

HD 545

Arhivets.

Yrkeshygienisk Institutt

HD 545

FAREMOMENTER VED SVEISEARBEID

Foredrag holdt på det 5. Fylkesvern møte i Bodø 16/2-73

Overing. Jørgen Jahr.

ooOoo

I. INNLEDNING.

Ved de forskjellige sveisearbeider kan utvikles en rekke mer eller mindre giftige stoffer i form av støv og gass. Hvor disse er blandet, snakker man om sveiserøk. Støvpartiklene er i allmindelighet meget små og vil derfor lett gå i oppløsning, enten de slår seg ned i lungene eller blir transportert med flimmerhårene ut av luftveiene og havner i fordøyelsessystemet.

Med de relativt enkle metoder man har idag til å bestemme de fleste luftforurensninger, synes det å være et rimelig krav at man undersøker:

Hvad den enkelte sveiser er utsatt for.

Hvor sterk påvirkningen er.

Hvilke følger påvirkningen kan ha.

Hvordan man kan beskytte seg.

Det forhold at man oftest ikke vet hvad loddetråd, sveisetråd, elektroder og flussmidler består av, gjør imidlertid analysene av røken unødige tidkrevende og kostbare. En varedeklarasjon for disse stoffene ville gjøre det hele meget enklere. En komite arbeider nå med dette.

De viktigste årsaker til mulig helserisiko er:

Gass

Støv

Stråling

Høy oksygenkonsentrasjon i luft.

Jeg skal først gi en oversikt over risikomomenter som er felles for de forskjellige sveisearbeidstyper uansett hvilken metode som brukes, og deretter en oversikt over faremomenter som er spesielle for de enkelte typer sveisearbeid.

Nye metoder og modifisering av gamle gir mulighet for helt endrede eksponeringsforhold, noen ganger til det bedre, i andre tilfelle til det verre.

Jeg tar ikke med de faremomenter som skyldes apparatur av dårlig kvalitet eller dårlig vedlikehold, f.eks. eksplosjonsrisiko ved hull på slanger, elektriske støt som følge av ødelagt isolasjon eller sekundær skade som følge av kontakt med varme arbeidsstykker, sveising på tomme bensinfat med derav følgende eksplosjon eller sveising på rørledninger eller kanaler som inneholder brennbare gasser, kondensater eller lignende.

Hvis man er klar over og tar tilbørlig hensyn til de risikomomenter som sveisearbeid medfører, skulle det praktisk talt alltid være mulig å innrette seg slik at sveisearbeid kan utføres uten større risiko for liv og helse enn hvad dagliglivet ellers normalt representerer.

II. GENERELLE RISIKOMOMENTER.

I tabell 1 er en liste over de viktigste stoffer sveisere kan bli utsatt for, deres virkning samt yrkeshygieniske og biologiske grenseverdier.

1. Sveisearbeider i trange rom medfører alltid helserisiko hvis man ikke har tilstrekkelig effektiv ventilasjon eller arbeideren er beskyttet ved tilførsel av ren trykkluft inne i sveisemasken eller i en trykkluftmaske.

Ved et norsk verksted følte en arbeider seg dårlig noen timer etter gass-sveisearbeid inne i et trangt rom. Tilstanden forverret seg derefter raskt og han døde av lungeødem, d.v.s. at lungene ble fylt av utskilt væske slik at pasienten "druknede på tørt land" uten at det var

mulig å hjelpe ham. Årsaken var at det ved gass-sveisearbeider dannes store mengder nitrogendioksyd, NO_2 , som ikke virker så sterkt irriterende i de øvre luftveier at det ikke er mulig å arbeide i en dødlig konsentrasjon. I de små luftblærer, lungealveolene, som sitter i enden av de fineste luftrørene i lungene, virker imidlertid NO_2 sterkt irriterende på slimhinnene uten at man merker det. Man får en væskeutskilling som samler seg i lungealveolene og hvis disse blir helt fylt, blir man kvalt.

2. Selve arbeidsstillingen ved sveising har stor betydning for hvad sveiseren innånder. Den sterke, lokale oppvarming i sveisepunktet gir røken en termisk oppdrift som gjør at den kan komme på innsiden av sveisemasken i konsentrert form hvis arbeideren må bøye seg over arbeidsstykket.

3. Sveisearbeid på overflatebehandlet gods kan medføre større eller mindre risiko for forgiftning, avhengig av beleggets art og tykkelse.

Beton og medarbeidere, Brit. J. industr. Med., 1966, 23, pp.292-301, har rapportert et tilfelle hvor én mann omkom og fire ble alvorlig syke, angivelig som følge av kadmiumforgiftning. De skulle demontere en boltet konstruksjon inne i et forholdsvis lite rom. Boltene, som var kadmiert, ble brent av med oksyacetylen-flamme og arbeidet varte i ca. 5 timer. Konsentrasjonen av kadmiumoksyd i luften ble beregnet til ca. 9 mg/m^3 luft. Det er i arbeidet ikke nevnt noe om nitrogendioksyd, men det er sannsynlig at dødsfallet skyldtes en kombinert virkning av kadmiumoksyd og NO_2 . Begge gir lungeødem.

Ved langvarig, mindre eksponering for kadmiumforbindelser får man ikke noen akutt virkning, men permanente nyre-skader som ved for sterk eksponering kan være meget alvorlige.

Man kan ikke se på en gjenstand om den er overflatebehandlet med kadmium eller sink, derimot kan man med øvelse merke det på lukten hvis man gnir på gjenstanden. Hvis det er

den ringeste tvil om et arbeidsstykke er belagt med sink eller kadmium, må sveisearbeidet ikke påbegynnes før det er fastslått at det ikke er kadmium.

Urin-og blodanalyser sier oftest lite om kadmium-påvirkningen fordi kadmium fjernes raskt fra blodet og deponeres i nyrene uten å skilles ut. Først når nyrene er skadet skilles det ut en del kadmium. Det skilles da også ut unormale mengder av proteiner.

Ved sveising på gods overflatebehandlet med sink i en eller annen form kan man få metallfeber.

Dette er ytterst ubehagelig med influensalignende symptomer som imidlertid går over etter noen timer, og det er ikke påvist at metallfeber på grunn av sink har noen varige følger.

Blyholdig maling, f.eks. på gamle skipsplater, gir ved sveisearbeide røk som inneholder blyoksyder med mulighet for blyforgiftning. Den kan være akutt med mavesmerter, oppkast og hodepine, eller kronisk med muskelsvakhet, kramper, anæmi og mentale forstyrrelser. Urinanalyser med bestemmelse av ALA og bly gir god kontroll med den enkeltes opptak av bly.

Kromatholdige malinger gir kromforbindelser i sveiserøken. Kromat inneholder 6-verdig krom som kan fremkalle kreft, men sannsynligvis inneholder sveiserøk vesentlig 3-verdig krom som er langt mindre risikabelt, men neppe uten helse-risiko.

Ifølge en undersøkelse av Steel og Sanderson, Report No. 62/23/63 fra North of England Industrial Health Advisory Service (Sept.1963), var det kromater i luften under sveising på stålplate primet med sinkkromatholdig maling, men konsentrasjonen var lav, ca. $0,006 \text{ mg CrO}_3/\text{m}^3$ - mens grenseverdien er $0,1 \text{ mg}/\text{m}^3$. De fant $0,7 \text{ mg ZnO}/\text{m}^3$ (TLV = $5 \text{ mg}/\text{m}^3$) som ikke stemmer med CrO_3 -konsentrasjonen hvis begge stammer fra sinkkromat.

Ross, Ann.Occup.Hyg. 13 (1970), pp. 187-189, fant ved sveising på stålplate primet med "Red Oxide Primer" en kromkonsentrasjon (som CrO_3) på $0,28 \text{ mg}/\text{m}^3$ og $1 \text{ mg ZnO}/\text{m}^3$.

Dette stemmer bedre med forholdet mellom sink og krom i sinkkromat $ZnCrO_4 \cdot 4 Zn(OH)_2$ hvor det er ca. 18 % CrO_3 ^{og 70 % ZnO}. Denne forbindelsen brukes i "Wash Primer", mens $4 ZnCrO_4 \cdot K_2O \cdot 3 H_2O$ med ca. 45 % CrO_3 og 39 % ZnO brukes i alkyd-primere.

Det er således foreløbig noe usikkert om kromatholdige primere representerer noen helsefare ved sveising, sannsynligvis avhenger det i første rekke av maling-filmens tykkelse som helst ikke bør være over ca. 10-15 μm . Vi foretrekker imidlertid en såkalt sinkrik primer som ikke inneholder kromater.

Kvikksølvholdig maling kan forekomme på bunnplatene i skip som har gått i tropefart. Det bør ikke utføres sveisearbeid på slike plater uten at malingen er fjernet på betryggende måte på forhånd.

4. Fosgen ($COCl_2$) dannes i sveiseflammen hvis denne kommer i kontakt med damper av klorerte hydrokarboner som trikloretylen, perkloretylen, 1,1,1-trikloreten (Chlorothene og andre handelsnavn). Fosgen er en farlig lungegift som bl.a. gir lungeødem på samme måte som NO_2 . TLV er 0,1 ppm. Heller ikke fosgen virker særlig irriterende på de øvre luftveier i dødlig konsentrasjon. Sveising bør således ikke utføres i rom hvor det kan være damper av klorerte hydrokarboner.

III. SPESIELL RISIKO VED DE ENKELTE SVEISEARBEIDER.

De risikomomenter som er nevnt under II foran kommer eventuelt i tillegg til hvad som er nevnt nedenfor.

1. Elektrosveising med dekkede elektroder.

Under normale sveisebetingelser dannes det så lite nitrogen-dioxyd eller andre gasser at man kan se bort fra noen helsemessig virkning av disse. Hvis totalstøvkonsentrasjonen ligger under 10 mg/m^3 luft vil støvet normalt heller ikke være noe problem ved sveising på stål eller jern. Av tabell 2 ser man imidlertid at totalstøvkonsentrasjonen ved sveising på stål varierte fra 11 til 430 mg/m^3 , den

siste verdi under sveising i en tank med 0,7 m i diameter. Ved høye sveiserøk-konsentrasjoner ser man også at konsentrasjonen av enkelte elementer som mangan, krom, arsen og bly gjør seg betydelig gjeldende. Bruker man en kombinert yrkeshygienisk grenseverdi for røkens forskjellige komponenter, var støvkonsentrasjonen mellom 1 og 54 ganger denne TLV. Dette stemmer med en undersøkelse av Steel og Sanderson (Ann.Occup.Hyg. 2 (1966), pp. 103-111), som fant at belegget på 12 vanlige sveiseelektroder inneholdt kobber, mangan, bly, vanadium, krom og sink. Ved sveising under "standardforhold", d.v.s. i et vanlig stort rom uten ventilasjon, fant de i sveiserens innåndingssone konsentrasjoner av disse stoffene som utgjorde opptil 25 ganger den kombinerte TLV.

Russeren Eiso (referert i Bull. of Rig., 41 (1966, p. 1073) har rapportert 32 tilfelle av manganforgiftning, herav 1 i stadium II og 2 i stadium III hos elektrosvaisere med sterk eksponering. Eksponeringsdata er ikke gjengitt i referatet.

Jung angir på side 42 i boken "Luftverunreinigung und Industrielle Staubbekämpfung", Akademieverlag, Berlin 1965, at sveiserøken kan inneholde over 20 % kristobalit og tridymit som er høytemperatur-kvarts-modifikasjoner som er silikosefremkallende. Det er imidlertid rapportert bare noen ganske få tilfelle av lungefibrose hos elektrosvaisere, de fleste uten særlig helsemessig betydning. Meyer og medarbeidere angir et mere alvorlig tilfelle i Archives of Env. Health, 15, 1967, pp. 462-469, som følge av kvarts og metallforbindelser i elektrodebelegget.

De foran nevnte sykdomstilfelle skyldes etter all sannsynlighet ekstrem eksponering, men viser at det er grunn til å kontrollere denne. I mange tilfelle vil man kunne bringe eksponeringen ned på et akseptabelt nivå ved å hindre kortvarige, meget høye sveiserøkeeksponeringer. Ved et skipsverft varierte sveiserøk-konsentrasjonen mellom 4,4 og 53,4 mg/m³ luft. Middelveidien var 19 mg/m³ med 95 % konfidensgrenser 12,3 og 29,4. For 16 av prøvene var middelveidien 8 mg/m³ og således akseptabel, men de øvrige 6 prøver trakk middelveidien for meget opp. Av tabell 2 ser man også at

sveising på rustfritt og syrefast stål ga høye røkkonsentrasjoner både totalt og for elementene mangan, nikkel, krom og til dels arsen, bly og selen. Senere undersøkelser på et annet sted hvor man hadde bedre ventilasjon ga for 35 prøver en middelværdi på 9,7 mg støv/m³ luft med 95 % konfidensgrenser 7,7 og 12,2 mg/m³. Prøvene ble tatt under sveising på syrefast spesialstål, men er ikke analysert enda. Ved sveising av støpejern brukes monell-elektroder som inneholder kobber og nikkel. Vi har ikke noen data for sveiserøkens sammensetning, men det er sannsynlig at slik sveising krever spesielt god ventilasjon i likhet med sveising på rustfritt og syrefast stål hvor også elektrodene inneholder nikkel.

2. Elektrosveising med rørtråd.

Rørtråden er fylt med en slaggdanner som også utvikler gass til beskyttelse av sveisestedet mot oksydasjon. Vi har liten erfaring med metoden, men den ser ut til å gi vesentlig større røkmengde enn vanlig sveising.

3. Stiftbrenning.

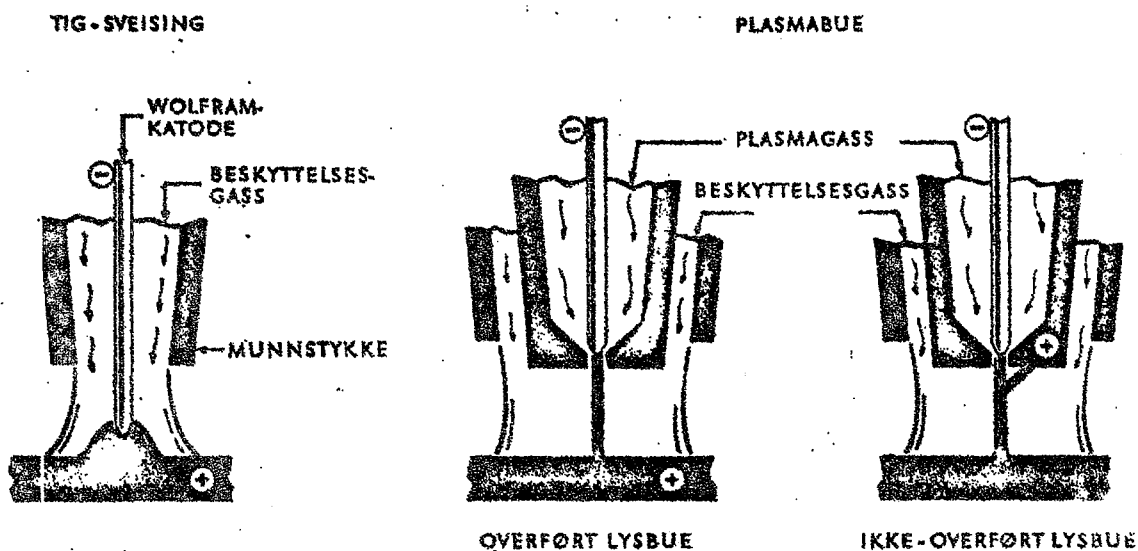
Ved denne blir metallet smeltet ved hjelp av en kullelektrode og det smeltede metall blåses bort med pressluft. Vi har bare 4 prøver tatt under fugebrenning etter denne metoden. De ga en middelværdi på 44 mg/m³ luft som er 4 ganger grenseverdien.

Sanderson, Ann.Occup.Hyg. 11, pp. 123-133, fant at kobberoksyd, CuO, fra kobberhylsen rundt kullelektroden var den alvorligste forurensning med ca. 1 mg Cu/m³, TLV er 0,1 mg/m³. I et trangt rom (semi-enclosed) ble det ved 1 times arbeid målt 4 mg Cu/m³, 0,23 mg Pb/m³ (TLV: 0,15), 3,3 mg Mn/m³ (TLV: C 5) og 31,5 mg F₁₂O₃/m³ (TLV:10). Dessuten ble det målt 100 ppm CO (TLV:50) og 1 ppm NO₂ (TLV:5). Selv om man bare skulle ha én slik eksponering pr.dag, vil det være utilfredsstillende forhold. Uten hørselvern medfører stiftbrenning fare for hørselskade.

4. Elektrosveisning under beskyttelsesgass.

Man har her 3 forskjellige hovedmetoder:

- a. TIG-metoden (Tungsten Inert Gas) hvor man bruker en fast wolfram elektrode omspylt av en inert gass, som regel argon, i enkelte tilfelle nitrogen eller en blanding av begge. Man kan sveise uten tilsatsmateriale, eller med sveisetråd som tilføres sveiseflammen utenfra på samme måte som man gjør ved gasssveisning (autogensveisning).
- b. MIG-metoden (Melting Electrode Inert Gas) hvor sveisetråden tilføres kontinuerlig gjennom elektrodeholderen efter hvert som tråden forbrukes og sveiestedet omspyles av en inert gass, også her som regel argon eller nitrogen, eller en blanding. Man kan imidlertid også bruke en mer aktiv gass som kullsyre, og snakker da om kullsyresveisning som i prinsippet ikke atskiller seg vesentlig fra MIG-sveisning.
- c. Plasmasveisning og skjæring er prinsipielt forskjellig fra de to foregående idet man har en spesiell tilførsel av "plasmagass", som enten er ren argon eller en blanding av argon med opptil 15 % hydrogen. Plasmagassen oppvarmes til 25000 - 30000 °C i en lysbue, enten mellom arbeidsstykket og elektroden eller mellom elektroden og holderen som vist i nedenstående figur.



Figur 1

Prinsippet for TIG-metoden og plasmametoden med henholdsvis overført og ikke-overført lysbue.

Ved denne temperaturen består gassen av positive ioner, negative elektroner og nøytrale atomer som ved gjenforening til nøytrale molekyler avgir en intens varme til arbeidsstykket.

Ved plasmaveising brukes en utvendig beskyttelsesgass på samme måte som ved TIG-sveising, mens man ved plasmaskjæring ikke bruker beskyttelsesgass.

De gasser som anvendes ved forannevnte sveise- og skjæremetoder representerer ikke i seg selv noe stort problem bortsett fra at de kan fortrenge luftens oksygen ved arbeid i trange rom uten ventilasjon. Sveisemetodene gir - og spesielt ved bruk av argon - en intens ultraviolet 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 man få en betydelig ozon-dannelse i luften inntil 1 meters avstand fra selve sveisepunktet.

Lunau fra British Oxygen Co. Ltd., har i Ann.Occup. 10, pp. 175-188, gitt en oversikt over ozonkonsentrasjonen under forskjellige sveisebetingelser og forskjellige materialer. Ved argon-sveising på Al/5 % Si-legering med bar, kontinuerlig sveisetråd ble det med ren argon målt 14,2 ppm ozon i gjennomsnitt av 12 prøver, og med argon/ 2 % oksygen-gass ble det målt 14,5 ppm også i gjennomsnitt av 12 prøver. Dette er over 140 ganger den yrkeshygieniske grenseverdi som er på 0,1 ppm.

Ozon er en alvorlig lungegift på linje med fosgen og NO₂ og gir i likhet med disse lungeødem. Dertil gir ozon endringer i blodbilde, smerter i brystet, hodepine, kvelningsformannelser og utpreget tretthet allerede ved konsentrasjoner ved eller under 1 ppm. Jaffe har i Am.Ind.Hyg. Ass. Journal, 1967, pp. 267-277, gitt en oversikt over den biologiske virkning av ozon.

NO_2 dannes bare i ubetydelige mengder ved sveising under beskyttelsesgass fordi luften ikke kommer i direkte kontakt med sveiseflammen.

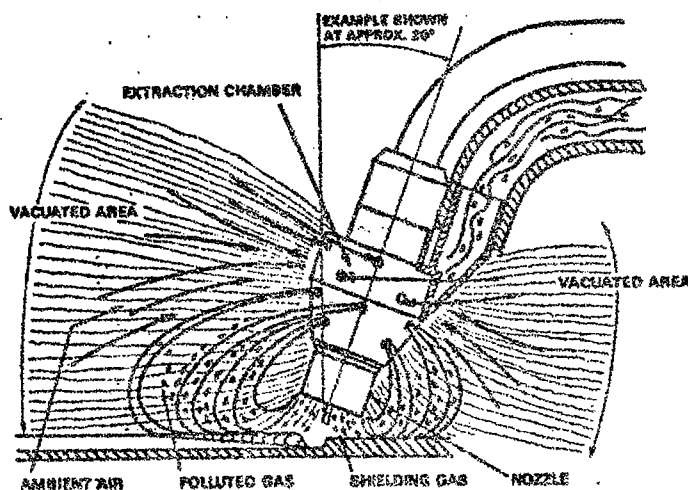
De yrkeshygieniske problemer ved plasmaveising og-skjæring er nærmere beskrevet av Fannic og Corn i Am.Ind.Hyg.Ass.J., 1969, pp. 226-235.

Ved skjæring av stål ble målt opptil 8,3 ppm O_3 og 25 ppm $\text{NO}+\text{NO}_2$. Ved bruk av $\text{N}_2 - \text{H}_2$ blanding som plasmagass ble målt 17,8 ppm NO_2 . Verdiene foran ble målt uten ventilasjon. Med passende ventilasjon lå konsentrasjonene under TLV.

Skjæring av rustfritt stål ga lite støv og Cr og Ni konsentrasjon under TLV, mens sveising ga 25-30 mg totalstøv-og 2,4-3,1 mg Cr/m^3 (Ni ikke bestemt).

Strålingen er verre fra plasmaarbeid enn for de andre dekkgassmetodene. Støyen fra plasmastrålen var høyfrekvent og hørselskadelig.

Det er nå utviklet et avsugssystem rundt elektrodeholderen for dekkgass-sveising. Dette ser meget lovende ut og vil antagelig løse støv-og NO_2 problemene, men oson vil antagelig ikke bli fjernet effektivt nok.



Ny type røk-sugende sveisepistol
for halvautomatisk sveising

Försök har utförts vid BWRA med ett vakuummunstycke runt elektrodhållarens munstycke, bild 11. Denna idé utvecklades ursprungligen av Vauxhall Motors Ltd. för att undanskaffa koloxid när flera svetsare arbetade med CO_2 -svetsning nära varandra inom ett begränsat utrymme.

Inledande försök med utsugningsmunstycket vid svetsning av varm-förzinkat stål var mycket lovande. Svetsröken sögs nästan helt bort när munstycket användes, och vid röntgenundersökning av källsvetsar kunde ingen försämring av svetskvaliteten påvisas. Detta visar att CO_2 -skyddsgasen (strömningshastighet = 1,13 m³/tim.) inte stördes så mycket att porositet uppstod i svetsen. (Verketiderna, 9, 1968)

5. Gass-sveising og -brenning.

Hovedproblemet er her dannelsen av nitrose gasser som vesentlig består av NO og NO₂. Den siste er langt den farligste og gir som tidligere nevnt lungeødem ved høye konsentrasjoner. TLV er 5 ppm som er en takverdi som overhodet ikke må overskrides.

Et faremoment som ikke kan påpekes for ofte ved gass-sveising er overskudd av oksygen. Hvis luftens oksygeninnhold stiger bare noen få prosent over de naturlige 21 % i luften, antennes porøse organiske stoffer som klær og hår uhyre lett og brenner med eksplosiv hastighet. For noen år siden hendte en dødsulykke hvor to arbeidere bokstavelig talt ble brent nesten helt opp fordi de inne i et trangt rom hadde brukt oksygen fra brenneren til å kjøle seg med. Klærne tok fyr og de fikk ikke stengt av oksygenstrømmen, med den følge at kroppens bløtdeler også begynte å brenne.

Man har nå muligheter for å sette til et illeluktende stoff til oksygen. Foreløpig er denne mulighet begrenset til sentralgassanlegg hvor doseringsanlegget for luktstoffet har vist seg å bli inntjent i løpet av kort tid fordi man straks oppdager lekkasjer og derved sparer inn betydelige mengder oksygen. Her er således et eksempel på sikkerhetstiltak som ikke bare verner liv og helse, men også er direkte lønnsomt.

6. Sølv-lodding betegnes ofte slaglodding. Her brukes en loddetråd som kan inneholde sølv, kobber, sink og kadmium, noen også nikkel og fosfor. Dessuten brukes et flussmiddel som inneholder fluorider, noen ganger også CdF₂. Man kan nå få kadmiumfri tråd for de fleste formål.

Varmekilden er oftest en propan-luft eller propan-oksygen brenner. Acetylenbrennere bør ikke brukes da de lett gir for høy temperatur med dannelsen av kadmium-oksydrik i helsefarlige konsentrasjoner. Loddingen blir da også porøs og mindre god.

Ifølge Mangold og Beckett, Am.Inc.Hyg.Ass.J, 1971, pp. 115-118, var CdO-eksponeringen moderat (0,001-0,014 mg/m³) i et

rørverksted, men ganske høy (0,08-1,40 mg/m³, middel 0,45) ved arbeid ombord i skip. NO₂-konsentrasjonen var i begge tilfelle under 0,5 ppm i middel med maks.verdi 4 ppm.

Ved bruk av store brennere bygges det ved mangelfull ventilasjon raskt opp høye NO₂-konsentrasjoner slik som ved vanlig gass-sveising og skjæring. Mangold og Beckett viste at et alvorlig tilfelle av antatt kadmiumforgiftning med to invalidiserte som hadde arbeidet med sølvlodding, i virkeligheten var NO₂-forgiftning idet hverken sølvtråden eller flussmidlet inneholdt Cd. Ved etterprøving av loddingen steg konsentrasjonen av NO₂ raskt til 50 ppm og så til 122 ppm i løpet av 30 min., en nær livsfarlig konsentrasjon.

IV. SAMMENDRAG.

Ved hensiktsmessig ventilasjon og verneutstyr kan sveisearbeid utføres uten helserisiko av betydning.

Størst problem oppstår ved arbeid i trange rom.

Det er nødvendig å fastslå hvad en eventuell overflatebehandling består av før sveisearbeid igangsettes.

Nyere metoder som kullstiftbrenning og plasma-sveising frembringer støy som krever hørselvern.

Det er viktig å være oppmerksom på muligheten av osondannelse ved dekk-gass- og plasmasveising.

Man har så enkle prøvetagningsmetoder at måling av sveisernes eksponering ikke er noe problem. Yrkeshygienisk institutt kan i noen grad låne ut nødvendig prøvetagningsutstyr og analysere prøver.

Yrkeshygienisk institutt,
8.2.1973.

Tabell 1.

	TLV(5,6) mg/m ³	BGV Urin mg/l	Organ som kan skades	Mulige sykdommer/symptomer ved for sterk sveiserøk- eksponering.
As ⁺⁺⁺	0,5	1		Slimhinneirritasjon Fordøyelsesbesvær
Cd ⁺⁺	0,1 (C) (0,01?)	0,1	Lunger Nyrer	Lungeødem, pustebesvær (sen- reaksjon), metallfeber, død. Proteinuri.
Cr ⁺⁺⁺	0,5 (0,1?)	0,05	Lunger?	Kreft?
Cr ⁶⁺	0,05	0,05	Luftveier	Kreft. Slimhinneirritasjon
Cu ⁺⁺	0,1		Lever, nyrer	Søt smak, metallfeber, kvalme
F ⁻	2,5	5	Luftveier Knokler	Slimhinneirritasjon, kort- pustethet (senreaksjon) Giktsymptomer (knokkelutvekst)
Mn ⁺⁺	5 (C)		Nervesystem Luftveier	Slapphet, bevegelses- og mentale forstyrrelser Slimhinneirritasjon.
Ni ⁺⁺	1 (0,1?)		Luftveier	Kreft
Pb ⁽⁺⁺⁾	0,2	0,2 ^{x)}	Benmarg, blod Nervesystem	Søt smak, slapphet, kolikk, Mentale forstyrrelser. Perifere nerveskader.
Se ⁺⁺	0,2	0,1		Slimhinneirritasjon, hode- pine, løklukt av pusten, fordøyelsesbesvær.
V ⁵⁺	0,03 (C)	0,05	Luftveier	Slimhinneirritasjon
Zn ⁺⁺	4			Metallfeber

(C) = "Ceiling value" = takverdi

x) ALA : 2,5 mg/l.

Pb i blod : 70 ug/100 ml

Tabell 1, fortsatt.

	TLV ppm	BGV Blod	Organ som kan skades	Mulige sykdommer/symptomer ved for sterk sveiserøk- eksponering.
CO	50	10 % CO-hem- oglobin	Blod	Uten lukt og smak. Hodepine svakhet, kvalme, oppkast, bevisstløshet, død.
COCl ₂	0,1		Lunger	Symptomer først etter timer. Lungeirritasjon, ødem, em- fysem. Merkes neppe i dødlig konsentrasjon.
NO	25		Blod Centralnerve- system	Muligens åndenød
NO ₂	5 (C)		Lunger	Symptomer først etter timer. Lungeødem, pustebesvær. Irriterer ikke nok til å hindre arbeid i dødlig kons.
O ₃	0,1		Lunger Blod	Luftveisirritasjon. Tørr hals og nese, hoste, Lunge- ødem og emfysem med åndenød først timer etter eksponering Strålingslignende skader med endret blodbillede. Død i ekstreme tilfelle.

Tabell 2

Måleresultater for partikulære forurensninger.

Prøvested	Materiale	Elektrode-type	Antall prøver	Totalstøv mg/m ³	mg/m ³ spesielle elem.					f
					Mn	Ni	Cr	Cu	Div	
Veisehall, filter i skjerm, S	stål	Rutil 1	6	83	2,5		3,1			14
Veileversted, filter i skjerm, S	stål	Rutil 2	6	140	3,4			0,1		14
I tank 0,7 m, filter i skjerm, S	stål	Basisk 1	2	430	10,7			0,5	{ As 2,4 Pb 0,15	54
Åpent lokale, filter i skjerm, S	stål	CO ₂ , Rutil røftråd	2	142	9,6	0,4	0,2	0,3	{ As 0,5 Pb 0,15	21
Åpent lokale, filter i skjerm, S	syrefast	Niob-Rutil	2	83	1,4	0,5	1,3	0,2	{ As 0,3 Pb 0,1	14
" " "	"	Rutil 1	1	295	6,5	2,1	10,3	0,1	{ As 2,0 Pb 0,3 V 0,1	60
" " "	"									
Åpent lokale, filter på jakkekrave, B	stål	Basisk 1	11	39	1,2				As 0,2	4
På bedding, filter på jakkekrave, B	stål	Basisk 2	1	75	2,3		0,1		Pb 0,1	8
" " "	stål	Rutil 3	1	11	0,4				{ Zn 0,5 Cd 0,8 Pb 0,3 Se 0,8	i
I tank, filter i skjerm	syrefast	Basisk 3	2	139	9,0	0,7	2,6			40
Utenpå tank, filter i skjerm		Rutil 18/8	2	28	0,7	0,4	0,9		{ Cd 0,07 Se 1,0	12

S = stasjonær pumpe, kapasitet ca. 20 liter/min.

B = bærbar pumpe, kapasitet ca. 2 liter/min.