



# LUND UNIVERSITY

## Luftföroreningar vid svetsning - karakterisering av svetsrök

Malmqvist, Klas; Johansson, Gerd; Bohgard, Mats; Akselsson, Roland

1980

[Link to publication](#)

### *Citation for published version (APA):*

Malmqvist, K., Johansson, G., Bohgard, M., & Akselsson, R. (1980). *Luftföroreningar vid svetsning - karakterisering av svetsrök*. (Arbetarskyddsfondens sammanfattningar; Vol. Sammanfattning nr 327). Arbetarskyddsfonden.

*Total number of authors:*

4

### **General rights**

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

### **Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117  
221 00 Lund  
+46 46-222 00 00

## Luftföroreningar vid svetsning — karakterisering av svetsrök

*För innehållet i denna sammanfattning svarar Klas Malmqvist, Gerd Johansson, Mats Bohgard och Roland Akselsson, Institutionen för Kärnfysik, Lunds Tekniska Högskola, Sölvegatan 14, 223 62 Lund, tel 046110 76 34.*

### BAKGRUND

Svetsning är en mycket vanlig hopfogningsteknik inom industrin som är under ständig utveckling. Förändringar av t ex elektrod- och grundmaterial, som genomförs fortlöpande av tillverkarna, kan medföra ändrad sammansättning av den bildade svetsröken.

För att svetsarna ska få en acceptabel trygghet vad gäller luftens kvalitet krävs ett omfattande övervakningsprogram. Kostnaderna för ett sådant är avsevärda. Ett viktigt led i strävan att öka kunskaperna om samband mellan exponering och hälsoeffekter är toxikologiska och epidemiologiska studier. Kvalitén hos sådana studier är bl a mycket beroende av kvantitet och kvalitet hos exponeringsdata — ett faktum som ytterligare understryker vikten av ett planlagt övervakningsprogram. En rationalisering och effektivisering av denna verksamhet är därför mycket önskvärd, men kräver goda kunskaper om den rök som alstras och dess hälsoeffekter.

En ökad kunskap om svetsröken ökar också förutsättningarna för den individuella svetsaren och företagen att vid val av svetsmetod och svetsparametrar ta hänsyn till arbetsmiljön.

Den ökade kunskapen om svetsrökens sammansättning och förekomst bidrar även till en ökad förståelse för rökens bildningsprocesser och därmed erhålles underlag för modifiering av processen och utveckling av effektiv eliminations-teknik i avsikt att förbättra arbetsmiljön.

### OMFATTNING

I den här sammanfattningen presenteras en undersökning där rökproduktionen vid tretton ganska vanliga och typiska svetsmetoder — sju belagda elektroder, fem halvautomatiska och en som kallas TIG-svetsning — har studerats med avseende på totalemission svetsrök per tidsenhet respektive per mängd förbrukad elektrod, kemisk sammansättning och partikelstorleksfördelning. I tabellen på nästa sida återfinns en sammanställning av de undersökta svetsmetoderna. Svetsningen har skett i vanligt stål ("svart plåt"), rostfritt stål och aluminium.

Den typ av svetsning som har studerats kallas ljusbågssvetsning och är den vanligast förekommande. Den går normalt till så att man lägger elektrisk spänning mellan en svets elektrod och det arbetsstycke som skall svetsas. Då svets elektroden förs nära arbetsstycket bildas det en ljusbåge som leder elektrisk ström mellan elektroden och arbetsstycket. Denna ström kan variera mellan 50 och 500 ampere. På

grund av den höga värmen som utvecklas i ljusbågen smälter metallen i arbetsstycket och oftast i elektroden och på så sätt kan svetsfogar smältas ihop. Samtidigt med att metallen smälter bildas också metallånga som kan lämna den heta zonen omkring ljusbågen och nå den omgivande luften. Ångan avkyls då och bildar små fasta partiklar, svetsrök. Hur mycket svetsrök som bildas beror dels på vilken sammansättning svets elektroden och arbetsstycket har, dels på hur man svetsar t ex vilken ström och spänning som används eller hur man håller svets elektroden i förhållande till arbetsstycket.

De metoder som har undersökts kan delas upp i svetsning med belagd elektrod och med halvautomatiska metoder. Vid svetsning med belagd elektrod, som är den vanligaste svetsmetoden, används ett hölje omkring svets elektroden som vid svetsning bildar gaser som hindrar att syre från luften omkring ljusbågen påverkar svetsningen. För de halvautomatiska metoderna (MIG/MAG och TIG) tillförs i stället en skyddande gas (t ex argon) som får omge ljusbågen.

SVETSMETOD	HUVUDGRUPP	HÖLJESTYP	SKYDDSGAS
OK 38.65	Belagd elekt.	Zirkonbas., högutbyt.	-
OK 38.85	Belagd elekt.	Rutilbas., högutbyt.	-
OK 38.95	Belagd elekt.	Zirkonbas., högutbyt.	-
OK 48.00	Belagd elekt.	Basisk	-
OK 61.41	Belagd elekt. Rostfri	Rutil, högutbytes	-
OK 63.35	Belagd elekt. Rostfri	Basisk	-
OK 69.21	Belagd elekt. Rostfri	Rutilbasisk	-
Autrod 12.51	MAG	-	100% CO <sub>2</sub>
Autrod 16.32	MIG, Rostfri	-	100% Argon
Autrod 16.32	MIG/MAG, Rostfri	-	80% Argon 20% CO <sub>2</sub>
Autrod 18.01	MIG, Aluminium	-	100% Argon
Autrod 18.13	MIG, Aluminium	-	100% Argon
	TIG		100% Argon

Tabell 1. Undersökta svetsmetoder.

## METOD

Undersökningen har utförts i ett *svetslaboratorium*. Svetsningen har gjorts i en kammare (se bild 1) som utformats så att all svetsrök som bildas, uppsamlas på ett filter (totalfilter i bild 1) med hjälp av fläktar. Filtret vägs före och efter svetsning och totalmängden svetsrök kan då beräknas. Ett annat mindre filter befinner sig också i kammaren. På det uppsamlas en liten mängd rök som sedan analyseras med *PIXE-metoden* (se ASF sammanfattning nr 326). På så sätt bestäms vilka grundämnen som finns i svetsröken.

För att undersöka *storleken av de partiklar* som ingår i svetsröken används en skaskadimpaktor. Denna delar upp partiklarna efter storlek enligt samma principer som partiklar fångas upp i människans luftvägar. Denna uppdel-

ning ger alltså besked om var partiklarna kan hamna när man andas in dem.

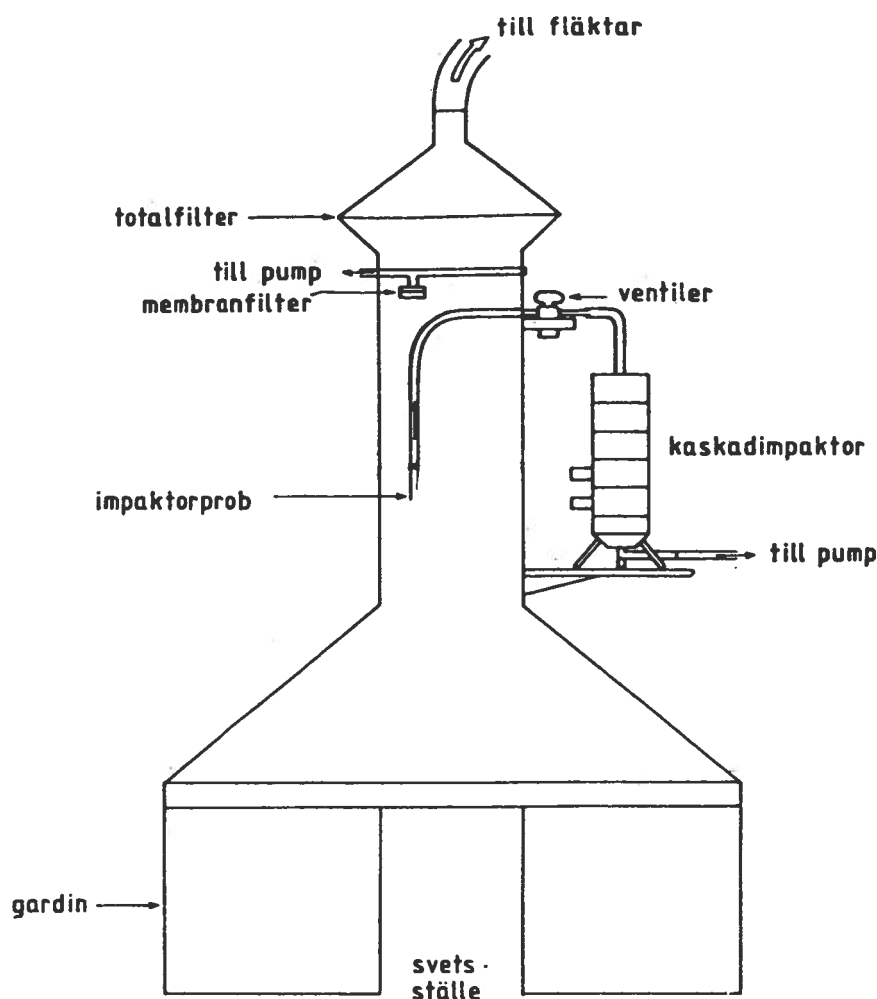


Bild 1. Uppställning för karakterisering av svetsrök.

Vid svetsning i rostfritt stål bildas svetsrök som innehåller bl a krom. Det är viktigt att veta i vilken kemisk form krom uppträder i denna svetsrök. Så kallat sexvärt krom har nämligen i motsats till trevärt krom, visat sig kunna ge upphov till allergier och cancer i luftvägarna. I den här undersökningen har en metodik utvecklats för bestämning av sexvärt krom i svetsrök.

För de undersökta metoderna har svetsparametrar som svetsström, svetsspänning och elektroddiameter varierats och prov tagits på det sätt som beskrivits ovan.

## RESULTAT

Såväl totalmängden rök som dess kemiska sammansättning beror av vilka värden på svetsparametrarna (t ex ström och spänning) som används. De bildade partiklarnas storlek är däremot ganska oberoende av svetsparametrarna. Rökens kemiska sammansättning skiljer sig i allmänhet från elektrodens, genom att vissa grundämnen finns i högre halter i röken och andra i lägre.

### Belagda elektroder

Totalmängden rök som bildas per tidsenhet ökar då ström och spänning ökas. Totalmängden rök per mängd förbrukad svetselektrod ökar också med svetsspänningen, men är

ganska oberoende av strömmen. Om större elektroddiameter och därmed högre ström används erhålles mer rök per tidsenhet. Mängden rök per förbrukad elektrod mängd är emellertid praktiskt taget oberoende av elektroddiameter.

Ämnena i röken kommer från höljet på elektroden (fluor, kalium, kalcium och titan), från elektrod kärnan (järn och mangan; i fallet rostfritt stål även nickel och krom) och från luften (syre och kväve). Endast omkring 20—40% av röken utgörs av grundämnen som normalt kommer från elektrod kärnan (ibland tillsättes metaller som järn och krom också till höljet i s k högutbyteselektroder).

När svetsspänningen ökar, minskar andelen av fluor och kalium i röken medan andelen av kärntråds metaller ökar. Andelen kalcium och titan är oberoende av svetsparametrarna.

Vid svetsning i rostfritt stål är kromet i huvudsak lösligt, sexvärt krom. Partikeldiameter (som den bestäms med kaskadimpaktorn) är 0.4 till 0.5  $\mu\text{m}$ , (en mikrometer = 1  $\mu\text{m}$  = 0.001 mm). Variationer av svetsparametrarna medför inga eller endast små förändringar (mindre än 10%) av storleken på partiklarna i röken.

#### **MAG- och MIG-svetsning**

Svetsning med de halvautomatiska metoderna MAG och MIG på stål ger lägre (2—5 ggr) totalmängd rök per mängd förbrukad elektrod än vad man får vid svetsning med belagd elektrod. MIG-svetsning på aluminium ger ungefär samma mängd rök som belagd elektrod.

Vid MAG- och MIG-svetsning utnyttjas en skyddsgas i stället för den belagda elektrodens hölje. Valet av denna gas påverkar vilken totalmängd rök som produceras. Om man vid MIG-svetsning i rostfritt stål i stället för ren argon använder argon blandat med 20% koldioxid ( $\text{CO}_2$ ) ökar totalmängden rök per tidsenhet såväl som per mängd förbrukad elektrod.

Avsaknaden av elektrodhölje innebär att fluor, kalium, kalcium och titan inte förekommer i någon nämnvärd mängd i röken. Då ren  $\text{CO}_2$  används som skyddsgas (MAG) är den kemiska sammansättningen ganska oberoende av svetsparametrarna.

När metall överförs från den smältande elektroden i MIG-svetsning till svetsfogen kan detta ske på två sätt: Vid s k kortbåge bildas stora droppar av smält metall som överförs en och en medan det vid s k spraybåge överförs en spray av mycket små metall droppar. För en viss ström/spänning sker övergång mellan dessa två sätt och just då verkar det bildas klart mindre rök och vissa metaller, t ex krom och järn, verkar förekomma i en mindre andel i röken. Krom förekommer i röken från MIG-svetsning i högre halter (10—14%) än vid svetsning med belagd elektrod men mest i trevärd form (mindre än 15% av kromet på ytskiktet är sexvärt).

MAG- och MIG-svetsning i stål ger partiklar med diameter av cirka 0.3  $\mu\text{m}$  medan svetsning i aluminium ger cirka 0.4  $\mu\text{m}$ .

#### **TIG-svetsning**

Totalmängden rök per tidsenhet är mycket lägre vid TIG-

svetsning utan tillsatsmaterial än för de andra svetsmetoderna. Bildade partiklar har en diameter som är mindre än  $0.25 \mu\text{m}$  (70—80 viktsprocent av svetsröken består av partiklar mindre än  $0.25 \mu\text{m}$ ).

## SLUTSATSER OCH PRAKTISK NYTTA AV RESULTATEN

Av resultaten från den här undersökningen kan bl a följande slutsatser dras:

1. Röken från svetsning med belagd elektrod på rostfritt stål utgör en större hälsorisk än den rök som alstras vid MIG-svetsning på rostfritt (hänsyn har då inte tagits till att det bildas betydligt mer av den skadliga gasen ozon vid MIG-svetsning).

2. Svetsmetodernas hygieniska verkan kan uttryckas med ett så kallat hygieniskt index. Detta tar hänsyn till såväl totalmängden bildad rök som den kemiska sammansättningen av röken. Ju högre index desto skadligare är röken från en svetsmetod. Genom att studera hur indexet varierar mellan olika metoder och då man varierar svetsparametrarna får man reda på hur man bör svetsa för att minska den förväntade hygieniska påverkan. I den här studien hittar man de högsta hygieniska indexen vid svetsning med belagd elektrod i rostfritt stål.

3. Genom att välja lämpliga svetsmetoder och svetsparametrar kan man minska koncentrationen av skadliga ämnen i luften.

a. Minsta möjliga spänning bör användas vid svetsning med belagd elektrod. Till exempel ger en för liten vinkel mellan grundmaterialet och elektroden längre ljusbåge och därmed högre spänning varför en sådan bör undvikas.

b. Hög svetsström vid MAG-svetsning medför lägre mängd producerad rök för en viss mängd förbrukat tillsatsmaterial.

c. MIG-svetsning bör utföras med en stabil spraybåge med minsta möjliga spänning. Vidare ger användning av ren argon (som skyddsgas) lägre halter av skadliga ämnen (t ex krom) än en blandning av argon och koldioxid.

4. Resultaten kan utnyttjas för att utföra förenklad och effektivare övervakning av hur mycket av olika ämnen som en svetsare utsätts för i sin arbetsmiljö samt för att skaffa bättre underlag för undersökningar av svetsröks hälsoeffekter (epidemiologiska studier).

Ett förslag till förenklad mätteknik för användning på arbetsplatser presenteras i rapporten. Genom att samla upp rök på filter och väga hur mycket rök som finns i andningszonen och genom kännedom av vilka svetsmetoder, svetsparametrar och mängder som används skulle en katalog, med noggrann undersökning av olika svetsmetoder, kunna användas för att ungefärligt bestämma vilka halter av olika element som svetsaren utsätts för. Förslaget skulle göra det ekonomiskt möjligt att dels ha god kontroll över att svetsaren ej utsätts för mera än de gällande gränsvärdena, dels skaffa underlag för epidemiologiska undersökningar, så att risker som inte hittills är kända kan upptäckas snabbare. Därmed möjliggörs snabba åtgärder.

5. Den ökade kunskapen om svetsrökssammansättningen och om hur den beror av svetsparametrarna bör kunna användas för att utveckla säkrare metoder och ändå behålla de goda svetstekniska egenskaperna hos svetsmetoderna.



**ARBETARSKYDDSFONDEN**

Tunnelgatan 31, Box 1122, 111 81 Stockholm. Telefon 08-14 32 00