapelige arbeid. Sammendragene i artiklene er oversatt til norsk og kan fås ved henvendelse til AMS.

Prosjektene har vært avhengig av dyktige medarbeidere på alle plan. Jeg vil i den anledning få takke:

- leger, sykepleiere og andre ansatte ved helseavdelingene på de enkelte verk
- laboratoriene på de enkelte verk
- ansatte i Aluminiumindustriens Miljøsekretariat
- mine kolleger ved seksjon for epidemiologi, Statens Institutt for Folkehelse
- mine kolleger ved lungeavdelingen, Rikshospitalet
- personalet ved bibliotekene ved Rikshospitalet og Statens Institutt for Folkehelse

Jeg vil også rette en takk til de ansatte i aluminiumindustrien som velvilligst har deltatt i de forskjellige prosjekter, likeledes ledelse og fagforeninger for et godt samarbeid. Dessuten vil jeg takke nordisk aluminiumindustri som gjennom AMS har finansiert dette prosjektet.

Oslo, 26. november 1990

J. Kongerud

2. INNHOLDSFORTEGNELSE	side
1. Forord	1
2. Innholdsfortegnelse	2
3. Konklusjon	3
4. Forklaringer av ord, uttrykk og forkortelser	4
5. Publikasjonsliste	6
6. Målsetting	7
7. Innledning	8
8. Yrkesastma	8
8.1 Definisjon	8
8.2 Diagnostikk	9
8.3 Prognose	9
8.4 Epidemiologiske undersøkelser	9
9. Eksponering i elektrolysehallene i aluminiumindustrien	10
10. Metoder	10
11. Eksponeringsklassifisering	11
12. Diskusjon og resultater	12
12.1 Astmalignende symptomer, eksponering og andre risikofaktorer	12
12.1.1 Tverrsnittsundersøkelser	12
12.1.2 Oppfølgingsundersøkelse	13
12.2 Astmalignende symptomer hos halloperatører i forhold til ansatte i annen industri	14
12.3 Lungefunksjonsforandringer	15
12.3.1 Spirometri	15
12.3.2 PEFR-målinger	15
12.3.3 Bronkial overømfintlighet	16
13. Mulige årsaks mekanismer til "hallastma"	16
14. Prognostiske faktorer	17
15. Forebyggelse av "hallastma"	17
16. Fremtidig forskningsinnsats	19
Tabeller	1 - 6
Figurer	1 - 4
Appendiks I: Spørreskjemaer	

3. KONKLUSJON

Forekomst av yrkesrelaterte astmalignende symptomer (ALS) hos operatører i elektrolysehallene i aluminiumindustrien synes å ha en sammenheng med varigheten av elektrolysehallarbeid (antall år i elektrolysehall). En nær sammenheng mellom aktuell fluoreksponering og ALS ble observert i Årdal hvor vi gjorde en detaljert eksponeringsklassifisering. En lignende sammenheng, og i tillegg en dose-responsgradient (forekomst av symptomer gradvis økende med økende grad av eksponering), ble funnet i en langtidsoppfølging av nyansatte.

Tilstedeværelse av yrkesastma blant operatører i elektrolysehaller ble bekreftet ved karakteristiske mønstre i gjentatte lungefunksjonsundersøkelser (PEFR-målinger). Dette funnet ble understøttet av tilsvarende endringer i luftveisirritasjon hos operatører med mistenkt yrkesrelatert astma. Røyking som en risikofaktor for arbeidsrelaterte astmalignende symptomer, ble observert både i tverrsnittstudier og i studier som strakk seg over flere år. I likhet med aktuell fluoreksponering fant man en dose-responsgradient i sammenhengen mellom astmalignende symptomer og forbruk av tobakk. Reduksjonen i lungefunksjonen hos symptomfrie operatører syntes også å ha sammenheng med eksponeringstid og økende grad av forurensning. Blant ansatte i elektrolysehallene fant vi hos symptomfrie personer en større reduksjon i lungefunksjonen pr. år enn ansatte i en kontrollgruppe fra annen industri. Røyking var også en risikofaktor for en negativ utvikling av lungefunksjonen.

Vi har ikke kunnet vise at allergi er en risikofaktor for utvikling av ALS. Familiær belastning av astma og tidligere yrkeseksponering syntes å gi en viss risikoøkning, men funnet var ikke konsistent og sannsynligvis av mindre betydning.

Vi har vist at det er godt mulig å måle biologiske effekter av miljøforbedrende tiltak. Når det gjelder årsaksmekanismer, har vi funnet visse indikasjoner på at sensibiliserende (allergiske) mekanismer kan være aktuelle. Men en del av de symptomer som observeres er antakelig også utløst av lettere og forbigående irritasjon av luftveiene. Den endelige årsaksmekanismen vil i fremtiden kunne bli belyst ved hjelp av eksperimentelle metoder (spesifikk bronkial provokasjonstesting) under betryggende forhold i sykehus. Dokumentasjon på reduksjon i antall nye tilfelle og ytterligere dokumentasjon på halleksponeringens effekt på lungefunksjonen vil være viktige oppgaver i fremtiden.

4. FORKLARINGER AV ORD, UTTRYKK OG FORKORTELSER

ALS-a	astmalignende symptomer (i aluminiumindustrien)
AMS	Aluminiumindustriens Miljøsekretariat
Anamnese	sykehistorie
Artikkel - publikasjon	her: en vitenskapelig beskrivelse av en undersøkelse
Astmalignende symptomer	følelse av tetthet i brystet eller tungpust-enhet i kombinasjon med pipelyder fra brystet
Bronkial hyperreaktivitet	"økt irritasjon i luftveiene" - en tilstand som ofte foreligger ved alle former for astma
Bronkial reaktivitet	grad av irritasjon i luftveiene
Effektvariabel	effekten av eksponering på luftveiene, eks.: astma, nedsatt lungefunksjon, økt bronkial irritasjon
Epidemiologi	læren om sykdommers utbredelse og årsaksforhold i en befolkning/befolkningsgruppe
Odds ratio (OR)	tilsvarer i denne rapporten RR - "risiko-økning"
PEFR	peak expiratory flow rate - maksimal strømningshastighet i luftveiene, varierer mer enn 15% på døgnbasis ved astma
Prediktivitet	i hvilken grad en medisinsk test kan forutsi at man har en bestemt sykdom, eks.: blodprosentmåling vil ha en lav forutsigbarhet i forhold til astma
Prognose	her: sykdommers videre forløp
Relatert til	sammenheng med
Relativ risiko (RR)	risikoøkning

Sensibiliserende	"allergiserende"
Sensitivitet	uttrykker i hvilken grad en medisinsk test evner å velge ut de syke, eks.: testen klarer å velge ut alle - sensitiviteten er 100%
Spesifisiteten	uttrykker i hvilken grad en medisinsk test klarer å skille ut de friske, eks.: 100% spesifisitet betyr at de som er klassifisert som friske virkelig er frisk
Statistiske beregninger	beregner usikkerhet i dataene - viktig for å vurdere om resultatene kan ha fremkommet som følge av tilfeldigheter
Statistisk signifikant	sannsynligheten for at et resultat skal ha fremkommet ved tilfeldigheter settes som regel til mindre enn 5%. Hvis den tilfeldige sannsynlighet er mindre enn 5%, anses resultatet å være "statistisk signifikant"
Submitted	brukes om artikler som er vurdert i Fagrådet for ALS-a-undersøkelsen og innsendt til et medisinsk tidsskrift
95% konfidensintervall	det "sanne" resultat ligger innenfor dette området med en sannsynlighet på 95%

5. PUBLIKASJONSLISTE

Denne rapporten er bygget på følgende publikasjoner som det vil bli referert til i teksten:

- I Kongerud J, Vale JR, Aalen O.: Questionnaire reliability and validity in aluminum potroom workers. *Scand J Work Environ Health*, 1989, 15, 364-70.
- II Kongerud J, Søyseth V, Johansen B.: Room temperature influences output from the Wright jet nebulizer. *Eur Respir J*, 1989, 2, 681-687.
- III Kongerud J, Søyseth V.: Methacholine responsiveness, respiratory symptoms and pulmonary function in aluminium potroom workers. *Eur Respir J*, 1990. (In press.)
- IV Kongerud J, Grønnesby JK, Magnus P.: Respiratory symptoms and lung function of aluminum potroom workers. *Scand J Work Environ Health*, 1990, 16, 270-7.
- V Søyseth V, Kongerud, J.: Prevalence of respiratory disorders among aluminium potroom workers in relation to fluoride exposure. *Brit J Ind Med*, 1990. (Submitted.)
- VI Kongerud J, Samuelsen SO.: A longitudinal study of respiratory symptoms in aluminum potroom workers. *Am Rev Respir Dis*, 1990. (Submitted.)
- VII Kongerud J, Søyseth V, Burge PS.: Occupational asthma due to aluminium potroom exposure, validation with serial peak flow measurements and methacholine reactivity. *Thorax*, 1990. (Submitted.)
- VIII Kongerud J, Rambjør M.: The influence of the helmet respirator on peak flow rate in aluminum potroom workers. *Am Ind Hygiene Assoc J*, 1990. (Submitted.)
- IX Søyseth V, Kongerud J.: Follow-up of occupational asthma in aluminium potroom workers. *Eur Respir J* 1990. (foreløpig versjon.)
- X Kongerud J, Grønnesby JK.: Longitudinal decline of FEV1 among aluminium potroom workers. (Foreløpige analyser er referert.)

Sammendrag på norsk av disse publikasjonene kan fås ved henvendelse til AMS.

6. MÅLSETTING

Målsettingen med denne studien blant operatører i elektrolysehaller i aluminiumindustrien har vært å:

- bedømme "sannhetsverdien" av noen av de metoder vi har brukt for å belyse problemet "hallastma"
- undersøke sammenhengen mellom luftveisirritasjon (bronkial reaktivitet), luftveissymptomer og allergi hos operatører i elektrolysehaller
- beskrive forekomst av overømfintlighet i luftveiene, og eventuelle sammenhenger med nivåer av luftforurensning i elektrolysehaller
- bestemme forekomst av yrkesrelaterte astmalignende symptomer (ALS)
- undersøke sammenhengen mellom luftveissymptomer og nivå av forskjellige forurensningsfaktorer
- påvise mulige risikofaktorer for utvikling av astmalignende symptomer
- vurdere prognosen ved utviklet yrkesastma ("hallastma")
- undersøke om symptomfrie personers lungefunksjon påvirkes av eksponering i elektrolysehaller
- undersøke sammenhengen mellom eksponering i elektrolysehaller og luftveisproblemer ved gjentatte målinger av lungefunksjonen (PEFR) og luftveisirritasjon (bronkial reaktivitet)
- bedømme effekten av miljøforbedrende tiltak ved overvåking av luftveissymptomer og lungefunksjon (PEFR)

7. INNLEDNING

Det har lenge vært kjent at astma kan bli forårsaket av forskjellige stoffer som finnes på ulike typer arbeidsplasser. Denne typen astma kalles yrkesastma. Så tidlig som i 1713 ble astma hos bakere ("bakerastma") beskrevet av den italienske legen Bernadino Ramazzini. Senere har en lang rekke stoffer blitt beskrevet som årsak til yrkesastma. I 1980 ble antallet stoffer med påvisbar årsak til yrkesastma rapportert til å være mer enn 200. Man må regne med at astma forårsaket av eksponering i arbeidsmiljøet er sterkt økende (industri, jordbruk, servicenæringer etc.).

Elektrolyse av aluminiumoksid er mer enn 100 år gammel. Studier av yrkessykdom i denne industrien har i all hovedsak vært fokusert på lungesykdommer. For mer enn 50 år siden ble det første tilfellet av yrkesastma ("hallastma") i denne industrien rapportert av den norske legen Frostad. Senere har en rekke studier, særlig i Skandinavia, bekreftet forekomsten av "hallastma". Det har også vært flere studier som ikke har klart å påvise eksistensen av yrkesastma hos denne yrkesgruppen. Men de anvendte metoder har hatt vesentlige begrensninger i forhold til å kunne påvise "hallastma". Blant annet har det aldri blitt gjennomført noen undersøkelse som har fulgt en større arbeidsgruppe over tid, for å kunne si noe om den årlige forekomst av luftveislager. Vi vet heller ikke hvor mange av dem som begynner i industrien som utvikler symptomer på "hallastma".

Noen rapporter har antydnet en sammenheng mellom fluoreksponering og forekomst av astma blant operatører i elektrolysehaller, men disse studiene har vært utilstrekkelige og ikke fått særlig gjennomslagskraft. I ALS-a-prosjektet har vi lagt stor vekt på å bruke anerkjente metoder for å påvise forekomst av yrkesastma. Ikke minst har vi forsøkt å vurdere forskjellig metodikk for påvisning av "hallastma".

8. YRKESASTMA

8.1 *Definisjon*

Noen entydig og klar definisjon av yrkesastma foreligger ikke, og den varierer fra land til land. Mange steder har man kun godkjent tilstanden som yrkesastma, dersom man i arbeidsatmosfæren kan påvise et spesielt stoff som årsak til sykdommen. I Norge har Direktoratet for arbeidstilsynet foreslått en definisjon av "hallastma" basert på symptomer: "To eller flere anamnesticke entydige episoder som alle har debutert innen et tidsintervall (0 til 24 timer) etter opphold (arbeid) i det aktuelle arbeidsmiljø (f. eks. elektrolysehallen) hos en arbeidstaker som ikke

tidligere har hatt astma i annen forbindelse etter barnealder. For at en episode skal være anamnestic entydig, er minstekravet kombinasjonen av tetthetsfølelse i brystet og pipelyder. Det bør også kreves at symptomene sviner når eksposisjonen opphører, og ikke varer lenger enn inntil 72 timer etter avsluttet opphold (arbeid) i det aktuelle arbeidsmiljø."

8.2 *Diagnostikk*

Et sentralt punkt i diagnosen av astma de siste tiår har vært å påvise forekomsten av såkalt bronkial hyperreaktivitet. Med dette forstår man at det skal kunne påvises en tydelig irritasjonstilstand i luftveiene ved å la pasienten inhalere et symptomfremkallende stoff (metakolin). De siste års erfaringer med denne type tester har imidlertid vist at det ikke er ensbetydende med astma om man har bronkial hyperreaktivitet. Testen utelukker heller ikke astma om bronkial hyperreaktivitet ikke kan påvises. Men den har vært anerkjent som et nyttig supplement i diagnostikken av astma. Tidligere ble det antatt at allergi var eneste årsaksmechanisme til yrkesastma. Dette har senere blitt delvis tilbakevist. Det er publisert rapporter som viser at også rene luftveisirritanter som f.eks. svoveldioksid, ozon og nitrogenoksid kan føre til forandringer i luftveiene og medvirke til utvikling av yrkesastma.

I diagnostikken av yrkesastma har sykehistorien stått helt sentralt. I en del tilfelle har man også hatt god nytte av allergitester (hudtester og blodprøver). Lungefunksjonstester er svært viktig for å stille diagnosen, spesielt når testingen har kunnet foregå over en lengre både eksponert og ueksponert periode. Spesifikk bronkial provokasjonstesting omfatter bruk av den aktuelle, utløsende faktor i diagnostikken. Pasienten må da inhalere det aktuelle stoff, og man kan etter testingen påvise symptomer og lungefunksjonsnedsettelse i overensstemmelse med de funn man finner ved astmasykdommen.

8.3 *Prognose*

Et annet sentralt og viktig punkt er å vurdere prognosen ved utviklet yrkesastma. I denne sammenheng har andre kunnet vise at en tidlig diagnose med en rask fjernelse fra eksponeringskilden har vært gunstig med tanke på den videre utvikling av astmatilstanden.

8.4 *Epidemiologiske undersøkelser*

En epidemiologisk undersøkelse av yrkesastma kan tjene mange hensikter. Den er nødvendig for å bestemme utbredelsen av yrkesastma i en bestemt yrkesgruppe

eller befolkningen generelt. En slik undersøkelse kan være den eneste måten i første omgang å påvise en sammenheng mellom yrkeseksponering og forekomst av symptomer. Vurdering av mulige risikofaktorer for utvikling av sykdommen kan bare gjøres ved bruk av epidemiologiske studier. Effekt av forebyggende tiltak kan også bedømmes ved epidemiologiske metoder.

Ved gjennomføring av denne typen undersøkelser er det nødvendig at man har spørreskjemaer som kan erstatte en vanlig sykehistorie foretatt av lege. Ved starten av vår undersøkelse fantes ingen dertil egnede skjemaer. Vi måtte derfor utvikle våre egne spørreskjemaer, og teste disse mot en sykehistorie innhentet av lege.

9. EKSPONERING I ELEKTROLYSEHALLENE I ALUMINIUMINDUSTRIEN

Eksponeringen i elektrolysehallene er kompleks og i ett arbeid er det listet opp 26 forskjellige substanser (tabell 1). Noen av disse stoffene er kjente luftveisirritanter, men bare et fåtall har vært tilgjengelig i rutineundersøkelsene. I ALS-a-undersøkelsen har vi vært nødt til å klare oss med undersøkelse av totale fluorider og totalt støv. Det hadde vært ønskelig å kunne inkludere også andre forurensningskomponenter i analysene. På det tidspunktet undersøkelsen ble startet, var ikke den tekniske utviklingen kommet dithen at man hadde muligheter for rutinemessig å overvåke eksponering av f.eks. svoveldioksid, fraksjonen av respirabelt støv, forskjellige fluorkomponenter og eventuell forekomst av spormetaller som vanadium, krom og nikkel. Et annet problem er at mange av de nevnte faktorer samvarierer, slik at det kan være vanskelig eller helt umulig i en ikke-eksperimentell studie å skille ut ett enkelt stoff som årsaksfaktor.

10. METODER

Dette er et avsnitt som vil ha hovedsakelig vitenskapelig interesse å utdype nærmere, noe som er gjort i den vitenskapelige rapporten. Jeg vil derfor her begrense meg til å fremheve visse aspekter som har vært av betydning.

Når det gjelder strukturen på studien, tok man sikte på å følge en gruppe individer over tid. Ikke minst var man interessert i å registrere alle nyansatte og alle personer som ble omplassert eller sluttet i sitt arbeid i elektrolysehallene. Dette har kanskje vært den viktigste delen av undersøkelsen. Den er beheftet med færre systematiske feil enn det man finner i de såkalte tverrsnittsundersøkelser, undersøkelser der man på et gitt tidspunkt beskriver forekomst av symptomer.

Spørreskjemaene har vært vurdert nøye og har også blitt publisert i et internasjonalt anerkjent tidsskrift for lungesykdommer og yrkessykdom. Responsen fra andre forskere har vært stor. Selv om det er visse svakheter ved spørreskjemaene, har de vist seg å holde mål sett i forhold til internasjonalt aksepterte spørreskjemaer på kronisk bronkitt og astma. Vår metode for påvisning av økt irritasjon i luftveiene har blitt noe kritisert, da den kanskje ikke er helt sammenlignbar med andres metoder. På den annen side har vi påvist at variasjon i romtemperatur vil gå ut over presisjon og nøyaktighet av testen. Dette er forhold som tidligere ikke har vært påaktet.

Vi har også funnet holdepunkter for at spørreskjemaer er vel så nyttige for påvisning av yrkesastma som testing av luftveisirritasjon. Likevel synes denne spesielle form for testing i enkelte tilfelle å være av betydning. Spesielt gjelder dette i forhold til å vurdere graden av sykdom og for videre oppfølging av astmasykdommen etter at eksponeringen har opphørt.

11. EKSPONERINGSKLASSIFISERING

Dette har vært et meget vanskelig punkt som tildels ikke har vært godt nok ivare tatt ved de rutinemessige undersøkelser. Imidlertid er kvaliteten på eksponeringsmålingene som finnes i ALS-a-undersøkelsen atskillig bedre enn det vi finner i de fleste andre undersøkelser av samme type. Undersøkelsen har også gitt starten til en diskusjon innad i aluminiumindustrien om hvordan man bør foreta målingene for bedre å kunne bruke dem i forhold til helseopplysninger. Arbeidet med bedret kartlegging av eksponeringen går fremover, og nyere metoder for kontinuerlig overvåking av visse forurensningsfaktorer i arbeidsatmosfæren har blitt utviklet. I fremtiden er det å håpe at det årlige eksponeringsnivået kan bli bestemt for alle ansatte.

Den eksponeringsklassifisering som har vært brukt i analysene, er blant annet blitt utarbeidet etter grundig diskusjon i en gruppe nedsatt av Aluminiumindustriens Miljøsekretariat.

Den endelige jobbklassifiseringen i oppfølgingsstudien, som kanskje er den viktigste delen av undersøkelsen, ble gjort ved at man brukte jobb- og hallspesifikke måleresultater. Ved jobbtasjon i forskjellige haller ble dette tatt hensyn til. Det var i hovedsak jobbgruppen cellepasser som var tilstrekkelig kartlagt ved alle verk. Gjennomsnittsnivåene av totalt fluor og totalt støv var de tilgjengelige faktorer. Ved denne klassifiseringen "mistet" man mer enn 50% av deltakerne i undersøkelsen, men til gjengjeld ble det høy presisjon på eksponeringsklassifiseringen. Det skal

videre bemerkes at de cellepassere som også hadde andre typer jobber med usikker eksponering, ble ekskludert fra analysen.

12. DISKUSJON OG RESULTATER

En av de mest brukte argumenter mot gjennomføring av tverrsnittundersøkelser (undersøkelser som registrerer symptomer på et gitt tidspunkt), er at disse ofte ikke klarer å påvise sammenheng mellom eksponering og forekomst av sykdom. Dette skyldes at personer med sykdommen kanskje ikke har klart å fortsette i sitt arbeid under de rådende eksponeringsforhold. Den gruppen som er tilbake, kan følgelig være friskere enn f.eks. den generelle befolkningen. Man vil derfor ikke få mistanke om oversykelighet hos yrkesgruppen selv om mange må slutte på grunn av sykdom. Dette er sikkert korrekt når det gjelder alvorlige sykdomstilfelle der det vil være helt umulig for den syke å fortsette med samme arbeid. Men ved langsomt utviklende sykdommer som f.eks. kronisk bronkitt og astma, vil man se grader av sykdommen etter hvert som den utvikles. Således vil også tverrsnittstudier kunne påvise en økt forekomst av f.eks. astma i tillegg til sammenheng mellom forskjellige eksponeringsfaktorer i arbeidsmiljøet og sykdommen.

12.1 *Astmalignende symptomer, eksponering og andre risikofaktorer*

12.1.1 *Tverrsnittundersøkelser*

I de foreliggende tverrsnittundersøkelser har vi kunnet påvise sammenhenger mellom forekomst av astmalignende symptomer ("ALS-a") og yrkeseksponering. For det første har vi funnet en sammenheng mellom "oppsamlet" (kumulert) eksponering og forekomst av yrkesastma. Dette er nærmere beskrevet i publikasjon IV.

I tabell 2 som ved første øyekast kan virke nokså komplisert, er denne sammenhengen beskrevet. Anført i denne tabellen, er den økte risiko (OR) for forekomst av forskjellige typer symptomer sett i forhold til både yrkeseksponering og "personlige" risikofaktorer. Betegnelsen OR i tabellen betyr, kanskje litt upresist oversatt, hvor mye den økte risiko er. F.eks. kan man se under kolonnen "yrkesrelaterte astmalignende symptomer" at risikoen hos en aldri-røyker er satt til 1, for tidlige røykere er risikoen 1.14 i forhold til aldri-røykere, og den er 1.58 for nåværende røykere sett i forhold til aldri-røykere. Tilsvarende finner man en betydelig økt risiko for gruppen som har vært ansatt i mer enn 10 år i forhold til de som har vært ansatt mindre enn 5 år (OR = 3.44). Disse tallene kan i enkelte tilfelle ha fremkommet ved tilfeldigheter. Vi har derfor prøvd å bestemme hvilket område den

sanne økte risikoen befinner seg i. Man ser at for de som har vært ansatt **mer enn 10 år**, så vil den økte risiko etter all sannsynlighet befinne seg mellom 2.06 og 5.76 i forhold til de som har vært eksponert i **mindre enn 5 år**. Hvis dette variasjonsområde omfatter 1.0, sier vi at funnet ikke er pålitelig eller statistisk signifikant. Det betyr at tidligere røykere ikke har en statistisk sikker økning i risikoen for dette symptomet som er tatt som eksempel.

Tilsvarende finner man i tabell 3 ingen statistisk signifikante forskjeller i symptomforekomst mellom Søderberg- og prebaketeknologi, ei heller mellom fluor- eller støveksposering. Imidlertid kan mangler på sammenhenger bl.a. skyldes en for dårlig eksponeringsklassifisering. Dette har vi forsøkt å bedre i analysene som er presentert i publikasjon V. I disse analysene fremkommer, i tillegg til den økte risiko ved lengre tids ansettelse, også en økt risiko for personer eksponert for totale fluorider over 0.5 mg/m^3 . Dette fremkommer i tabell 4 og 5. I tabell 3 finner vi en forekomst av yrkesrelatert astmalignende symptomer (ALS) på 11.8% i gruppen eksponert for totale fluorider mer enn 0.5 mg/m^3 , mens forekomsten er 5.7% i gruppen som har vært eksponert for totale fluorider mindre enn 0.5 mg/m^3 . I tabell 4 finner vi beregninger av økt risiko (OR) for forskjellige typer symptomer i forhold til fluor og støv. Mens vi for **fluoreksponering** over 0.5 mg/m^3 finner en sikker risikoøkning for alle symptomer, finner vi ingen statistisk signifikante sammenhenger mellom høy grad av **støveksposering** (her er grensen satt til 4.0 mg/m^3) og symptomer.

12.1.2 *Oppfølgingsundersøkelse*

Sammenhengen mellom eksponering i elektrolysehall og utvikling av symptomer hos en gruppe nyansatte har vært tillagt stor vekt i undersøkelsen. Resultatene av denne delen av prosjektet er presentert i artikkel VI. Her har vi tatt utgangspunkt i en gruppe nyansatte uten symptomer, som har blitt tatt med i undersøkelsen etter hvert som de ble ansatt. Videre har vi forsøkt å følge opp gruppen ved å undersøke dem hvis de sluttet, hvis de ble omplassert og ellers ved årlige undersøkelser. Denne delen av undersøkelsen vil ikke være beheftet med feilkilder som at personer med symptomer blir tatt ut av eller vekk fra arbeidsplassen uten at dette registreres. Undersøkelsen inkluderte kun personer som hadde rapportert at de ikke hadde hatt symptomer i det siste året forut for ansettelsen. Av ialt 1301 personer utviklet 8% tetthet og piping. Av figur 1 - 3 kan man se at risikoen for utvikling av symptomer er størst det første året, at den senere avtar og at svært liten økning i risikoen observeres etter 2 - 3 år. På slutten av observasjonstiden endrer denne risikoen seg betydelig og tildels uforståelig. Dette skyldes at man i dette tidsrommet har svært få observasjoner slik at anslagene blir svært usikre og derfor vanskelige å tolke.

I denne undersøkelsen har vi også registrert røykevaner på tidspunktet vedkommende begynte i industrien, i hvilken grad de mente seg disponert for astma og i hvilken grad de mente å ha hatt allergi som barn. På denne måten vil svarene ikke være påvirket av en eventuell utvikling av symptomer. Av figur 2 og 3 kan man tydelig lese at røyking såvel som økende eksponering for fluor fører til en økt sannsynlighet for utvikling av symptomene tetthet og piping (astmalignende symptomer). Denne sammenhengen understrekes også i tabell 6 der RR angir den økte risikoen man finner ved forskjellige egenskaper (risikofaktorer). Som det fremgår av denne tabellen finner man betydelig økning av risikoen hos dem som røyker mye i forhold til dem som ikke røyker, men også for dem som røyker lite i forhold til dem som ikke røyker. Risikoen er imidlertid størst for størrøykerne.

Tidligere yrkeseksponering for støv, gass eller irriterende damper synes også å gi en viss risikoøkning for utvikling av symptomer. Når det gjelder fluoreksponering finner man en tydelig økning i risikoen fra laveksponerte, til middels og høyt eksponerte. Dette kaller man for en dose-responseeffekt, og vil i mange tilfeller bli tolket som en årsakssammenheng. Men igjen må man ta det forbehold at fluor kan være korrelert til andre faktorer som kan være de(n) egentlige årsaksfaktor(er). Støv er utelatt fra tabellen da det ikke hadde noen innflytelse på risikoen. Vi fant ingen statistisk sikre forskjeller i risiko om man er mann eller kvinne, om man er eldre eller yngre, om man angir å være allergisk eller astmadisponert, eller om man jobber i prebake- eller Sødeberganlegg.

12.2 *Astmalignende symptomer hos halloperatører i forhold til ansatte i annen industri*

Dersom man sammenligner forekomst av luftveissymptomer blant halloperatører med tilsvarende forekomst i den øvrige befolkningen, er ikke forskjellene store, selv om det er en viss økning av forekomst blant halloperatører når det gjelder astma. Vi har også gjort undersøkelser der vi har sammenlignet forekomst av symptomer hos halloperatører med tilsvarende forekomst hos arbeidstakere i annen industri, og hvor man da ikke klarer å påvise noen sikker forskjell. Dette demonstrerer at det er en viss grad av frafall av halloperatører med symptomer slik at gruppen virker mindre påvirket av arbeidsmiljøet enn det den i virkeligheten er. Vi vil også tro at problemet i annen industri har vært undervurdert så langt. Dette finner man holdepunkter for når man studerer statistikken til Direktoratet for arbeidstilsynet. Meldte tilfeller av "hallastma" utgjør majoriteten av meldte tilfeller av yrkesrelatert astma. Antakelig kan dette forklares ved at det er en viss grad av overmelding fra aluminiumverkene, mens det er en betydelig underrapportering fra annen industri.

12.3 *Lungefunksjonsforandringer*

12.3.1 *Spirometri*

I tverrsnittundersøkelsen beskrevet i artikkel IV fant vi sammenheng mellom eksponeringstid og forekomst av nedsatt lungefunksjon (obstruksjon), mens eksponeringsnivåene av støv og fluor ikke var relatert til lungefunksjon. Heller ikke i undersøkelsen i Årdal som det er referert til i artikkel V, fant vi noen sikker sammenheng mellom siste års eksponering og reduksjon i lungefunksjon. Begge disse undersøkelsene er beheftet med at lungefunksjonsmålingene er et øyeblikksbilde som ikke forteller oss noe om variasjon eller utvikling av lungefunksjonen. I artikkel X har vi analysert endringene i lungefunksjonen over tid hos en gruppe på 2866 operatører i elektrolysehaller og 365 kontroller fra annen industri, begge grupper uten angivelse av astmatisk besvær. Vi fant at operatører i elektrolysehaller hadde en større årlig reduksjon i lungefunksjonen enn kontrollene, selv om operatørene hadde et høyere utgangspunkt. Hos personer under 35 år var det en tydelig sammenheng mellom grad av eksponering for både fluor og støv i undersøkelsesperioden og reduksjon i lungefunksjonen (FEV1). Vi fant i tillegg at den gjennomsnittlige reduksjon i lungefunksjonen for nyansatte var mest uttalt de første måneder for så å flate ut. Vi vil imidlertid anta at endringene igjen vil øke, men dette kan bare bli bekreftet ved videre oppfølging av gruppen.

12.3.2 *PEFR-målinger*

Vi har også forsøkt å dokumentere forekomst av yrkesastma hos operatører i elektrolysehaller ved metoder som hittil i rapporten ikke er beskrevet. Astma kjennetegnes ved at lungefunksjonen varierer over døgnet og fra dag til dag. Ved yrkesastma vil lungefunksjonen ofte variere i forhold til eksponeringen. PEFr (peak expiratory flow rate) er et mål på lungefunksjonen som kan registreres med et enkelt apparat. Dette apparatet kan medbringes slik at lungefunksjonen kan registreres til forskjellige tider av døgnet, hjemme og borte. I artikkel VII var undersøkelsen utformet på en slik måte at man målte lungefunksjonen daglig over lengre tid, både mens vedkommende var i arbeid og når han hadde fri. Hos en gruppe på 14 personer som vi antok hadde symptomer forenlig med yrkesastma, påviste vi hos 10 av disse lungefunksjonsforandringer som tydet på at symptomene var utløst av en forurensningsfaktor i arbeidsmiljøet. Luftveisirritasjonen (bronkial reaktivitet) bedret seg tydelig i løpet av sommerferien hos halvparten av denne gruppen. Symptomene bedret seg også i nevnte intervall. Disse registreringene ble også vurdert av en person som ikke kjente til sykehistorien hos den enkelte og konklusjonen ble den samme. Det synes derfor uomtvistelig at eksponering for hallatmosfære kan føre til astmatisk besvær hos en del av de ansatte.

12.3.3 *Bronkial overømfintlighet*

Bronkial hyperreaktivitet (overømfintlighet) har ikke i noen del av undersøkelsen kunnet bli satt i sammenheng med graden av eksponering. Dette tror vi skyldes at personer med en sterk grad av bronkial hyperreaktivitet, og følgelig en høy grad av irritasjon i luftveiene, får utløst sitt astmatiske besvær av en rekke faktorer som forekommer i hallatmosfæren. Disse vil raskt søke over i annet arbeid. Vi har undersøkt omplasserte i Årdal der vi finner støtte for denne teorien. Blant omplasserte operatører fant vi at bronkial hyperreaktivitet forelå hos nærmere 70%, mens denne tilstanden til sammenligning bare forelå hos 20% av de med astmalignende symptomer som fortsatt var i arbeid. At bronkial hyperreaktivitet sannsynligvis utvikles i forløpet av ansettelsesperioden, har vi fått visse indikasjoner på ved å undersøke nyansatte. Som referert i artikkel III finner man så å si ikke bronkial hyperreaktivitet hos nyansatte. Av 59 nyansatte var det bare en person som hadde bronkial hyperreaktivitet. Han sluttet samme dag uten å rapportere til noen om årsakene til at han sluttet. Det er nærliggende å tro at han fikk utløst astmatiske besvær ved eksponering i elektrolysehall, og at dette var årsaken til at han sluttet.

13. MULIGE ÅRSAKSMEKANISMER TIL "HALLASTMA"

Mekanismene for "hallastma" er ukjent. I artikkel IV - VII har disse mekanismene blitt indirekte studert. Refleksutløst sammentrekning av luftveiene som følge av tilfeldige og høye konsentrasjoner av irritantgasser, har blitt foreslått som en mulig årsaks mekanisme. Det er en rekke stoffer i elektrolysehallene som kan virke på denne måten. De mest aktuelle er hydrogenfluorid og svoveldioksid. I andre industrier som har tildels de samme eksponeringsforholdene når det gjelder hydrogenfluorid og svoveldioksid, finner man ikke tilsvarende rapporter om yrkesastma. Dette taler imot SO₂ og hydrogenfluorid som direkte årsaksfaktorer. Man kan imidlertid tenke seg at disse gassene virker sammen med andre stoffer som er allergifremkallende. I litteraturen er det beskrevet yrkesastma som følge av eksponering for kaliumaluminiumtetrafluorid og aluminiumfluorid, riktignok i høyere konsentrasjoner enn påvist i hallatmosfæren. Natriumaluminiumtetrafluorid forekommer som en komponent i støvet i elektrolysehallene, og kan kjemisk ha tilsvarende effekt i luftveiene som kaliumaluminiumtetrafluorid. Selv om aluminiumfluorid forekommer i elektrolysehallene i langt lavere konsentrasjoner enn under de forhold der man har observert ved utløsning av yrkesrelatert astma, kan kombinasjonen av f.eks. hydrogenfluorid og aluminiumfluorid være en tilstrekkelig årsak. I artikkel VI har vi beskrevet at risikoen for utviklingen av luftveislager er høyest det første året etter ansettelse og deretter avtar. Dette kan

være mer i samsvar med en sensibiliserende ("allergisk") respons enn en ren irritanteffekt. I artikkel VII er det beskrevet lungefunksjonsforandringer der de fleste minner om de forandringer man har observert ved yrkesastma utløst av sensibiliserende stoff. Mønstre som ved tydelig irritantpåvirkning, ble også funnet.

Noen av tilfellene av "hallastma" kan være utløst av irritanter som kanskje ikke gir varig skade. Men også reaksjoner utløst av sensibiliserende stoffer, synes meget sannsynlig og vil i så fall bety at vedkommende for all tid vil reagere på disse stoffene. Vi har flere indikasjoner på at et viktig stoff i denne sammenhengen kan være en fluorkomponent. Hvilken er imidlertid helt usikkert.

14. PROGNOTISKE FAKTORER

Vi har i artikkel IX kommentert forløpet av den astmatiske tilstand hos personer som er blitt omplassert på grunn av "hallastma". Antallet personer som ble undersøkt er lavt. Man må derfor være forsiktig i tolkning av resultatene. Den bronkiale irritasjonstilstand syntes å bli svekket i de nærmeste månedene og årene etter omplassering (se figur 4). Selv om den bronkiale hyperreaktivitet bedret seg signifikant, var det fortsatt flere som hadde mye symptomer, og bronkial reaktivitet er neppe noen god indikator for det videre forløp. Pasientens symptomer bedret seg i oppfølgingsperioden, men resultatet var ikke statistisk signifikant. Vi vil derfor tro at en omplassering bør skje før symptomene blir mye uttalt. At lungefunksjonen endret seg betydningsløst, og på slutten av oppfølgingsperioden var best hos dem med kortest eksponeringstid, kan også tale for at en tidligst mulig omplassering er en fordel. Med den minimale bedringen av lungefunksjonen i løpet av oppfølgingsperioden vil det antakelig være av betydning at omplassering skjer mens lungefunksjonen fortsatt er innenfor det normale. Disse funnene er i overensstemmelse med undersøkelser av andre former for yrkesastma, og bekrefter tidligere anbefalinger om at en tidlig diagnose med en rask reduksjon i eksponeringsnivå er av stor betydning for den videre utvikling og forløp av sykdommen.

15. FOREBYGGELSE AV "HALLASTMA"

Ved ansettelse har man lagt stor vekt på å finne frem til personer med en økt risiko for utvikling av "hallastma". En antatt risikofaktor har vært allergi og astma i familien. Vi har ikke funnet noen sammenheng mellom rapportering av allergi og utvikling av astmalignende symptomer. Det er muligens en viss økning av risikoen for de som måtte ha astma i nær familie, men en utelukkelse av denne gruppen fra yrket vil bety svært lite i forhold til antallet som totalt sett utvikler sykdommen.

Som det fremgår av artikkel VI, vil en slik utvelgelse bare føre til en 5% reduksjon i antallet nye tilfelle. De to faktorene som har slått mest ut i denne undersøkelsen, er røyking og fluoreksponering. Selv om vi ikke kan si med sikkerhet at det er en fluorkomponent som er årsaksfaktor, tyder det imidlertid på at fluor er en god indikator på den eventuelle årsaksfaktoren. En reduksjon i det generelle fluornivået vil kunne forventes å ha betydning. I løpet av de 4 årene undersøkelsen har pågått, har det også vært en sikker og tydelig nedgang i den generelle fluoreksponering for alle arbeidskategorier. Faktisk er fluoreksponeringen blitt mer enn halvert på flere steder. En gunstig effekt på helsetilstanden burde kunne påvises i videre oppfølging av de nyansatte. Vi har gjort forsøk på å sammenligne forekomst av nye tilfeller fra det ene året til det andre. Men det synes klart at selv om det kan være en tendens til reduksjon i antall nye tilfelle, er tallene likevel for små til at vi kan gjøre noen endelig konklusjon.

Når det gjelder røyking, er det et ubestridt faktum at de som røyker (lite eller mye), har en økt risiko for utvikling av astmalignende symptomer, såvel som økt reduksjon av lungefunksjonen. Tilsvarende risikoøkning hos røykere har vært vist også for yrkesastma innen annen industri der det foreligger en sensibiliserende ("allergisk") årsaksmekanisme. Forøvrig er effekten av røyking på lungefunksjonen den samme som man finner hos alle mennesker uavhengig av yrke. Med den økte risiko for utvikling av astma er det all grunn til å legge stor innsats i å få den enkelte arbeidstaker til å redusere og helst slutte å røyke.

Vi har også kunnet vise at langvarig arbeid, d.v.s utover 10 år i elektrolysehallene, er forbundet med en viss økning av risikoen for astmasymptomer. Imidlertid kan dette skyldes at de med lengre ansettelsestid i mindre grad ønsker omplassering, og at man følgelig får en tendens til at de med lengst ansettelsestid også har flere symptomer. En videreføring av prosjektet med en fortsatt oppfølging av nyansatte vil kunne være med på å belyse denne problematikken med større sikkerhet.

Det er også viktig at man i tillegg til å redusere utslippene av forskjellige luftveisskadelige stoffer, også kan redusere inhalasjonen av disse stoffene ved hjelp av verneutstyr. Som et supplement til de vanligvis tekniske kontroller av nytt verneutstyr, har vi i artikkel VIII vist hvordan man ved overvåkning av lungefunksjonen kan påvise effekt av en ny type vernemaske. Tilsvarende bør man ved forskjellige, miljøforbedrende tiltak legge opp til en kontroll av deres effektivitet ved helsemessig overvåking.

Det vil også være av stor betydning at helseavdelingene fortsetter som tidligere å registrere forekomst av luftveisplager og måler lungefunksjonen til de ansatte. På denne måten kan man på et tidlig tidspunkt oppdage begynnende helseskade og

derved sørge for at vedkommende kan komme over i et annet arbeid hvor eksponeringen er mindre. Man bør også studere de forskjellige arbeidsoperasjoner og instruere i hvordan den enkelte best mulig kan unngå eksponering.

16. FREMTIDIG FORSKNINGSINNSATS

En av de viktigste oppgaver i fremtiden er å finne frem til hvilken forurensningskomponent som er ansvarlig for den yrkesastma man finner hos operatører i elektrolysehaller.

ALS-a/ALS-i-undersøkelsene har gitt indikasjoner på at fluorkomponenter kan være av betydning i denne sammenheng. Det er flere komponenter som kan være aktuelle å bruke i en eksperimentell modell. Man har i dag metoder for å studere effekten av inhalasjon av enkeltstoffer under betryggende forhold i sykehus. Denne metodikken kalles for spesifikk bronkial provokasjonstesting og brukes for å finne frem til spesielle faktorer som kan utløse astma. I den anledning har en gruppe bestående av daglig leder i AMS, Eirik Nordheim, overlege Anne Naalsund ved lungeavdelingen, Rikshospitalet, og stipendiat Johny Kongerud laget en rapport om behovet for spesifikk bronkial provokasjonstesting i Norge. Denne rapporten vil være tilgjengelig ved henvendelse til AMS.

Det vil i fremtiden være viktig at man fortsetter med regelmessig helsekontroll av arbeidstakerne med de samme metoder som hittil har vært brukt i ALS-a-undersøkelsen. På denne måten vil man kunne registrere i hvilken grad det skjer endringer i forekomsten av nye tilfeller av astma. Det har vært antydning at utvikling av kronisk obstruktiv lungesykdom, d.v.s. kronisk nedsettelse av lungefunksjonen, kan forekomme blant operatører i elektrolysehaller. I våre observasjoner over 4 år har vi funnet at en ganske betydelig reduksjon i lungefunksjonen inntreffer ganske raskt etter ansettelse, deretter synes lungefunksjonen å stabiliseres en tid, for så igjen å forverres med økende grad av eksponering og eksponeringslengde. Mulighetene for utvikling av kronisk nedsettelse av lungefunksjonen er ikke usannsynlig og bør dokumenteres ved en videre oppfølging av halloperatørene. En total observasjonstid på ca. 10 år ville være ønskelig. Den teknologiske utviklingen vedrørende kartlegging av arbeidsmiljøet har gjort store fremskritt. Den enkelte persons yrkeseksponering kan overvåkes på en mye bedre måte enn hva som har vært mulig hittil. Dette åpner for mulighetene av en mer omfattende og presis eksponeringsklassifisering som vil redusere usikkerhetene i de statistiske beregningene.

Tabell 1 - side 1

Kaiser Aluminum & Chemical Corporation occupational health surveillance charts

Summary of typical airborne contaminants and physical stresses in reduction operations

Medical and industrial hygiene considerations

<i>Airborne contaminant</i>	<i>Principal use or source of emission</i>	<i>Health effects</i>	<i>Medical surveillance(1)</i>	<i>TLV</i>	<i>Air sampling(2)</i>	<i>Respiratory protection or other controls(3)</i>
Alumina	Potrooms ; materials handling areas ; kilns	Lung overload ; no fibrosis	Interval History	10 mg/m ³ (4)	Gelman VM-1 membrane filter ; nuclepore 0-45 micron filter	Air-purifying respirator with filter for nuisance dust
Asbestos	Insulation ; coverings ; lagging materials ; marinite ; molten metal control ; brake linings	Fibrosis of lung ; bronchogenic carcinoma ; mesothelioma ; cancer of stomach, colon, and rectum	Chest X-ray Lung function Sputum cytology	2 fibres per ml >5 microns, with a ceiling of 10 fibres/cc not to exceed 15 min per hr up to 5 hrs per 8-hr day	Millipore AA filter (OSHA requirement- Semi-annual sampling)	Dependent upon concentration Positive pressure respirator Power filtered respirator Filter respirator Vacuum sweeping Local exhaust ventilation
Cadmium oxide	Silver soldering and brazing	Pulmonary edema ; fibrosis of lung ; kidney damage	Chest X-ray Lung function *Cadmium and protein in urine Urinalysis	0.05 mg/m ³ (ceiling)	Impinger Millipore AA filter Nuclepore 0-45 micron filter	Air-supplied respirator or hood Air-purifying respirator with filter for <i>highly</i> toxic particulate/fume Local exhaust ventilation
Carbon dioxide	Potrooms ; anode baking pits ; combustion sources	Asphyxiation	None	5000 ppm	Detector tubes	Air-supplied respirators Local exhaust ventilation General dilution ventilation
Carbon monoxide	By-product of incomplete combustion in : potrooms, furnaces, internal combustion engines ; inert gas furnaces ; enclosed spaces, tanks and silos	Disturbed consciousness ; asphyxiation	Interval exam *Carboxy-hemoglobin if intoxication suspected	50 ppm	Detector tubes Direct reading instrument	Air-supplied respirator or hood Universal canister gas mask
Chlorine and chlorides	Fluxing in casting operations ; water treatment	Irritation of respiratory tract and mucous membranes ; eye and skin burns	Chest X-ray Lung function	1 ppm	Detector tubes Impinger	Air-supplied hood Air-purifying respirator with cartridge for acid gases
Coke and calcined coal	Carbon, paste, and coke plants ; materials handling ; potrooms	Lung overload ; eye, nose and skin irritation	Interval history	10 mg/m ³ (4)	Gelman VM-1 filter ; Nuclepore 0-45 micron filter	Air-purifying respirator with filter for nuisance dust
Copper fume and dust	Anode rods and flex ; electrical connectors ; metal alloying ; brazing	Metal fume fever ; irritation of respiratory tract ; nasal septum perforation	Interval history	0.2 mg/m ³ (fume) 1.0 mg/m ³ (dust)	Millipore AA filter Nuclepore 0-4 micron filter	Air-purifying respirator

Tabell 1 - side 2

<i>Airborne contaminant</i>	<i>Principal use or source of emission</i>	<i>Health effects</i>	<i>Medical surveillance(1)</i>	<i>TLV</i>	<i>Air sampling(2)</i>	<i>Respiratory protection or other controls(3)</i>
Cyanide	Pot soaking ; cryolite recovery	Weakness, headache, confusion, nausea, vomiting ; collapse, rapid death	Interval exam	5 mg/m ³ (as CN)	Millipore AA filter	Air-purifying respirator Under acidic conditions hydrogen cyanide is liberated
Fluorides Gaseous, liquid and particulate	Cryolite plant ; Potrooms ; Pot repair ; Solid fluxes ; metal treatment ; welding flux ; dross recovery	Acute - nose-bleed, vomiting, respiratory irritation ; chronic - increased bone density ; aggravates bronchitis/asthma	Chest X-ray Lung function Urinalysis **Fluoride in urine **Pelvis X-ray (q. 6 years)	2.5 mg/m ³	Millipore AA filter in series with pad treated with sodium carbonate or formate ; or RAC filters Nuclepore filter	Air-supplied hood Air-purifying respirator with cartridge for acid gases, in addition to filter for toxic particulate
Hydrogen chloride	Casting ; (Formed from chlorine in presence of water) ; demineralizers	Respiratory irritation	Chest X-ray Lung function	5 ppm (ceiling)	Detector tubes Impinged in water	Air-supplied hoods Air-purifying respirator with cartridge for acid gases
Manganese fume	Metal alloying	Lung overload ; nerve damage ; possible anemia	Chest X-ray Lung function Neurologic Exam CBC Urinalysis	5 mg/m ³ (ceiling)	Millipore AA filter ESP	Air-supplied welding hood Air-purifying respirator with filter for toxic particulate and fume
Mercury	Rectifiers, laboratories	Brain damage ; nerve damage	*Mercury in blood and urine Neurologic exam Urinalysis	0.05 mg/m ³	Mercury vapor detector Impinger Vapor badge	Air-purifying respirator with canister for mercury vapor, dusts, and mists
Nuisance dust	Materials handling throughout plant	Lung overload ; eye and nose irritation	Interval history	10 mg/m ³ (4)	Gelman VM-1 filter ; Nuclepore 0.45 micron filter ; ESP	Air-purifying respirator with filter for nuisance dust
Ozone	By-product in electrical discharge and welding	Respiratory irritation	Chest X-ray Lung function	0.2 mg/m ³	Impinger Detector tubes	Air-supplied welding hood
Particulate Polycyclic Organic Matter (formerly ctpv)	Binder for electrodes, Soderberg pot-rooms, carbon and paste plants ; pot relining	Photochemical skin burns ; possible cancer of lungs, leukemia, lymphomas	Chest X-ray Lung function CBC Skin inspection Urinalysis ****Sputum cytology	0.2 mg/m ³ (benzene soluble fraction)	Silver membrane filter with glass fibre filter ; ESP	Air-supplied hood Air-purifying respirator Barrier creams
Perchloro-ethylene (Tetrachloro-ethylene)	Chlorinated solvent ; degreaser	Irritation of respiratory tract and mucous membranes ; narcosis ; dermatitis ; liver injury	Liver function	100 ppm	Detector tubes Halide meter Gas chromatograph	Air-purifying respirator with cartridge for organic vapours. Rubber gloves
Phosgene	Combustion product of halides ; Note : no welding in confined space in presence of chlorinated solvent or other halide	Pulmonary irritation ; pulmonary edema	Chest X-ray Lung function	0.1 ppm	Detector tubes Gas chromatograph	Air-supplied respirator or hood ; local exhaust ventilation
Phosphine	Gaseous by-product of dross and water	Severe irritation of lungs ; delayed pulmonary edema ; narcosis ; nausea ; vomiting	Interval history	0.3 ppm	Impinger Detector tubes	Air-purifying respirator with cartridge for acid gases. Contaminant in acetylene ; often identified incorrectly as acetylene
Polychlorinated biphenyls (Chlorodiphenyl-42% chlorine ; Chlorodiphenyl-54% chlorine)	Electrical equipment dielectric and coolant	Chloracne ; liver damage	Liver function Skin exam	0.5 mg/m ³	Impinger	Protective clothing ; closed containers ; disposal by incineration
Silica	Clay refractories ; diatomaceous earth (filter media) ; sand blasting ; finished carbon	Silicosis	Chest X-ray Lung function Tuberculin test	0.05 mg/m ³	Gelman VM-1 filter with cyclone at 1.7 lpm	Air-purifying respirator with cartridge for toxic dusts Air-supplied hood

Tabell 1 - side 3

<i>Airborne contaminant</i>	<i>Principal use or source of emission</i>	<i>Health effects</i>	<i>Medical surveillance(1)</i>	<i>TLV</i>	<i>Air sampling(2)</i>	<i>Respiratory protection or other controls(3)</i>
Sodium hydroxide	Cryolite plant ; pot soaking ; siphon cleaning ; water treatment	Respiratory irritation	Chest X-ray Lung function	2 mg/m ³	Impinger	Air-purifying respirator with cartridge for alkaline mists
Stoddard solvent	Solvent ; degreaser	Irritation of respiratory tract and mucous membranes ; narcosis ; dermatitis	Interval history	100 ppm	Charcoal tubes	Air-purifying respirator with cartridge for organic vapors Rubber gloves
Sulfur dioxide	By-product of combustion of coke, coal, anodes, oil and gas ; waste water treatment	Respiratory irritation ; synergistic with dust	Chest X-ray Lung function	5 ppm	Detector tubes Impinger	Air-purifying respirator with cartridge for acid gases
Sulfuric acid	Waste water treatment	Respiratory irritation	Chest X-ray Lung function	1 mg/m ³	Impinger	Air-purifying respirator with cartridge for acid gases
Welding fume	By-product of welding ; principally ozone, oxides of nitrogen and metal(s) welded	Respiratory irritation ; metal fume fever	Chest X-ray Lung function	Variable 5 mg/m ³ as iron oxide or aluminium oxide	Millipore AA ; Nuclepore 0.45 micron filter ; ESP Detector tubes	Air-supplied welding hood ; local exhaust ventilation ; fume-controlled welding guns

<i>Physical stress</i>	<i>Principal use or source of emission</i>	<i>Health effects</i>	<i>Medical surveillance (1)</i>	<i>TLV</i>	<i>Survey equipment</i>	<i>Protective devices</i>
Heat	Potrooms ; finished carbon	Weakness ; irritability ; muscle cramps ; cardiovascular strain	Physical exam Electrocardiogram	Proposed TLV : Variable exposures above 25.0° WBGT ; no exposures permitted above 32.2° WBGT unless certain criteria met	Thermometers ; Black globe ; Wet bulb ; Dry bulb ; Anemometer	Shielding Air movement Acclimatization Water and salt balance Cool-off rooms Air-cooled hood or garment
Noise	Air plenums ; pneumatic tools ; ball mills ; fans ; saws ; power production compressors ; solenoids ; vibrators ; screens	Hearing loss	Audiometric test of hearing acuity (OSHA proposed requirement – annual audiometry 8 hrs. at 85 dBA)	16 hrs. at 85 dBA ; 8 hrs. at 90 dBA ; 4 hrs. at 95 dBA ; 0.5 hrs at 110 dBA ; 0.25 hrs. at 115 dBA ; 0 hrs. at <115 dBA(5)	Type II sound level meter ⁷ audio dosimeters	Ear muffs Ear plugs : sized or custom moulded. Disposable ear protectors
Radiation	Medical and analytical X-ray units ; density gauges	Genetic damage ; bone marrow depression ; skin burns	Film badges Physical exam	5 rem/year(6)	Geiger counters Scintillation counters ; ionization chamber	Shielding Distance
Vibration	Hand tools ; jackhammers ; mobile equipment	Neurovascular changes in the fingers	Physical exam	None	None	Shock mounting Rubber handles

Tabell 2

Denne tabellen viser den økte risiko (OR) for forekomst av forskjellige typer symptomer sett i forhold til mulige risikofaktorer. Betegnelsen OR i tabellen betyr, noe upresist oversatt, hvor mye den økte risiko er. 95% CI betyr at det "sanne" resultat ligger innenfor dette området med 95% sikkerhet. Dersom området omfatter 1.00, er resultatet ikke pålitelig (statistisk signifikant).

Uavhengig variable	Avhengig variabler									
	Hoste		tetthet		ALS		H-ALS		BRL	
	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI
Mann	0.74	0.47-1.16	0.76	0.50-1.16	1.17	0.57-2.39	0.40	0.17-0.93		
Alder	1.00	0.99-1.02	1.01	1.00-1.03	1.00	0.98-1.01	1.04	1.01-1.07		
Familiær astma	1.57	1.14-2.16	1.53	1.14-2.06	1.64	1.08-2.49	2.54	1.39-4.65	1.01	0.65-1.56
Allergi	1.20	0.75-1.91	1.42	0.94-2.16	1.38	0.76-2.52	0.43	0.10-1.88	0.39	0.16-0.96
Røykevaner										
Aldri	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-
Tidligere	1.31	0.87-1.98	1.35	0.94-1.95	1.14	0.67-1.95	2.23	0.73-6.81	1.07	0.58-1.97
Nåværende	1.95	1.43-2.67	1.96	1.48-2.60	1.58	1.05-2.37	4.45	1.73-11.41	2.03	1.28-3.21
Antall år eksponert										
0-4	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-
5-9	1.44	1.04-2.00	1.48	1.10-1.99	1.56	0.98-2.47	2.36	1.11-5.00	2.24	1.44-3.47
≥10	2.24	1.52-3.31	2.00	1.40-2.84	3.44	2.06-5.76	1.74	0.71-4.29	2.55	1.68-3.85
Bruk av maske										
Aldri	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-
Noen jobber	1.72	1.21-2.45	1.73	1.26-2.39	2.41	1.41-4.11	1.78	0.78-4.05	1.47	0.91-2.35
Alltid	1.77	1.22-2.56	1.98	1.42-2.78	2.89	1.66-5.02	2.25	0.95-5.32	1.62	0.98-2.65
ALS	- astmalignende symptomer									
H-ALS	- astmalignende symptomer med kronisk hoste									
BRL	- betydelig redusert lungefunksjon									

Tabell 3

Effekt av type teknologi, totalt støv og totalt fluor i det året hoste og arbeidsrelaterte astmalignende symptomer (ALS) ble registrert.

(OR: "Risikøkning",

95% CI = området for den sanne verdi av OR.)

	HOSTE		ALS	
	OR	95 % CI	OR	95 % CI
Totalt støv	1.13	0.80-1.59	1.34	0.92-1.96
Totalt fluor	0.77	0.55-1.08	0.90	0.62-1.29
Teknologi				
Søderberg	1.22	0.89-1.68	1.16	0.83-1.61
Prebake	1.00	-	1.00	-

Tabell 4

Forekomst av luftveissymptomer i forskjellige eksponeringsgrupper av støv og fluor

		Tot.F* \leq 0.5 (N=209)	Tot.F $>$ 0.5 (N=161)	Støv $<$ 4.0 (N=170)	Støv \leq 4.0 (N=200)
Symptomer:					
Tetthet	N (%)	33 (15.8)	44 (27.3)	37 (21.8)	40 (20.0)
Tetthet og piping	N (%)	30 (14.4)	40 (24.8)	25 (14.7)	23 (11.5)
Hoste	N (%)	20 (9.6)	28 (17.4)	25 (14.7)	23 (11.5)
ALS	N (%)	12 (5.7)	19 (11.8)	16 (9.4)	15 (7.5)
Nedsatt lungefunksjon	N (%)	43 (20.6)	38 (23.6)	35 (20.6)	43 (21.5)
Bronkial reaktivitet:					
Antall undersøkte		183	154	149	188
Hyperreaktive	N (%)	10 (5.5)	7 (4.5)	6 (4.0)	11 (5.9)
Alle reaktive	N (%)	22 (12.0)	19 (12.3)	14 (9.4)	10 (5.3)

*Tot.F: Totalt fluor. Totalt fluor og støv er gitt som mg/m³.
ALS - astmalignende symptomer.

Tabell 5

"Risikoøkning" (OR) for luftveissykdom hos de som er klassifisert som høyeksponerte i forhold til laveksponerte (95% CI = området for den "sanne" verdi av OR) i Årdal

	Fluor eksponering		Støv eksponering	
	OR	95% CI	OR	95% CI
Symptomer:				
Tetthet	2.9	1.5-5.7	0.6	0.3-1.2
Tetthet og piping	2.9	1.3-6.5	0.5	0.2-1.1
Hoste	2.4	1.0-5.6	0.7	0.1-3.5
ALS	3.7	1.4-9.6	0.4	0.1-1.0
Nedsatt lungefunksjon	1.2	0.7-2.2	1.0	0.6-1.8
Bronkial reaktivitet:				
Reaktive vs ikke reaktive	1.0	0.4-2.4	0.6	0.3-1.4

ALS - astmalignende symptomer

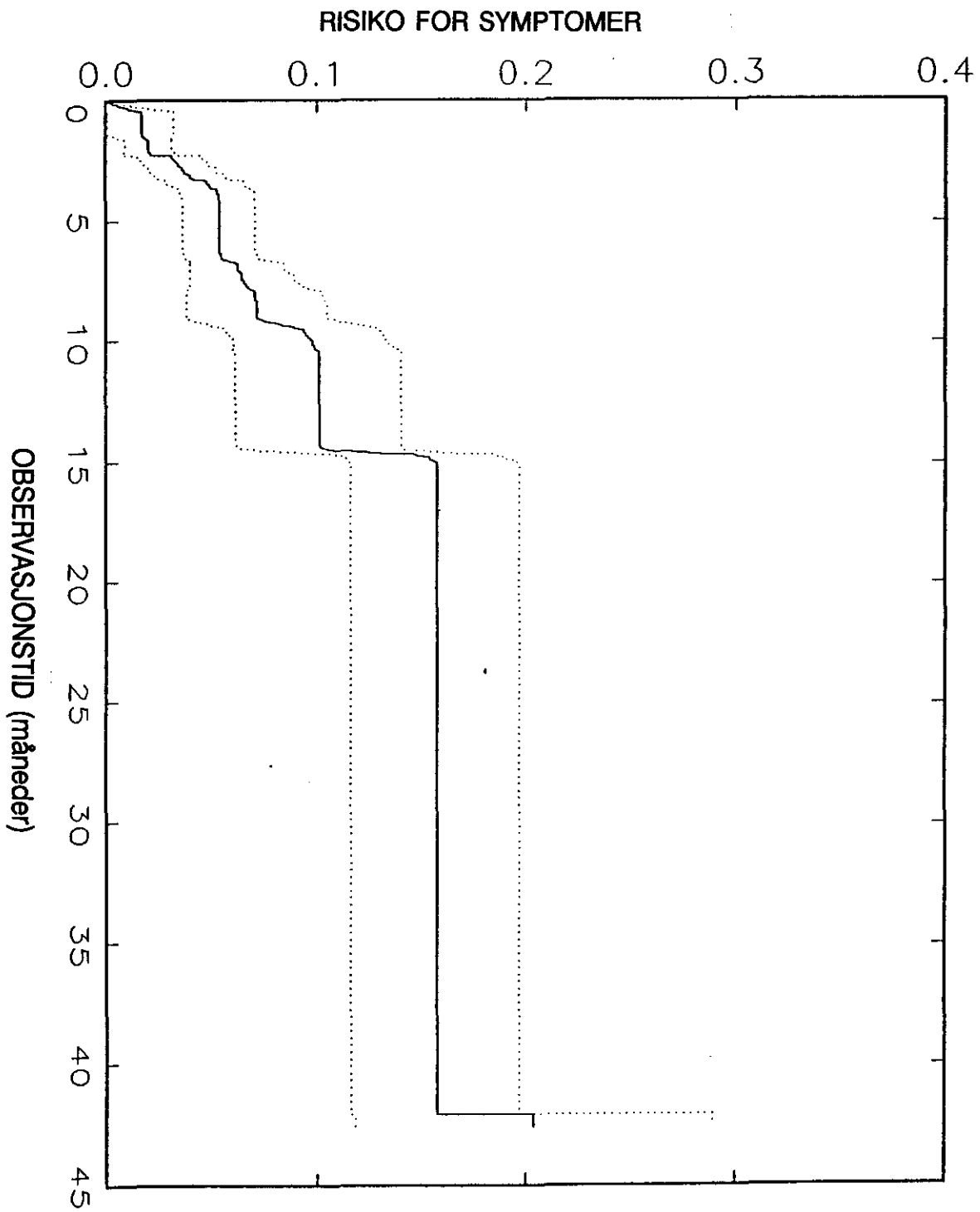
Tabell 6

Oversikt over betydningen av visse risikofaktorer for tetthet og piping i brystet hos nyansatte som er fulgt opp over tid.
RR betyr risikoøkningen gitt at man innehar risikofaktoren.

Risikofaktorer	RR	95% konfidens intervall
Alder*	0.79	0.57 - 1.10
Menn vs kvinner	0.76	0.43 - 1.33
Allergi	1.19	0.60 - 2.39
Familiær astma	1.57	0.94 - 2.61
Røykevaner		
Aldri	1.00	
Tidligere	4.39	1.30 - 14.82
Nåværende, lite	2.19	1.23 - 3.91
Nåværende, mye	3.29	1.72 - 6.29
Tidligere yrkeseksponering	1.83	1.14 - 2.94
Teknologi		
Søderberg	1.00	
Prebake	1.53	0.92 - 2.55
Uspesifisert	2.54	1.33 - 4.85
Fluoreksponering (mg/m ³)		
0 - 0.40	1.00	
0.41 - 0.8	3.35	1.51 - 7.41
> 0.8	5.20	2.02 - 13.34

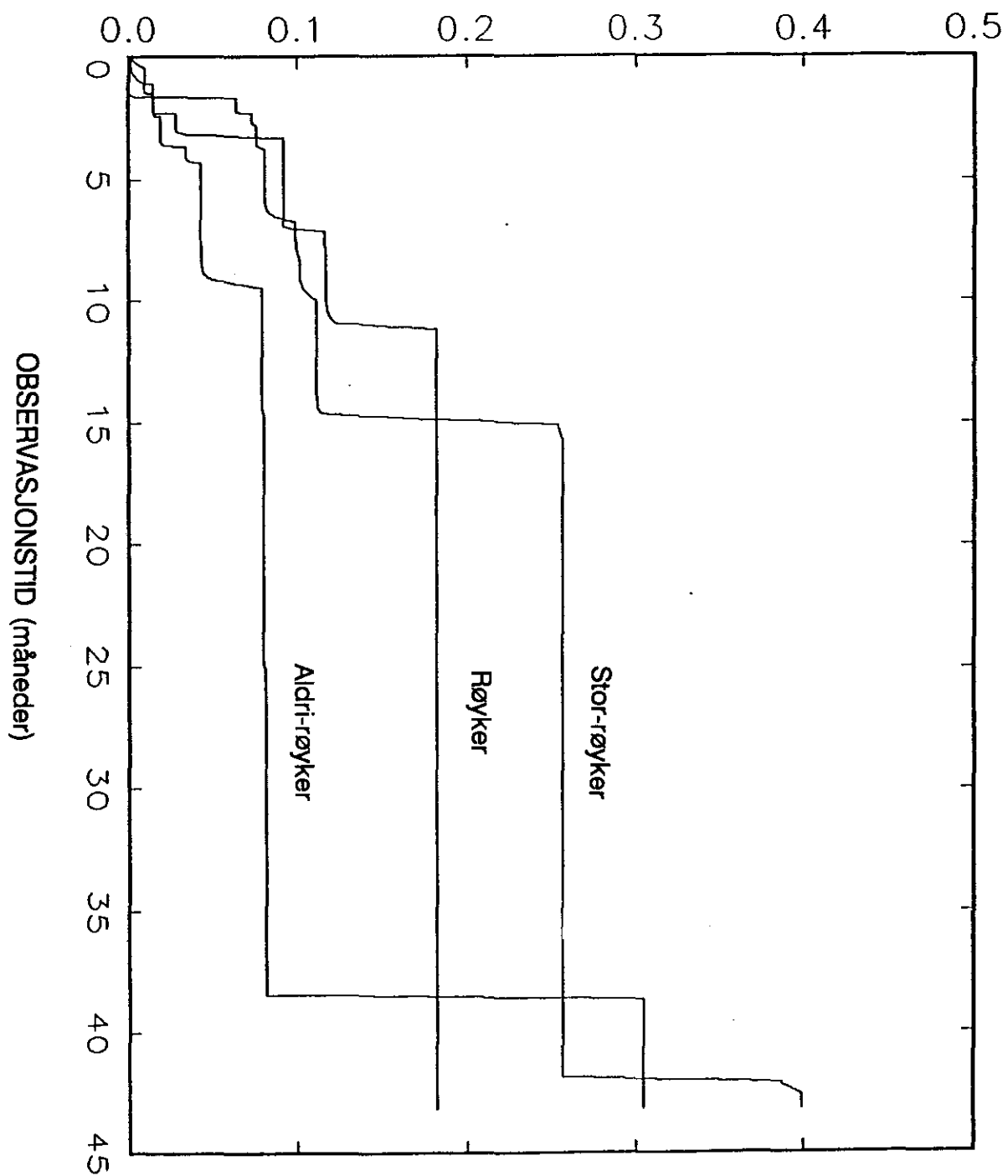
*Alder er gruppert i 10-års intervaller

FIGUR 1

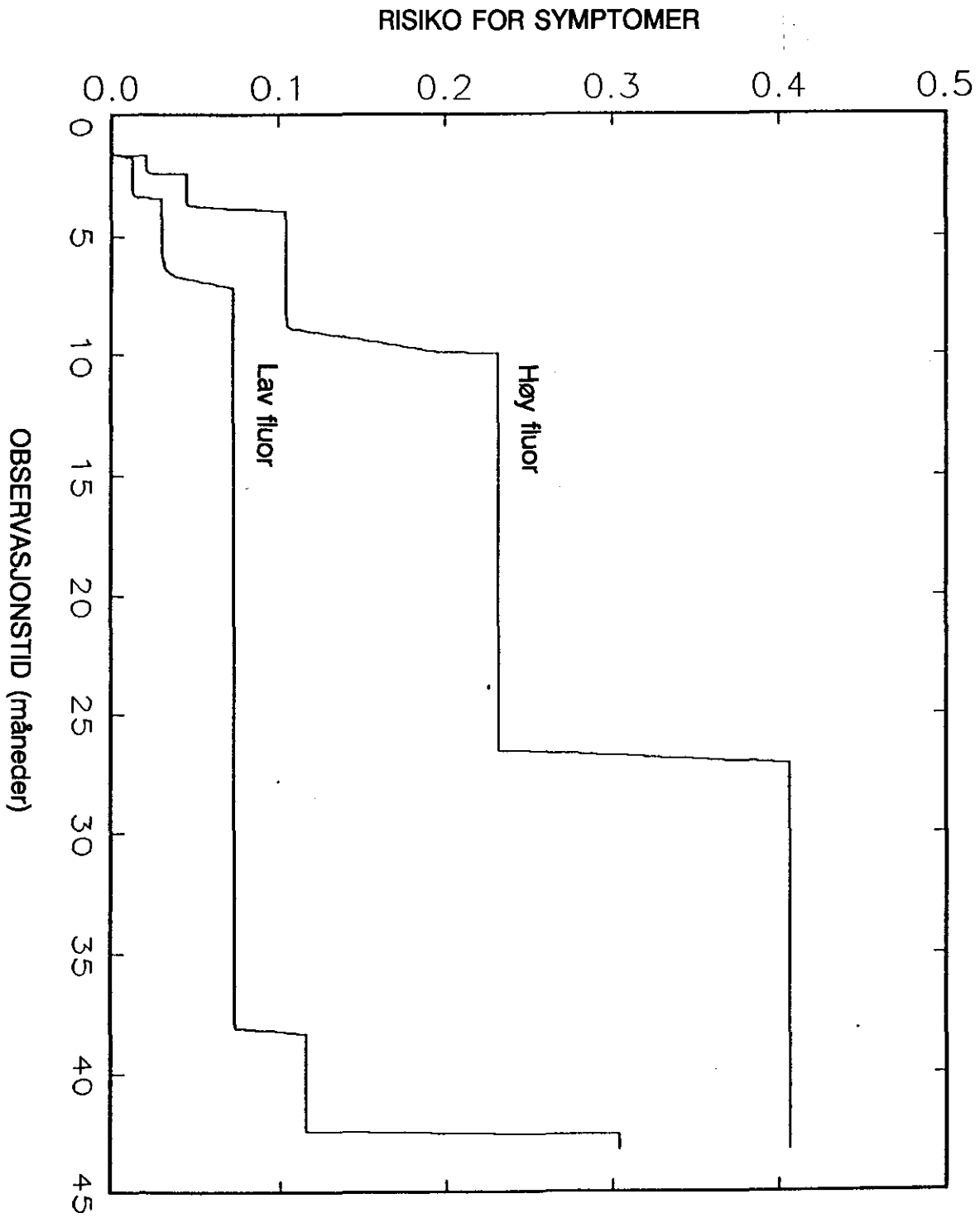


FIGUR 2

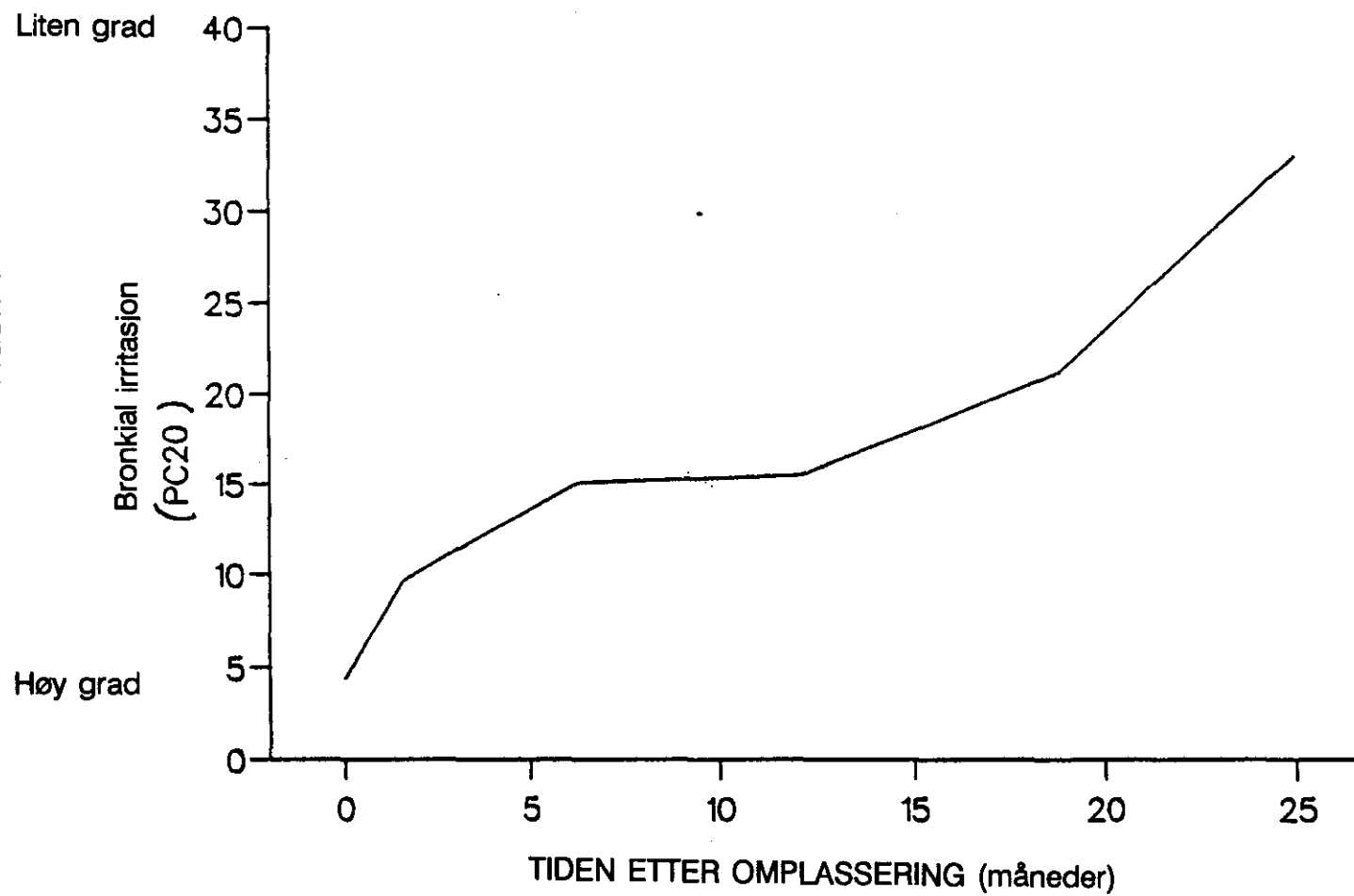
RISIKO FOR SYMPTOMER



FIGUR 3



FIGUR 4



RAPPORT

ALS-a OG ALS-i-PROSJEKTENE

*En epidemiologisk undersøkelse av
astmalignende symptomer i aluminiumindustrien*

APPENDIKS 1

LUNGEUNDERSØKELSEN I ALUMINIUMINDUSTRIEN

SKJEMA I

ALLE SVAR BLIR BEHANDLET FORTROLIG AV BEDRIFTSHELSETJENESTEN.
 NØYAKTIG UTFYLLING AV SKJEMAET BETYR ØKT SIKKERHET MOT
 HELSESKADE PÅ LANG SIKT.

Navn: _____
etternavn, fornavn (bruk trykte bokstaver)

Fødselsnummer:
dag mnd. år personnummer

Utfylt dato: Klokken:
dag mnd. år time min.

Jobb: _____

Hvor mange timer har du vært i arbeid i dag? _____

Hvor mange dager er gått siden siste fridag? _____

Utfylles bare ved første gangs utfylling

Fødested: _____

Kjønn: mann
 kvinne

SKJEMA I - side 2

1. Har du følt deg tett i brystet (tungpusten) noen gang <i>siste året</i> ?	<input type="checkbox"/> ⁰ Ja
	<input type="checkbox"/> ¹ Nei
2. Har du samtidig merket piping (hvesing) i brystet?	<input type="checkbox"/> ⁰ Ja
	<input type="checkbox"/> ¹ Nei
3. Har du noen gang hatt plagsom eller irriterende hoste <i>siste året</i> ? (Kortvarig forkjølelse regnes ikke med.)	<input type="checkbox"/> ⁰ Ja
	<input type="checkbox"/> ¹ Nei
4. Har du forandret røykevaner <i>siste året</i> ?	<input type="checkbox"/> ⁰ Ja
	<input type="checkbox"/> ¹ Nei
5. Har du <i>siste året</i> brukt åndedrettsvern (maske)?	<input type="checkbox"/> ⁰ Ja
	<input type="checkbox"/> ¹ Nei

==== Hvis "Ja" på spørsmål 5 =====

6. Bruker du åndedrettsvern (maske)? <i>Kryss av for det som passer best for deg.</i>	
Hele tiden i hallen	<input type="checkbox"/> ⁰
Kun i forbindelse med spesielt utsatte jobber	<input type="checkbox"/> ¹
Bruker sjelden maske	<input type="checkbox"/> ²
7. Hva slags åndedrettsvern (maske)?	
Engangsmaske	<input type="checkbox"/> ⁰
Halvmaske m/filter	<input type="checkbox"/> ¹
Airstream eller annen maske m/lufttilførsel	<input type="checkbox"/> ²
Annen type, hvilken: _____	<input type="checkbox"/> ³
8. Hvor mange år har du i alt brukt åndedrettsvern (maske)? _____	

==== Fylles bare ut ved første gangs utfylling =====

9. Mener du at du som barn har hatt høysne eller allergisk eksem?	<input type="checkbox"/> ⁰ Ja
	<input type="checkbox"/> ¹ Nei
	<input type="checkbox"/> ² Vet ikke
10. Har noen av dine foreldre, besteforeldre eller søsken hatt astma eller astmabronkitt?	<input type="checkbox"/> ⁰ Ja
	<input type="checkbox"/> ¹ Nei
	<input type="checkbox"/> ² Vet ikke
11. Mener du at du selv har hatt astma eller astmabronkitt før du begynte i ditt nåværende arbeid?	<input type="checkbox"/> ⁰ Ja, som voksen
	<input type="checkbox"/> ¹ Ja, som barn
	<input type="checkbox"/> ² Nei
	<input type="checkbox"/> ³ Vet ikke
12. Har du vært behandlet for lungetuberkulose?	<input type="checkbox"/> ⁰ Ja
	<input type="checkbox"/> ¹ Nei

SKJEMA I - side 3

Utfylles av helseavdeling

Fødselsnummer:
dag mnd. år personnummerAnsatt dato:
dag mnd. årJobbkode:
verk/hall kategori

H: _____ cm

V: _____ kg

SPIROMETRI

	PRED	MEAS	%	ETTER SPRAY	
				MEAS	%
FVC					
FEV ₁					
FEV%					

RESULTAT: Normal 0
 Spiro pos (Q-inter., ev. til lege) 1
 Kontroll spiro om 3 mndr. 2

Sluttet dato:
dag mnd. år

Grunn: _____

Tatt ut av
hallen/
omplassert:
dag mnd. år

Grunn: _____

Privat adresse: _____ Tlf.: _____

LUNGEUNDERSØKELSEN I ALUMINIUMINDUSTRIEN

RØYKE- OG ARBEIDSMILJØSKJEMA

Navn: _____

Fødselsnummer:
 dag mnd. år personnummer

Utfylt dato:
 dag mnd. år

1. Røyker du eller har du noen gang røykt mer enn svarende til 1 sigarett daglig i ett år?
- ⁰ Ja, røyker.
- ¹ Ja, men sluttet å røyke for *mindre* enn ett år siden.
- ² Ja, men sluttet å røyke for *mer* enn ett år siden.
- ³ Nei, aldri røykt.

Hvis "Nei, aldri røykt" på spørsmål 1, fortsetter du på baksiden.

Hvis "Ja" på spørsmål 1

Vi sier at 1 sigarett veier omtrent 1 gram,
 1 pk. pipetobakk = 1 pk. rulletobakk = 50 g,
 10 "kjøpesigaretter" daglig svarer til ca. 1½ pk.
 tobakk pr. uke.

2. Hvor mange pakker tobakk røyker du nå pr. uke?⁰ ½ pk.
 1 1 "
 2 1½ "
 3 2 "
 4 3-4 "
 5 5 " eller mer
3. Hvor gammel var du da du begynte å røyke daglig? _____
4. Hvis du har sluttet å røyke fullstendig, hvor gammel var du da du sluttet? _____
5. Omtrent hvor stort har ditt forbruk av tobakk vært pr. uke i den tiden du har røykt?⁰ ½ pk.
 1 1 "
 2 1½ "
 3 2 "
 4 3-4 "
 5 5 " eller mer

fortsett på baksiden

RØYKE- OG ARBEIDSMILJØSKJEMA - side 2

Utfylles bare ved første gangs utfylling

7. Har du, før du begynte på ditt nåværende arbeidssted, hatt arbeid der du vanligvis ble utsatt for røyk, støv eller irriterende damper (gasser)?

⁰ Ja

¹ Nei

Hvis "Ja" på spørsmål 7

Bedriftssykepleier hjelper deg gjerne med utfylling av dette.

8. Hva slags røyk, støv eller irriterende damper (gasser), når og i hvilken grad: Eventuelt: vet ikke ³

			Lite	Middels	Mye
			<input type="checkbox"/> ⁰	<input type="checkbox"/> ¹	<input type="checkbox"/> ²
a)	_____	19__ - 19__	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b)	_____	19__ - 19__	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c)	_____	19__ - 19__	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d)	_____	19__ - 19__	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

INTERVJUER: kode

LUNGEUNDERSØKELSEN I ALUMINIUMINDUSTRIEN

SKJEMA II

Navn: _____

Fødsels-
nummer:
dag mnd. år personnummerUtfylt
dato:
dag mnd. år*Forhåndsorientering*

Jeg skal nå stille deg noen spørsmål som hovedsakelig angår luftveiene, lungene og brystet. Du skal kun svare *ja* eller *nei* så langt det er mulig. Opplysningene du gir skal kun være fra det *siste året*.

1. a) Har du følt deg tett i brystet (tungpusten) ⁰ Ja
noen gang *siste året*? ¹ Nei

Hvis "Ja" på spørsmål 1 a) _____

Jeg skal nå stille deg noen spørsmål for å bedømme graden av tungpustenhet.

- b) Har du samtidig med tungpustenhet merket piping (hvesing) i brystet? ⁰ Ja
¹ Nei
- c) Bli du tungpusten når du går *hurtig* på flat mark eller i *svak oppoverbakke*? ⁰ Ja
¹ Nei
- d) Bli du tungpusten når du spaserer med *jevna*ldrende i *vanlig tempo* på flat mark? ⁰ Ja
¹ Nei
- e) Må du stoppe på grunn av tung pust når du går i *eget tempo* på flat mark? ⁰ Ja
¹ Nei
- f) Har du hatt *anf*fall med tetthet i brystet (tungpustenhet)? ⁰ Ja
¹ Nei
- g) Føler du deg tungpusten ⁰ Hver dag
¹ Minst 1 gang pr. uke
² Sjeldnere enn 1 gang pr. uke

SKJEMA II - side 2

2. a) Har du hatt hoste noen gang *siste året*? ⁰ Ja
(Forkjølelse regnes ikke med.) ¹ Nei

— Hvis "Ja" på spørsmål 2 a) —

- b) Hoster du vanligvis om morgenen f.eks. om vinteren? ⁰ Ja
¹ Nei
- c) Hoster du vanligvis om dagen - eller om natten - f.eks. om vinteren? ⁰ Ja
¹ Nei
- d) Har du hostet slik de fleste dager i en periode av minst 3 mnd. varighet? ⁰ Ja
¹ Nei
- e) Har du hatt anfall med hoste? ⁰ Ja
¹ Nei
- f) Har du vanligvis oppspytt fra brystet når du hoster? ⁰ Ja
¹ Nei

3. Når merket du plagene/symptomene *siste året*?

- Hjemme, etter dagskift (f.eks. etter at du hadde lagt deg)
- Hjemme, etter nattskift
- På jobben
- Under vanlige drifts-/miljøforhold
- Etter særlig "utsatte" (støv og gass) jobber eller når driftsforholdene var spesielt dårlige
- I ferier eller ved lengre friperioder

— Hvis du har plager som kommer hjemme etter arbeidstid —

Hvor lang tid etter skiftet kommer plagene? _____ timer

4. Hvor lenge har plagene/symptomene dine vanligvis vart *siste året*, regnet i minutter, timer eller dager?

- ⁰ Mindre enn 1 time
- ¹ 1 - 3 timer
- ² 4 - 6 timer
- ³ 7 - 12 timer
- ⁴ 13 - 24 timer
- ⁵ 1 - 3 dager
- ⁶ Mer enn 3 dager

INTERVJUERS KONKLUSJON:

Den ansatte tilhører overvåkingsgruppe:

- A = ALS POS.
- B = BLANDET ALS
- C = KLINISK POS.
- D = SPIRO POS.
- = A - B - C - D - uforandret fra forrige undersøkelse
- = ANNEN DIAGNOSE HVILKEN: _____
- = NY SPIROMETRI OM 3 MND. ØNSKELIG
- = VIDERE TIL LEGEUNDERSØKELSE