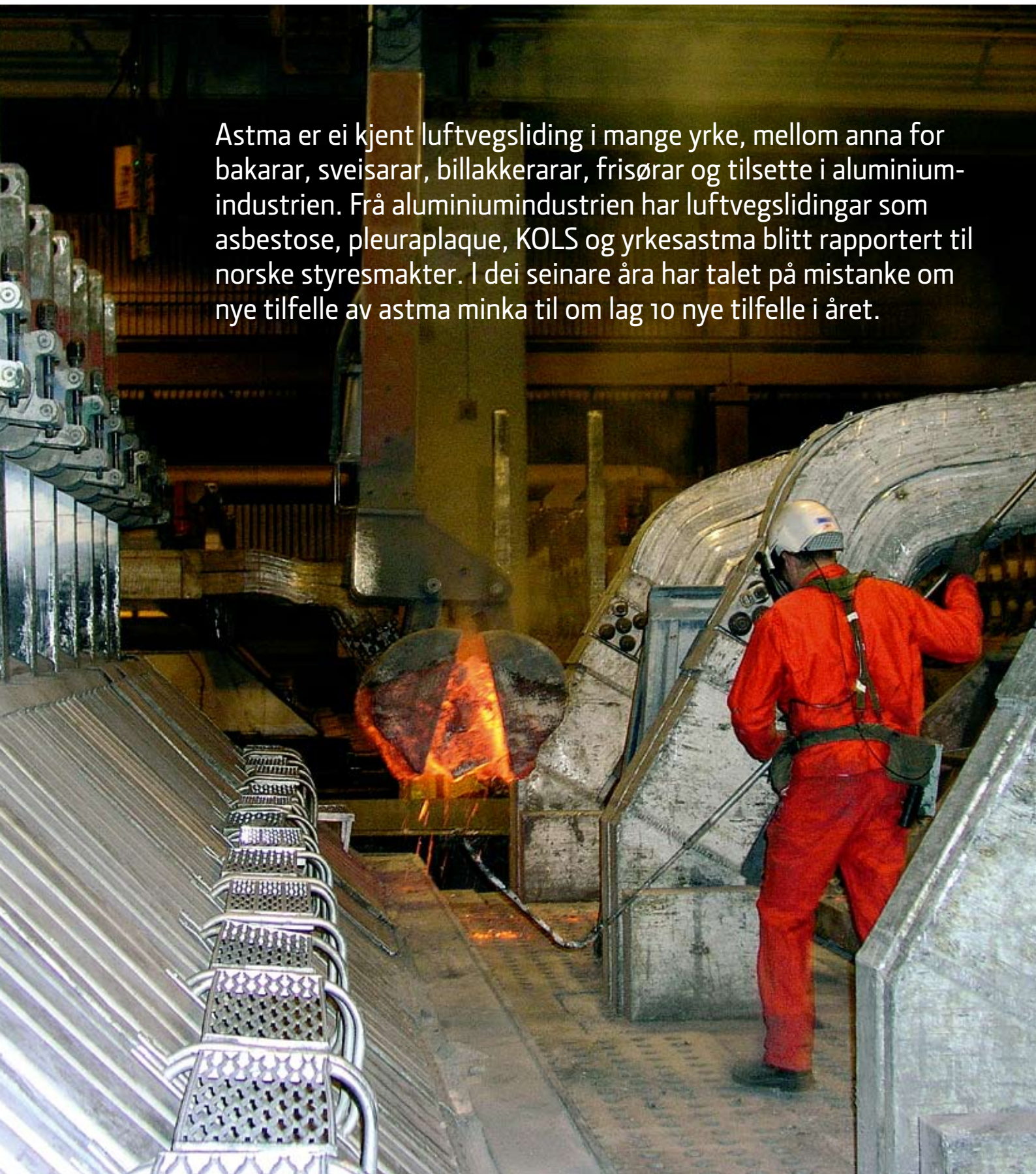


Norsk aluminiumindustri og hallastma

Astma er ei kjent luftvegslidning i mange yrke, mellom anna for bakarar, sveisarar, billakkerarar, frisørar og tilsette i aluminiumindustrien. Frå aluminiumindustrien har luftvegslidningar som asbestose, pleuraplaque, KOLS og yrkesastma blitt rapportert til norske styresmakter. I dei seinare åra har talet på mistanke om nye tilfelle av astma minka til om lag 10 nye tilfelle i året.



Forureining i arbeidsatmosfæren

Den norske aluminiumproduserande industrien har i lengre tid innsett at arbeidsatmosfæren må overvakast og tiltak setjast i verk, sjølv om gjennomsnittlege eksponeringar har vore lågare enn dagens tilrådingar. Dette har medført at ventilasjonskapasiteten i produksjonshallane har auka både i mengde og omfang, men ikkje meir enn at arbeidarar framleis må bruke vernemasker ved arbeid i produksjonslokala.

Trass stadig betra ventilasjon og utstrakt bruk av vernemasker har det blitt rapportert om luftvegslidingar. Tidlegare studium frå den aluminiumproduserande industrien viser at det i arbeidsatmosfæren er funne m.a. flyktige polysykliske aromatiske hydrokarbonar (PAH), aluminium, aluminiumoksid, fluoridsambindingar, i tillegg til gassane hydrogenfluorid og svoveldioksid.

For PAH eksponeringar er det tidlegare vist samanheng med utvikling av kreft, fluorideksponering med den kroniske forgiftingstilstanden fluorose (grunna for høgt opptak av fluor over lang tid) som mellom anna gjev forkalkingar i ryggvirvlar og leddband, medan eksponering for gassane hydrogenfluorid (HF) og svoveldioksid (SO₂) er vist å kunne gje luftvegslidingar.

Ultrafine partiklar

Ultrafine partiklar ($d_{ae} < 100$ nm) blir hovudsakleg danna frå dampfase ved ufullstendig forbrenning eller kondensasjon. På grunn av den høge temperaturen i elektrolysecellene ved produksjon av aluminium (omlag 960 °C i elektrolysebadet) vil ultrafine partiklar truleg bli danna når dampen like over badsmelta blir sluppen ut til eit kaldare område. Dette er vist for andre prosessar, og ein har haldepunkt for at det er slik også i denne industrien.

Tap av fluorid frå elektrolysecellene skjer ved danning av HF, fordamping av elektrolytt og danning av små partiklar frå elektrolysebadet. Den fluorhaldige dampen dannar umiddelbart ultrafine partiklar med storleik frå nokre få til nokre hundre nanometer (nm). Dette skjer fordi den varme dampen raskt blir nedkjølt av ventilasjonslufta som igjen fører til superovermetting av dampen og påfylgjande rask danning av små faste partiklar.

Mengda ultrafine partiklar vart undersøkt under eit anodeskiftet i prebake, der ein skiftar ut brukte anodar med nye. Resultata viser at talet på ultrafine partiklar auka frå

omlag 100 000 partiklar per cm³ til omlag 10 000 000 partiklar per cm³ under denne arbeidsoperasjonen. Dette viser at under prosessen med skifte av anodar aukar mengda ultrafine partiklar vesentleg. Med ein slik auke, vil også eksponeringa arbeidaren blir utsett for auke.

Dei luftborne partiklane viste mange ulike morfologiske strukturar som mellom anna omfattar lange tynne fiber, kjedeliknande agglomerat og ulike former av krystallittar. Om forma har betydning for ulike helseeffektar veit ein enno ikkje noko sikkert om, men ut frå annan forskning har ein sett at struktur og kjemisk samansetning av partiklar kan ha betydning for ulike typar helseeffektar.

Den høgaste konsentrasjonen av slike ultrafine partiklar vart målt ved opne bad under arbeidsoperasjonen anodeskift. Kjemiske undersøkingar viser at disse partiklane er lett vassløselege, noko som skaper ein heilt annan skjebne til ein aerosol ved inhalasjon enn ein tidlegare har trudd. Vassløselege partiklar kondenserer spontant med vatn slik at dei blir transporterte vidare ned i luftvegane som vassdråpar. Disse dråpane kan derfor opptre som berar av andre gassformige forureiningar (t.d. sure gassar), noko som normalt ville blitt fanga opp i munnhole, nase og svelg, men som i staden kan bringe forureiningane vidare ned i lungene.

Eksponeringsmålingar og prøvetaking

Tradisjonelt har det blitt gjort personlege eksponeringsmålingar av fluorid og av gassane svoveldioksid og hydrogenfluorid. STAMI har fokusert på personlege prøver, der alle dei involverte arbeidarane gjekk med fleire typar prøvetakingsutstyr over minst eit skift. Eit viktig ledd i prøvetakingsstrategien var å fokusere på målingar av total- og vassløseleg fluorid i ulike aerosolfraksjonar. Disse internasjonalt definerte helserelaterte aerosolfraksjonane er inhalerbar fraksjon, all aerosolen som kjem inn gjennom nase og munn ved pusting, torakal fraksjon – den aerosoldelen som kan avsetjast nedanfor strupehovudet og respirabel fraksjon, den aerosoldelen som går heilt ned i lungene. I tillegg har STAMI sett på gassane hydrogenfluorid og svoveldioksid, som har andre mekanismar for opptak i luftvegane enn partiklar.

Prøvetakingsutstyret som vart brukt i prosjektet er utstyr som er designa for å fylgje dei internasjonale definisjonane for helserelaterte aerosolfraksjonar. For aerosolar

og svoveldioksid vart det i tillegg nytta direktevisande instrument for å skaffe kunnskap om variasjonen i eksponeringa i løpet av skifta (tidsoppløyse målingar).

Personlig verneutstyr

STAMI har sett på brukseffektiviteten til dei mest brukte vernemasketypene. Ved å samanlikne eksponeringsmålingar gjort innanfor mot eksponeringsmålingane gjort utanfor vernemaskene fann ein at brukseffektiviteten til dei mest brukte maskene var god for relevante gassar og aerosolar (>95%).

Det er likevel viktig at vernemasker er tilpassa med filtertypar tiltenkt den arbeidsatmosfæren der dei skal nyttast – slik at ein kan oppretthalde effektiviteten og unngå/reducere helseskadeleg eksponering. Kva type filter ein skal nytte er avhengig av kva eksponeringsfaktorar som er til stades i arbeidsatmosfæren.

Kartlegging av arbeidsforholda

Ein har i mange år trudd at eksponeringa for dei målte komponentane i hovudsak skuldast jobbing nær opne elektrolyseceller – der aluminiumen blir framstillt. Det viser seg derimot at eksponeringa ofte er knytt til identifiserbare forureiningskjelder og konkrete arbeidsoppgåver som til dømes handtering av deksel ved anodeskift (bytte av anodane som tilfører straum til elektrolysecellene) og under tildekking av anodane med oksid. Vi fann mellom anna at kortvarige høg eksponering snarare enn jamn eksponering er typiske eksponeringsmønster for denne industrien. Tradisjonelle prøvetakingsstrategiar med bruk av tidsvege gjennomsnitt, kan føre til at dette blir oversett.

Høg eksponering i korte tidsrom

I prosjektet overvaka STAMI 612 arbeidsskift med direktevisande utstyr, og det viser at 90 prosent av samla eksponeringa skjer i korte tidsrom (episodar). Sidan mesteparten av eksponeringa kjem i løpet av desse episodane er det viktig å identifisere samanhengen mellom desse episodane, arbeidsoppgåver og utføringa av arbeidsoppgåvene for å finne optimale løysingar for reduksjon av den personlege eksponeringa.

For fluorid var den gjennomsnittlege personlege eksponeringa i hallar med prebake statistisk sikkert høgare enn den gjennomsnittlege eksponeringa i hallar med Søderberg. Den største forskjellen mellom dei to teknologitypane (prebake og Søderberg) er utføringa av fornying av anoden i elektrolysecella.

I Søderberg-celler har ein kontinuerleg baking av anoden ved påfyllinga av bek og koks medan ein for prebakeceller tar ut den utbrukte anoden og erstattar med ein ny ferdig laga anode (engelsk: pre baked).

Resultata viste at mesteparten av det totale inhalerbare fluoridet er partikulært fluorid, med eit mindre bidrag frå gassformig hydrogenfluorid. Meir enn 60 prosent av den inhalerbare aerosolmassen er i den grovaste delen av aerosolen. Dette viser at størstedelen av aerosolmassen i innandingssona blir avsett i dei øvre luftvegane ovanfor strupehovudet medan 40 prosent av den inhalerbare aerosolen kan passere forbi strupehovudet.

Gjennomsnittleg eksponering for inhalerbar aerosol varierer mellom dei forskjellige verka og mellom dei ulike arbeidsoperasjonane. Den gjennomsnittlege eksponeringa er eit resultat av eksponeringsmønsteret. Med korte, men hyppige høge eksponeringsepisodar blir den gjennomsnittlege skifteeksponeringa også høg. Medan eksponeringa for hydrogenfluorid var relativt lik mellom hallar med Søderberg og hallar med prebake, viser resultata at det gjennomsnittleg var høgare fluorideksponering i prebake.

Framover

I framtida bør eit måleprogram i aluminiumindustrien innehalde overvaking den aerosolfraksjonen som trengjer forbi strupehovudet; den torakale aerosolfraksjonen. For rutinemålingar bør bruk av torakal sykklon med oppsamling av gassane hydrogenfluorid (HF) og svoveldioksid (SO₂) vere fullgodt.

Ein god måte for å kunne undersøkje episodane med høge konsentrasjonar er å bruke direktevisande instrument saman med videofilming av utført arbeid. Til dette kan ein t.d. nytte vertøyet PIMEX (Picture Mix Exposure). PIMEX er ein metode der ein videofilm og måler samtidig når ein person utfører arbeidet sitt.

Når det gjeld helseeffektar av eksponering for substansar i aluminiumindustrien veit vi ikkje i dag noko sikkert, men det blir arbeid med vurderingar av denne samansette eksponeringa. Frå industrien har luftvegslidingar som mellom anna astma og kols blitt rapportert.

OM NORSK ALUMINIUM-INDUSTRI

Sidan 1992 har det totalt blitt rapportert inn over 800 tilfelle av luftvegslidingar til norske styresmakter.

Første norske verk kom i produksjon i Stongfjorden i 1908 og var eigd av British Aluminium Company (BACO). Det avgjerande for plasseringane av aluminium verka har tradisjonelt vore nærleiken til sjø (tilførsel av råstoff med båt) og tilgangen på elektrisk kraft (vasskraft).

STAMI har utført målingar ved fylgjande aluminiumverk i Noreg:

- Hydro Aluminium Karmøy
- Hydro Aluminium Årdal
- Hydro Aluminium Høyanger
- Hydro Aluminium Sunndal
- Elkem Aluminium Lista
- Elkem Aluminium Mosjøen
- Sør-Norge Aluminium

AMS – ALUMINIUM-INDUSTRIENS MILJØSEKRETARIAT

Aluminiumindustriens Miljøsekretariat er eit partssamansett samarbeidsorgan for primær aluminiumindustri i Norden. STAMI har samarbeidd med AMS i si forskning i aluminiumindustrien.

Web: www.ams-aluminium.no

KORT OM HF OG SO₂

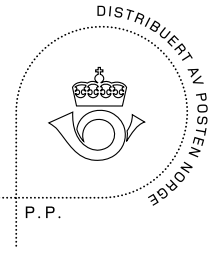
HF – hydrogenfluorid, svært vassløyselig gass: I vatn blir det danna flussyre (HF) som er etsande og svært skadeleg for vev. Dagens administrative norm for HF er 0,6 mg/m³ (0,8 ppm).

SO₂ – svoveldioksid, ein fargelaus, sterkt irriterande gass med karakteristisk stikkande lukt. Gassen verkar etsande på hud og slimhinner. Dagens administrative norm for SO₂ er 2 mg/m³ (0,8 ppm).

ALUMINIUM-PRODUKSJON I NOREG

Produksjon av aluminium er ein stor industri i Noreg. For 2007 vart det produsert nær 1 400 000 tonn aluminium i Noreg. Norsk aluminiumproduserande industri er med dette ein av dei tre største eksportnæringane i Noreg, saman med olje/gass og fiskeri.

B



NORGE

P.P.

RETURADRESSE:

STATENS ARBEIDSMILJØINSTITUTT
POSTBOKS 8149 DEP
0033 OSLO



→ KONTAKT: NILS PETTER SKAUGSET,
FORSKAR OG PROSJEKTLIAR
YNGVAR THOMASSEN, FORSKINGSSJEF

Kva har STAMI gjort?

Arbeidstilsynet foreslo i 2003 ein norm-revisjon for hydrogenfluorid og fluorid i arbeidsatmosfæren. Den tilgjengelege informasjonen om eksponering for fluorid og hydrogenfluorid i aluminiumindustrien var ikkje tilstrekkeleg til at Direktoratet for arbeidstilsynet kunne gjere sine norm-vurderingar. STAMI starta derfor i samarbeid med Aluminiumindustriens Miljøsekretariat (AMS) eit prosjekt i denne industrien. Prosjektet hadde som mål å kartlegge arbeidsatmosfæren i den norske aluminiumproduserande industrien for å skaffe ny og betre informasjon om reell eksponering for aerosolar, fluorid og svoveldioksid. Eksponeringsmønster og variasjonen av eksponeringa i løpet av arbeidsdagen skulle vere ein viktig del av prosjektet, med utstrakt bruk av direktevisande instrumentering for dokumentasjon av eksponeringsvariasjonen.

I 2003 starta vi arbeidet med å kartlegge av arbeidsmiljøet for utvalde arbeidsoperasjonar og utvalde forureiningar. Alle dei sju norske verka var med i kartlegginga og vi har kartlagt til saman 1255 personsift. Til saman er det gjort over 16 000 fastsetjingar av aerosolar og gassar i prosjektet. I tillegg er det gjort analyser av 612 direktevisande målingar av gassen SO_2 .

Arbeidet inngår i eit doktorgradsarbeid ved STAMI.



Statens
arbeidsmiljøinstitutt

POSTBOKS 8149 DEP, 0033 OSLO
TELEFON: 23 19 51 00
E-POST: STAMI@STAMI.NO
WWW.STAMI.NO