

# Effektivare åtgärder mot exponering för svetsrök

Bengt Christensson Pär Fjällström Gabriella Östlund  
Ann-Beth Antonsson  
B1931  
Juni 2010

Rapporten godkänd:  
2010-06-24

Lars-Gunnar Lindfors  
Senior Advisor

<b>Organisation</b> IVL Svenska Miljöinstitutet AB	<b>Rapportsammanfattning</b>
<b>Adress</b> Box 21060 100 31 Stockholm	<b>Projekttitel</b>  <b>Anslagsgivare för projektet</b> AFA Försäkring
<b>Telefonnr</b> 08-598 563 00	
<b>Rapportförfattare</b> Bengt Christensson, Pär Fjällström, Gabriella Östlund, Ann-Beth Antonsson	
<b>Rapporttitel och undertitel</b> Effektivare åtgärder mot exponering för svetsrök	
<b>Sammanfattning</b> <p>Inom detta projekt var målet att besöka företag som lyckats bra med att minska svetsares exponering för svetsrök, utvärdera åtgärderna och beskriva hur exponeringen för svetsrök kan minskas. De företagsbesök, mätningar och utvärderingar som gjorts visar dock att åtgärderna i praktiken fungerar sämre än förväntat. Detta beror bland annat på:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Låga flöden i främst integrerade punktutsug, men även i rörliga utsug. Låga flöden beror bland annat på underdimensionerad ventilation, trasiga slangar och av svetsaren strypta utsugsflöden.</li> <li>➤ Modifierade munstycken till utsug integrerade i svetspistolerna.</li> <li>➤ Felplacerade utsugsarmar.</li> <li>➤ Drag som stör punktutsugens funktion.</li> </ul> <p>För att svetsaren ska vara skyddad mot svetsrök i alla förekommande situationer, är andningsskydd den enda åtgärd som ger ett tillförlitligt och tillräckligt skydd. Detta förutsätter dock att rätt andningsskydd används och att det underhålls väl.</p> <p>För att minska exponeringen både för svetsaren och andra som vistas i lokalen krävs bättre kunskap om hur man skyddar sig mot svetsrök och vad som krävs för att skydden ska fungera väl över tid. Utvärderingarna visar att det finns åtgärder som kan fungera väl och minska både svetsarens och andras exponering för svetsrök.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Integrerade utsug i svetspistolerna kan fungera mycket väl vid svetsning i tunn plåt. Integrerade utsug har en stor fördel jämfört med utsugsarmar eftersom utsuget alltid är nära ljusbågen och man inte behöver flytta med utsug manuellt.</li> <li>➤ Utsugsarm kan fungera bra även vid svetsning i tjock plåt, förutsatt att den placeras rätt.</li> <li>➤ Oavsett vilka utsug som används, är det viktigt att de är i bra skick och underhålls väl samt används på rätt sätt.</li> </ul> <p>För att andra som arbetar i närheten av svetsningen inte ska exponeras för höga bakgrundshalter av svetsrök, bör Allmänventilationen vara tillräcklig, 2 - 5 omsättningar per timme beroende på övriga åtgärder, typ av svetsning, antal svetsarbetsplatser, ventilationslösning och takhöjd.</p> <p>Sammanfattningsvis är risken för hög exponering liten om svetsaren använder andningsskydd samt ventilationstekniska åtgärder vidtas och används, samt åtgärder vidtas så att svetsaren kan arbeta utan att behöva luta sig över plymen.</p>	
<b>Nyckelord samt ev. anknytning till geografiskt område eller näringsgren</b> Svetsrök, åtgärder, ventilation, integrerade utsug, arbetsställning, exponering, andningsskydd	
<b>Bibliografiska uppgifter</b> IVL Rapport B1931	
<b>Rapporten beställs via</b> Hemsida: <a href="http://www.ivl.se">www.ivl.se</a> , e-post: <a href="mailto:publicationservice@ivl.se">publicationservice@ivl.se</a> , fax 08-598 563 90, eller via IVL, Box 21060, 100 31 Stockholm	

## Innehållsförteckning

Summary .....	3
Förord .....	4
1 Effektivare åtgärder mot svetsrök behövs! .....	5
2 Syfte .....	6
3 Om olika svetsmetoder .....	6
3.1 Om gassvetsning .....	7
3.2 Om MMA-svetsning .....	7
3.3 Om MIG- och MAG-svetsning .....	8
3.4 Om TIG-svetsning .....	8
4 Hälsorisker med svetsrök .....	8
4.1 Olyckor .....	9
4.2 Effekter av gaser och svetsrök .....	9
4.3 Övriga arbetsmiljöproblem .....	11
4.3.1 Fysisk belastning .....	11
4.3.2 Buller och vibrationer .....	12
5 Olika faktorerers betydelse för bildning av svetsrök och svetsgaser .....	12
5.1 Allmänt om svetsrök .....	12
5.2 Om spridning av svetsrök .....	14
5.3 Om svetsarens exponering för svetsrök .....	14
5.4 Jämförelse av svetsrök från olika svetsmetoder .....	15
5.5 Ozon bildas vid svetsning .....	16
5.6 Kväveoxider bildas vid svetsning .....	17
5.7 Om gassvetsning, hårdlödning och skärbränning .....	17
5.8 Om MMA-svetsning .....	17
5.9 Om MIG- och MAG-svetsning .....	17
5.10 Om TIG-svetsning .....	18
5.11 Grundmaterialets betydelse för svetsröken .....	18
5.12 Svetselektrodernas betydelse för svetsröken .....	19
5.13 Skyddsgasens betydelse för svetsrök och ozon .....	19
5.14 Slutsatser om val av svetsmetoder .....	20
6 Utvärdering av åtgärder mot svetsrök .....	21
6.1 Omfattning och begränsningar .....	21
6.2 Svetsmetoder .....	21
6.3 Svetsarbetsplatser .....	22
6.4 Grundmaterial .....	22
7 Översikt samt utvärdering av åtgärder .....	23
7.1 Allmänt om fasta utsug .....	23
7.2 Utsug i svetspistolen .....	25
7.2.1 Allmänt om utsug integrerade i svetspistolen .....	25
7.2.2 Utvärdering av integrerade utsug på arbetsplatser .....	28
7.3 Rörliga utsug .....	32
7.3.1 Allmänt om rörliga utsug .....	32
7.3.2 Utvärdering av rörliga utsug .....	34
7.4 Mobila utsug .....	36
7.5 Allmänventilation i svetslokaler .....	36
7.5.1 Allmänt om allmänventilation .....	37
7.5.2 Utvärdering av allmänventilation .....	41

7.6	Andningsskydd .....	44
7.7	Andra faktorer av betydelse.....	45
7.7.1	Arbetsställning .....	45
7.7.2	Syn och belysning.....	46
7.7.3	Svetsning i slutna utrymmen.....	46
7.8	Attityder till och kunskap om svetsrök.....	46
7.8.1	Försäljare och tillverkare av svetsutrustning och tillbehör .....	46
7.8.2	Användare av åtgärder mot svetsrök och svetsgaser .....	49
7.8.3	Erfarenheter från åtgärdsarbetet i Danmark.....	52
8	Diskussion .....	53
8.1	Vilka faktorer har störst betydelse för exponeringen för svetsrök? .....	53
8.2	Lösamt med effektiv ventilation vid svetsning .....	54
8.3	Övriga faktorer som påverkar exponeringen för svetsrök och ozon.....	55
9	Slutsatser .....	56
10	Behov av fortsatt utvecklingsarbete.....	57
11	Referenser .....	58
Bilaga 1	Metoder och mätresultat .....	62
1.	Val av företag.....	62
2.	Mätstrategi.....	62
3.	Mätmetoder .....	64
4.	Analys av mätresultat .....	65
5.	Mätresultat .....	65
5.1	Partiklar .....	66
5.2	Ozon.....	67
6.	Arbetsställning .....	68
7.	Svetsleverantörers, svetsföretags och svetsares syn på svetsrök .....	69
7.1	Tillverkare och säljare av svetsutrustning .....	70
7.2	Svetsande företag.....	70
7.2.1	Intervjuer med chefer/arbetsledare.....	71
7.2.2	Intervjuer med svetsare och en praktikant .....	72

## Summary

The aim of the study was to visit companies that have been successful in their endeavour to decrease welders' exposure to welding fumes, and to evaluate the respective measures. Furthermore the findings were to be used to describe how exposure to welding fumes can be decreased in general terms. However, the company calls, measurements and evaluations that were performed show that the measures at hand have less impact than expected. This is amongst other things due to:

- Low flows in exhausts, in particular for on-gun extraction systems. The causes for the low flows are mainly under dimensioned ventilation, broken exhaust hoses and by welders restricted exhaust flows.
- Modified nozzles for on-gun extraction systems.
- Mislaced hoods.
- Draughts that interfere with the function of local exhausts.

For welders to be protected from welding fumes at all times, respiratory protective devices (RPD) are the only measures that are reliable and give sufficient protection, assuming that the correct type of RPD:s are used and that the equipment is well tended to.

To decrease the exposure for both welders and others working on the premises, better knowledge of how to protect oneself from welding fumes and how measures operate and are maintained is required. The evaluations show that there are measures that work well to decrease welders and others exposure to welding fumes.

- On-gun extraction systems can work very well for welding in thin sheet metal. They have a big advantage over fume hoods since the exhaust is always close to the arc.
- Fume hoods can work well even when welding in thicker materials, given that the placement is correct.
- Maintenance and correct use of the equipment is vital irrespective of what type of exhaust is used.

To keep background levels of welding fumes low, and thereby safeguarding others working in proximity of the welders, an air exchange rate of 2-5 h<sup>-1</sup> is required for the general ventilation, depending on type of welding technique, number of welding stations, type of ventilation and volume of the workshop.

In conclusion, the risk for high exposure is low if the welder uses RPDs and that ventilation measures are installed and in use. Furthermore, it is recommended that measures are taken so as to make it possible for the welders to avoid leaning over the plume of welding fume.

## Förord

Risker med svetsrök är ett välkänt arbetsmiljöproblem. Det är också ett komplext problem för vilket det inte finns några självklara och enkla lösningar.

Denna rapport ger en översikt över detta komplexa område. Rapporten är strukturerad enligt följande:

Avsnitt 3 beskriver översiktligt de vanligaste svetsmetoderna och är en introduktion för den som inte är så insatt i svetsning.

Avsnitt 4 beskriver hälsorisker med svetsrök och är en bakgrund till diskussionen i kommande avsnitt om åtgärder som minskar exponeringen för svetsrök.

Avsnitt 5 redovisar resultat från tidigare studier om vilka faktorer som påverkar mängd, sammansättning och hälsorisker med svetsrök.

Avsnitt 6 beskriver hur vi utvärderat åtgärder som vidtagits för att minska exponeringen för svetsrök och i avsnitt 7 redovisas resultaten av våra utvärderingar av olika typer av åtgärder.

Avsnitt 8 är en övergripande diskussion om vad man bör prioritera för att effektivt minska exponeringen för svetsrök.

Avsnitt 9 sammanfattar våra slutsatser om åtgärder som effektivt minskar exponeringen för svetsrök.

Du som läsare kan, beroende på ditt intresse och dina förkunskaper välja att börja läsa på olika ställen i rapporten.

Detta projekt har utförts i nära samråd och med värdefullt stöd från en referensgrupp där följande personer ingått:

Cecilia Andersson	Industriarbetsgivarna
Jan Bäck	IVF Swerea
Lars-Erik Folkesson	IF Metall
Björn Hammar	Teknikföretagen
Mattias Lundin	Svetskommissionen
Bengt Sjögren	Karolinska Institutet
Jouni Surakka	Arbetsmiljöverket

# 1 Effektivare åtgärder mot svetsrök behövs!

Kunskapen om dagens exponering för svetsrök är begränsad. En uppföljande studie som gjordes av Arbets- och miljömedicin vid Karolinska Sjukhuset i mitten på 1990-talet visade att sedan 1970-talet hade exponeringen för svetsrök inte förändrats nämnvärt (Gun Nise et al 1997, Gun Nise; personlig kommunikation). Av de företag som ingick i studien hade endast två lyckats sänka sin exponering. Det ena företaget hade integrerade utsug i svetspistolerna och var mycket nöjda med denna lösning. Det andra företaget hade en mycket väl utformad ventilation som installerats av en väletablerad firma med goda kunskaper i processventilation. Det finns inga tecken på att det vidtagits åtgärder mot svetsrök i någon större omfattning under det senaste decenniet. Man kan därför anta att exponeringarna i många fall ligger på samma nivå som för några decennier sedan. Det finns därför ett stort behov av väl fungerande åtgärder mot exponering för svetsrök.

År 2005 sänktes de hygieniska gränsvärdena för mangan och krom (AFS 2005:17). Dessa ämnen ingår i svetsrök. Sänkningen ställde krav på företag att senast 2007 vidta åtgärder vid svetsning, krav som speciellt många små företag bedömdes ha svårt att leva upp till.

De nya gränsvärdena för mangan och sexvärt krom började gälla 1 januari, 2007. För mangan innebär ändringarna en sänkning av gränsvärdena med 50 % och för sexvärt krom med hela 75 %, se tabell 1. Förändringarna gällde både total dammhalt och respirabel fraktion. Med totaldamm avses alla partiklar som provtas vid dammätning. Respirabelt damm är den del av totaldammet som består av så små partiklar att de kan nå lungans mindre luftförande delar. Idag kompletteras den svenska totaldammfraktionen av en internationell standard för grovt damm som benämns inhalerbart damm.

Tabell 1. Förändringar som infördes i gränsvärdeslistan AFS 2005:17 jämfört med den tidigare gränsvärdeslistan AFS 2000:3. Aktuella gränsvärden är markerade med fet stil.

Ämne	Nivågränsvärde, mg/m <sup>3</sup> , i totaldamm		Nivågränsvärde, mg/m <sup>3</sup> , i respirabelt damm		Korttidsvärde, mg/m <sup>3</sup> , i totaldamm	
	AFS 2000:3	<b>AFS 2005:17</b>	AFS 2000:3	<b>AFS 2005:17</b>	AFS 2000:3	<b>AFS 2005:17</b>
<b>Mangan</b>	0,4	<b>0,2</b>	0,2	<b>0,1</b>	-	-
<b>Krom, sexvärt (kromater)</b>	0,02	<b>0,005</b>	-	-	0,06 <sup>1)</sup>	<b>0,015</b>

1) Det äldre korttidsvärdet gällde enbart kromater i form av kromsyra.

Eftersom höga halter kan förekomma vid svetsning fanns en oro för att industrin inte skulle klara de nya gränsvärdena vid svetsning av manganlegerat och rostfritt (sexvärt krom) stål. I samarbete med Svetskommissionen och sex företag utfördes därför en mindre kartläggning som redovisas i en separat rapport (Gavelin F. 2006). Vid de deltagande företagen arbetade totalt mer än 400 svetsare. Sexton personburna prov togs vid svetsning av rostfritt. Proven togs utanför andningsskyddet. Det gamla gränsvärdet för sexvärt krom överskreds på en arbetsplats. Det nya gränsvärdet överskreds vid ytterligare sex arbetsplatser. För respirabelt mangan uppmättes som högst halter i nivå med det nya gränsvärdet på en arbetsplats. I övrigt fanns det bara ett överskridande. Det gällde gränsvärdet för respirabelt damm (5 mg/m<sup>3</sup>). Mätresultaten visar att det kan förekomma exponeringar över gränsvärdet.

## 2 Syfte

Projektets övergripande mål är att öka användningen av effektiva tekniska åtgärder som minskar exponeringen för svetsrök. Målet är att åtgärderna ska bidra till att hålla exponeringen under de nya gränsvärdena för krom (VI) och mangan. En utvärdering av åtgärderna har även gjorts med avseende på en eventuell sänkning av gränsvärdet för nickel.

Projektet är avgränsat till svetsning vid fasta arbetsplatser.

Projektet är uppdelat i två etapper.

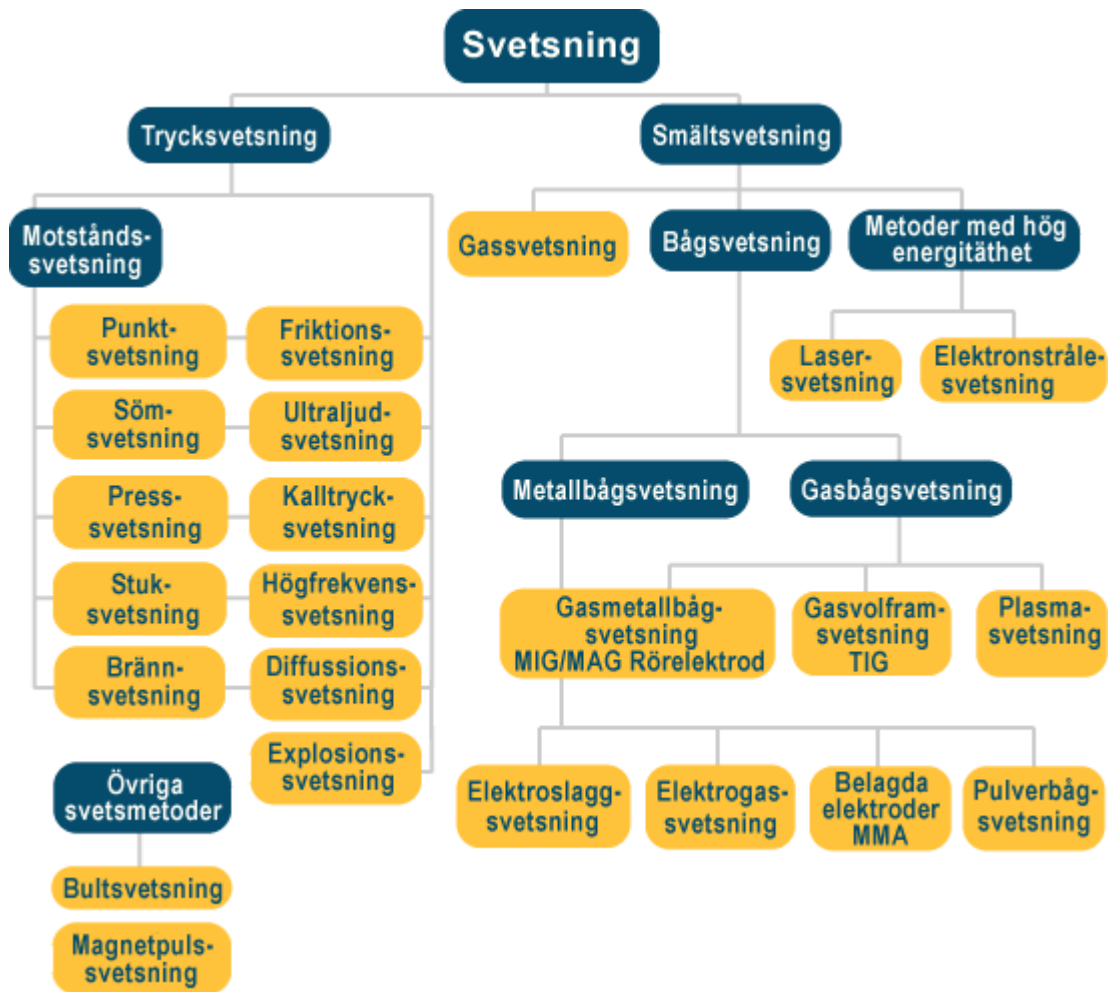
- Etapp 1 – Utveckla åtgärdsstrategi samt identifiera möjligheter och hinder för att använda åtgärdsstrategin.
- Etapp 2 – Sprida kunskap om åtgärderna.

Denna rapport redovisar resultaten från etapp 1.

## 3 Om olika svetsmetoder

Svetsning är metoder för att sammanfoga två eller flera arbetsstycken. Vid svetsning hettas arbetsstyckena upp till sin smältpunkt för att sammanfogas. Sammanfogningen kan göras med eller utan tillsatsmedel och metall. Metallerna som fogas samman kallas i fortsättningen för grundmaterialet eller grundmaterialen.

Energien som krävs för att smälta grundmaterialet kan bland annat tillföras med elektricitet, gasflamma, friktion, laser eller högt tryck. En översikt över olika metoder visas i figur 1. I denna studie har vi avgränsat oss till MIG-, MAG- och TIG-svetsning och företag med stor manuell svetsning av större objekt i svetshallar. Vanliga svetsmetoder som MMA ("pinnsvetsning") och gassvetsning förekom inte. Därför behandlas dessa metoder endast perifert i rapporten.



Figur 1. Förteckning över olika svetsmetoder (Källa: Svetskommissionen, [www.svets.se](http://www.svets.se))

### 3.1 Om gassvetsning

Vid gassvetsning upphettas fogen till smältpunkten med en låga och metall tillförs smältan och fogen fylls. Normalt används acetylen och syrgas. För att lättare upptäcka eventuellt läckage tillsätts ett luktämne till syrgasen. Främst används dock gas vid skärbränning och lödning. Vid skärbränning används normalt större flöden än vid svetsning.

Samma gaser används även vid främst hårdlödning. Vid lödning används lod som innehåller flussmedel.

### 3.2 Om MMA-svetsning

Manual metal arc welding (MMA) brukar ofta kallas för pinnsvetsning. Ibland kallas svetsmetoden SMAW (shielded metal arc welding). Vid svetsning används en belagd elektrod som bildar ett

skyddande skikt vid svetsningen. Beläggningen kan ha en sur eller en basisk sammansättning. MMA är den mest använda svetsmetoden i världen.

### 3.3 Om MIG- och MAG-svetsning

MIG-svetsning står för ”Metal Inert Gas” och MAG står för ”Metal Active Gas”. Svets elektroden tillför material till fogbildningen och förbrukas under svetsning. När elektroden smälter kan metallen från elektroden överföras till svetsfogen på två sätt.

- Kortbågsvetsning, ljusbågen är kort och metallen överförs i form av stora droppar som kortsluter bågen.
- Spraybågsvetsning, där metallen överförs i form av fina droppar som inte kortsluter bågen.

För kortbågsvetsning används lägre ström och spänning.

För att skydda den bildande svetsfogen tillförs en skyddsgas. För MIG-svetsning används inert gas, ofta gasblandningar som innehåller helium eller argon, och för MAG tillsätter man en aktiv komponent som koldioxid, syre eller kväveoxid. Metoderna används oftast med likström, men kan även användas med växelström om det är tunt grundmaterial.

### 3.4 Om TIG-svetsning

TIG-svetsning står för ”Tungsten Inert Gas” och innebär att man har en beständig elektrod i volfram eller en volframlegering. I motsats till MIG- och MAG-svetsning förbrukas inte elektroden vid svetsning, utan enbart grundmaterialet och eventuellt tillsatsmaterial smälter. För att skydda svetsfogen tillförs en skyddsgas. Liksom för MIG används inert gas, helium, argon eller en blandning av dessa. TIG-svetsning utförs med lik- eller växelström.

## 4 Hälsorisker med svetsrök

Inandning av svetsrök kan ge akuta och ibland mycket allvarliga skador om man utsätts för höga halter svetsrök. Mycket höga halter av svetsrök förekommer i rökplymen. Inandning av lägre halter under lång tid kan också skada hälsan och ge kroniska skador. Hälsopåverkan beror på flera faktorer bland annat rökens kemiska sammansättning, koncentration, exponeringstid och partiklarnas storlek. En stor del av svetsröken består av så kallade nanopartiklar, dvs partiklar som är mindre än 0,0001 mm. Det finns studier som tyder på att små partiklar kan ha större hälsopåverkan än större partiklar.

Skadestatistiken över arbetsskador vid svetsning är mycket ofullständig. Det är svårt att identifiera vilka olyckor som är kopplade till svetsning. Enligt Arbetsskadestatistiken (ISA, Arbetsmiljöverket) för perioden 2003-2008 är antalet olyckor kopplade till svetsning 25 per tusen svetsare och arbetsjukdomsstatistiken cirka 7 per tusen svetsare. Motsvarande för alla yrken var cirka 7 respektive cirka 2. Enligt AFA Försäkringars statistik för åren 2007 – 2008 anmäldes 159 olyckor bland svetsare med mer än 30 dagars frånvaro. Av de 159 olycksfallen orsakade 57 % bestående invaliditet.

I lokaler där svetsning utförs kan även andra heta processer förekomma som kan ge betydande bidrag till halterna av luftföroreningar till exempel gas- och plasmaskärning.

## 4.1 Olyckor

På senare år har flera svetsare och andra arbetare skadats direkt eller indirekt av svetsgaser. En svetsare avled vid svetsning i ett trångt utrymme. Misstanken är att argonet i skyddsgasen trängde undan luften och medförde att svetsaren dog av syrebrist. Minst tre olyckor har inträffat efter gassvetsning av fjärrvärmerör. Olyckorna inträffade vid avluftning av rören. Koloxid från svetsningen fanns kvar i rören och strömmade vid avluftning ut i lokalen. Den som avluftade förlorade medvetandet och i ett fall även avled av koloxidförgiftning. I två fall förlorade personen medvetandet och fick brännskador av det heta vatten som strömmade ut ur fjärrvärmeröret efter avluftningen.

Vid svetsning i behållare eller rör som innehåller rester av brandfarliga eller explosiva ämnen, kan svetsningen starta en explosion eller brand. Flera dödsfall har inträffat vid sådana olyckor.

## 4.2 Effekter av gaser och svetsrök

Hälsoeffekterna av svetsrök och gaser beror på rökens och gasernas sammansättning, koncentration och exponeringstid. De akuta fallen uppmärksammas ofta till skillnad från de skador som kan uppkomma efter lång tids exponering för betydligt lägre halter av svetsrök. Betydligt fler svetsare skadas efter exponering för lägre halter under flera års svetsarbete, än vid de få men ofta uppmärksammande akuta olyckorna.

### **Gaser**

Vid gassvetsning i trånga utrymmen kan höga halter av kvävedioxid bildas. Inandning av denna gas kan orsaka lungödem. Lungödem innebär att vätska från blodet tränger in i lungblåsorna och på så sätt orsakar akuta andningssvårigheter och i värsta fall döden.

Kolmonoxid kan bildas då skyddsgas innehållande koldioxid sönderdelas. Kolmonoxid påverkar blodets förmåga att transportera syrgas. Kolmonoxid har också bildats vid gassvetsning av fjärrvärmerör med acetylen och syrgas. Höga halter av kolmonoxid har ansamlats i rören och strömmat ut ur ventiler då rören har provtryckts eller avluftats.

Ozon är en reaktiv gas som vid akut exponering kan ge tillfälliga andningssvårigheter.

Fosgen kan bildas vid svetsning i en miljö som innehåller klorerade kolväten (trikloretylen, perkloretylen eller metylkloroform). Fosgen, som användes som stridsgas under första världskriget, kan orsaka lungödem (Sjögren et al 1991).

Även polymerlackar kan innehålla klorföreningar som vid svetsning kan bilda saltsyra (Sjögren et al 1991).

Diisocyanater kan bildas vid svetsning i polyuretanmålade material eller vid svetsning nära polyuretanskum i fjärrvärmerör. Dessa isocyanater är sensibiliserande och kan orsaka astma.

## **Svetsrök**

Kroniska luftvägsbesvär som daglig hosta med upphostningar har observerats hos svetsare. En ökad dödlighet pga lunginflammation har också setts i denna yrkesgrupp.

Några studier av svetsare har observerat en ökad dödlighet i hjärtinfarkt (Sjögren et al 2006). En teori är att inandning av luftföroreningar kan skapa en låggradig inflammation i luftvägarna som ökar halten av fibrinogen i plasma som ökar risken för blodkoagulation som i sin tur ökar risken för hjärtsjukdom och hjärtinfarkt.

Flera undersökningar har påvisat 30 % ökning av lungcancerförekomsten hos svetsare. Större delen av denna ökning har kunnat förklaras av asbestexponering som varit speciellt vanlig inom varvsindustrin. En mindre del av ökningen beror sannolikt på exponering för sexvärt krom eller nickel som bildas vid svetsning i rostfritt stål, då flera undersökningar funnit ett sådant samband (Sjögren et al 1994). Dessutom finns en välgjord undersökning som visar ett samband mellan svetsning i rostfritt stål och cancer i näsan och dess bihålor.

Astma brukar beskrivas som varierande obstruktiva andningsbesvär. Denna sjukdom har förknippats med exponering för svetsrök (Torén et al 1999). Astma kan orsakas av en mängd mer eller mindre luftvägsirriterande ämnen som bildas vid svetsning. En allergiskt betingad luftvägsobstruktion (luftvägsförträngning) kan uppträda vid inandning av sexvärt krom som bildas vid svetsning med belagda elektroder i rostfritt stål.

En dansk undersökning har visat att kvinnor som är gifta med män som svetsar rostfritt stål oftare får missfall än kvinnor som är gifta med män som svetsar låglegerat stål eller män som inte är svetsare (Hjollund et al 2000). En påverkan på manliga svetsares spermier har setts. Orsaken till detta anser man vara värmestrålningen från svetsoperationen. Värmestrålning mot pungen är känd för att försämra spermernas rörlighet och kvalitet (Bonde 1993). Denna påverkan är övergående så vitt man vet.

Aluminium har uppmärksamats som en metall som kan skada hjärnan. En något försämrad motorik i händerna har setts hos aluminiumexponerade svetsare vid jämförelse med järnexponerade svetsare (Sjögren et al 1994).

Bly. Svetsning och skärning i stål målat med blyhaltig färg innebär risk för påverkan på det centrala nervsystemet. Exponering kan ske även om 10 cm av färgen tagits bort (Becker et al 2001).

Fluorid i form av kalciumfluorid finns i beläggningen till basiska elektroder. Inandning av fluorider kan orsaka luftvägsbesvär.

Mangan finns i manganhaltiga stål. Vid bågluftmejsling av manganhaltigt stål har man sett manganförgiftning. Den klassiska manganförgiftningen liknar Parkinsons sjukdom. I Sverige har man hos manganexponerade svetsare iakttagit fler symtom från det centrala nervsystemet än förväntat och också en försämrad motorik (Sjögren et al 1994) men inte överrisk för Parkinsons sjukdom (Fored et al 2006).

Zink används som beläggning mot korrosion. Vid svetsning i denna beläggning kan metallröksfeber (zinkfrossa) uppträda. Frossan uppträder oftast på kvällen och är inte sällan förknippad med muskelvärk (Fine et al 1997).

## 4.3 Övriga arbetsmiljöproblem

Exponering för kemiska ämnen är bara en av flera arbetsmiljörisiker vid svetsning. Andra risker är elektromagnetiska fält, UV- och IR-strålning, buller samt fysisk belastning. Dessutom finns det risk för både el- och brännskador samt brand.

### 4.3.1 Fysisk belastning

Generellt sett är det största arbetsmiljöproblemet för svetsare den fysiska belastningen. Arbetet utförs ofta med statisk belastning av musklerna inte sällan i vridna eller böjda arbetsställningar. Arbete med händerna över axelhöjd är speciellt belastande.

Det finns många hjälpmedel som kan minska belastningen. Det finns dock två stora problem med de flesta av dessa. Det ena är att den som är ung och stark mycket väl kan klara den höga belastningen. Men då vänjer man sig vid ett arbetssätt som är svårt att ändra då man blir äldre och kroppen sliten. Det andra problemet är att arbetet kan ta längre tid eller upplevs ta längre tid när hjälpmedlen används (Antonsson et al, 1990).

Det finns många tekniska hjälpmedel som underlättar arbetet och minskar belastningen. Några exempel är:

- Motordrivna eller programmerbara lägesställare, fixturer
- Lyftbord
- Avlastning av slangpaket

Det är viktigt att dessutom ge akt på hur man arbetar och lära sig ett arbetssätt som är så skonsamt som möjligt för kroppen. Inte minst viktigt är mikropauserna, då man släpper ner armar och axlar och slappnar av några sekunder.

#### *Lägesställare och fixturer*

Med lägesställare och fixtur kan man positionera sina objekt så att arbetet kan utföras i en så bekväm arbetsställning som möjligt. Att använda lägesställare tar viss tid, varför de inte alltid används i den utsträckning som är möjligt. Men lägeställaren minskar risken för förslitningsskador och kvaliteten ökar vilket minskar risken för att behöva göra om eller justera i efterhand. Större lägesställare är motordrivna.

För serieproduktion går det använda en programmerbar lägesställare. Den kan förprogrammeras att inta en följd av förutbestämda lägen. Ofta sker programmeringen genom inlärningsprincipen. Lägeställaren körs till ett läge, programmeras, körs till nästa läge osv. När man sedan svetsar matar man fram nästa läge med en pedal- eller knapptryckning. En programmerbar lägesställare ökar produktivitet och kvalitet förutom att arbetsmiljön förbättras. Beräkningar har gjorts som visar att pay-offtiden kan underskrida två år baserat endast på ökad produktivitet.

#### *Lyftbord*

Lyftbord, eller saxbord, finns i olika storlekar. De kan ofta fås med en vändskiva och möjlighet till tippning 45° som tillbehör. Fotmanövrering för höjjustering underlättar och spar tid.

#### *Avlastning av slangpaketet*

Slangpaketet innebär en belastning på svetsaren, inte minst när integrerade utsug används där ju utsugsslangen ökar vikten. Förutom vikten påverkas belastningen av vridkraften som uppstår då slangpaketet hänger ner mot golvet. Det räcker inte att bara väga svetspistolen i handen för att

bedöma belastningen. Ju högre strömstyrkor desto tyngre utrustning och därmed ökar också belastningen.

För att minska belastningen kan avlastningsarmar användas. Armens längd och fjädringskraft kan justeras. Även upphängning av trådmatarverk i kranarm är en vanlig åtgärd.

### 4.3.2 Buller och vibrationer

Såväl buller som vibrationer är betydande problem i de flesta svetsverkstäder. De dominerande orsakerna är slipning och i viss mån slaggning – inte svetsningen i sig. Slipning utförs ofta en betydande del av arbetstiden, ofta längre än svetsning. Ofta adderar slipningen egentligen inget värde till produkten. Slipningen är ofta till för att möjliggöra svetsning eller för att rätta till efter svetsning. Mycket kan göras på konstruktionsstadiet för att förebygga att slipning behövs. Minskad slipning innebär besparingar för företaget. Dialog med konstruktörerna kan vara en fruktbar väg.

Slipskivor som bullrar mindre än traditionella hårda skivor finns, till exempel flerlayerskivor, fibersegmentskivor och halvlastiska skivor. Tystare skivor kan minska bullernivån med upp till 13 dB(A), det vill säga mer än tio gånger lägre ljudnivå.

## 5 Olika faktorerers betydelse för bildning av svetsrök och svetsgaser

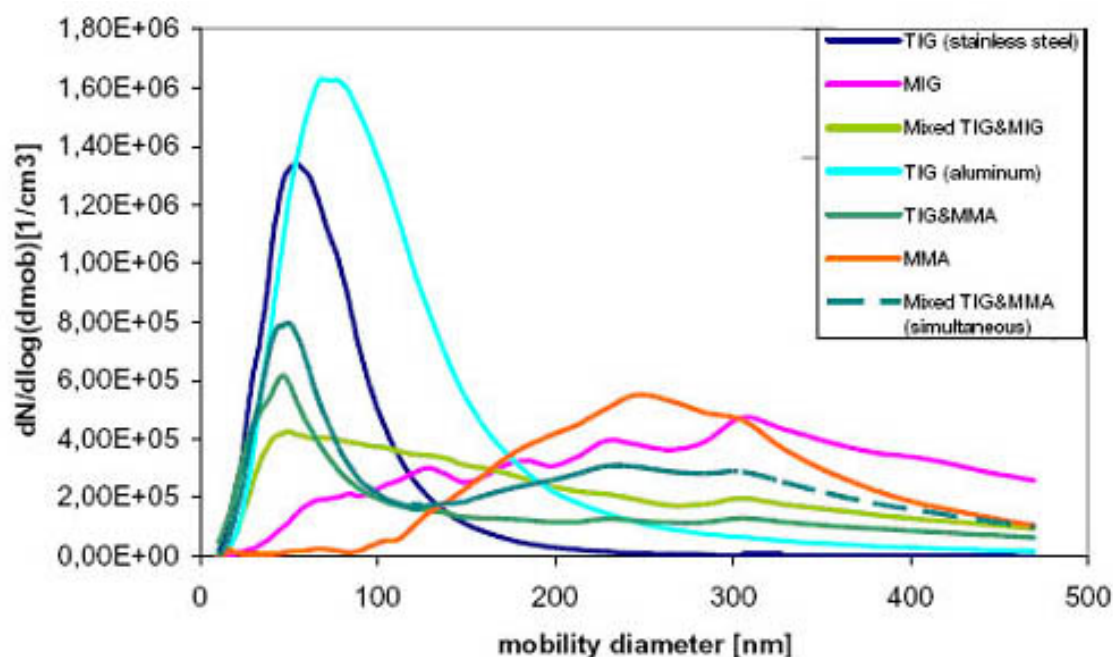
Många faktorer och processer påverkar både svetsfogens kvalitet, bildning av svetsrök och svetsgaser samt svetsrökens sammansättning. Vid bågs svetsning påverkas emissionen till exempel av ljusbågens längd, strömstyrka, spänning, grundmaterial och tillsatser. Emissionsprofilen skiljer sig även åt mellan olika svetsmetoder.

Vissa svetsmetoder är bättre än andra ur arbetsmiljösynpunkt. Nedan ges en översikt över kunskapsläget om svetsrök vid olika svetsmetoder.

I avsnitt 5.14 summeras detta avsnitt i form av råd om **hur man kan välja svetsmetod** med mer för att minimera emissionen av farliga ämnen. Om svetsmetoder som alstrar mycket eller särskilt farlig svetsrök väljs, krävs mer omfattande åtgärder för att minska eller eliminera svetsarnas exponering för svetsrök.

### 5.1 Allmänt om svetsrök

Att svetsrök bildas vid svetsning beror på att metaller efter upphettning förångas och därefter kyls ner och kondenserar (det vill säga övergår från gasform till fast form) och bildar en aerosol (rök) av små partiklar, se figur 2 nedan. Partiklarna växer i storlek genom att mer het gas kondenserar på partiklarnas yta och genom att små partiklar slås samman till större. Röken kommer huvudsakligen från tråden och i betydligt mindre omfattning från de metaller som svetsas samman.



Figur 2. Exempel på bildning av partiklar i svetsrök. På horisontella axeln partikelstorlek i nm och på vertikala axeln partikelkoncentrationen (antal partiklar per  $\text{cm}^3$  luft) (Thomassen).

Partiklarna i röken består av de ämnen som ingår i svetsstråd, grundmaterialen samt eventuella tillsatser. Svetsrök består till största delen av metalloxider, eftersom de heta metallerna i svetsröken reagerar med syre i den omgivande luften och bildar metalloxider. Vid svetsning i låglegerat och rostfritt stål är järnoxid den mest förekommande metalloxiden eftersom järn är den största beståndsdel i grund- och tillsatsmaterial. Trots det kan den huvudsakliga hälsoeffekten komma från legeringsmetallerna, t ex sexvärt krom vid svetsning i rostfritt och mangan vid svetsning i vissa hållfasta stål.

Svetsröken består av partiklar som till stor del är mindre än en  $\mu\text{m}$  (en mikrometer = 0,001 mm), se figur 2. Dessa partiklar brukar kallas submikrona partiklar. Partiklar som är mindre än cirka fem  $\mu\text{m}$  i diameter kan vid inandning nå lungans finaste luftförande delar och lungblåsorna (alveolerna). Eftersom de kan nå lungans alla ytor kallas partiklarna för respirabla. För vissa kemiska ämnen finns särskilda gränsvärden för den respirabla fraktionen.

Vid svetsning bildas partiklar som är mindre än en tiondels mikrometer. Dessa partiklar kallas nanopartiklar (1 nanometer = 0,001  $\mu\text{m}$ ). Gränsen för vilka partiklar som är synliga i vanligt ljus går vid cirka 100 nm (0,1 mikrometer). Figur 2 visar att det kan bildas ett stort antal nanopartiklar vid främst TIG-svetsning. En stor del av nanopartiklarna syns inte för blotta ögat och svetsplymets storlek och spridning underskattas därför.

Vid bedömning av arbetstagares exponering mäts masskoncentrationen i luft eftersom gränsvärdena är satta i massa per kubikmeter luft ofta i  $\text{mg}/\text{m}^3$ . Vid mätningar av dammhalten uppmäts normalt betydligt lägre masshalt vid TIG än vid t ex MIG/MAG/MMA, trots att det kan bildas fler partiklar vid TIG-svetsning. Orsaken är att den sammanlagda massan hos alla de små partiklar som bildas vid TIG-svetsning är betydligt mindre än massan hos de färre men större partiklar som bildas vid andra svetsmetoder.

Det kan även bildas andra luftföroreningar än svetsrök vid svetsning. Gasformigt ozon bildas genom att kortvägigt ljus från ljusbågen startar reaktioner mellan syremolekyler. Ozon är reaktivt och bidrar till bildningen av metalloxider i svetsröken. Även andra gaser kan bildas vid svetsning, till exempel kolmonoxid och kvävedioxid.

Många svetsare upplever slipdammet som mer besvärande än svetsröken. En anledning är att slipdammet består av större partiklar och därmed förväntas upptaget via lungorna vara mindre. Enligt en kartläggning i Sverige av exponeringen vid svetsning är 80 % av svetsröken mindre än 2,5 µm i partikeldiameter mot 40 % för slipdammet (Karlsson 2008).

## 5.2 Om spridning av svetsrök

Röken stiger koncentrerat från svetspunkten i en rökplym. Plymens stighastighet varierar med energin men normalt 0,2-1 m/s 0,1-0,2 m ovan svetspunkten (Beck Hansen 2005). Halten i plymen varierar beroende på bland annat svetsmetod. För MIG-, MAG- och MMA-svetsning kan halten i plymen uppgå till flera g/m<sup>3</sup>. Exempel på koncentrationen är för svetsning i läglegerat stål 25 g/m<sup>3</sup> och för rostfritt 0,5 g/m<sup>3</sup> (Beck Hansen 2005).

Eftersom halten av olika ämnen i plymen är hög, är risken stor att svetsaren utsätts för halter över gränsvärdet (korttidsvärden) om svetsaren andas in svetsrök direkt från plymen.

Halten svetsrök avtar kraftigt med avståndet från plymen. På några decimeters – några meters avstånd vid sidan av plymen är halterna lika med eller nära lokalens bakgrundshalt. Vid de mätningar som gjorts inom detta projekt var bakgrundshalterna i storleksordning 0,2 – 1 mg/m<sup>3</sup>. Bakgrundshalterna påverkas av bland annat ventilationen, se vidare under avsnitt 7.

## 5.3 Om svetsarens exponering för svetsrök

Om svetsaren kan undvika plymen och stå vid sidan av och på ”friskluftsidan” om svetsobjektet blir exponeringen betydligt lägre. I praktiken kan det vara svårt att undvika plymen eftersom olika händelser påverkar luftrörelserna och därmed också svetsplymens rörelser. Exempel på händelser kan vara att dörrar eller portar öppnas, truckar eller arbetare passerar nära svetsplatsen.

De hygieniska gränsvärdena för ämnen i svetsrök varierar för partiklar mellan några milliondels g/m<sup>3</sup> (µg/m<sup>3</sup>) till några tusendels g/m<sup>3</sup> (mg/m<sup>3</sup>) och för svetsgaser mellan tiondels ppm och tusentals ppm. Gränsvärden finns både som nivågränsvärden som gäller som medelvärde för hela arbetsdagar och som tak- eller korttidsvärden som gäller som medelvärde för del av arbetsskift (5-15 minuter). Eftersom gränsvärdena inte gäller kortvariga och tillfälliga exponeringar kan ibland gränsvärdet klaras trots enstaka och mycket kortvariga exponeringar för höga halter i plymen. Det behövs dock inte lång tid i plymen innan gränsvärdet överskrids. Gränsvärdena är satta för att skydda svetsaren från hälsopåverkan. Det är därför viktigt att undvika direktexponering för plymen. De allvarliga hälsoriskerna med plymen illustreras av de nästan årligen rapporterade allvarliga olyckorna och ibland till och med dödsfallen vid svetsning (och lödning) i trånga utrymmen det vill säga lokaler där plymen inte späds i större utsträckning av omgivande luft.

## 5.4 Jämförelse av svetsrök från olika svetsmetoder

Vilka luftföroreningar som, bildas vid svetsning beror på bland annat på svetsmetod, utförande, svetsat grundmaterial, strömstyrka och skyddsgasflöde, se tabell 1. Till och med utsugens funktion kan påverka sammansättningen, främst bildningen av ozon.

Tabell 1. Huvudsaklig sammansättning av partiklar och gaser som bildas vid några vanliga svetsmetoder (BG-Informationen 616, 2005). Listan är långt ifrån fullständig, t ex kan svetsröken innehålla höga manganoxidhalter vid svetsning av stål med hög manganhalt. Ett annat exempel är höga koloxidhalter vid gassvetsning med acetylen av fjärrvärmerör (Surakka J 2010).

Svetsmetod	Material	Luftföroreningar
Gas	Olegerat eller låglegerat stål	Kvävedioxid
Manuell bågsvetsning med belagda elektroder (MMA)	Olegerat eller låglegerat stål	Svetsrök (huvudsakligen järnoxid)
	Nickel och nickellegeringar	Nickeloxid eller kopparoxid beroende på legeringen
Gasmetailbågsvetsning med trådelektroder, metall-aktiv-gas, koldioxid (MAG)	Olegerat eller låglegerat stål	Svetsrök (huvudsakligen järnoxid), kolmonoxid
Gasmetailbågsvetsning med trådelektroder, metall-aktiv – gas, blandade gaser (MAG)	Olegerat eller låglegerat stål	Svetsrök (huvudsakligen järnoxid)
	Rostfritt, höglegerat stål, massiv tråd	Svetsrök (huvudsakligen järnoxid), nickeloxid
	Rostfritt, höglegerat stål, rörtråd	Svetsrök (huvudsakligen järnoxid), sexvärt krom
Gasmetailbågsvetsning med trådelektroder, metall-inert-gas (MIG)	Nickel (>30 %) och nickellegeringar	Svetsrök (huvudsakligen järnoxid), nickeloxid eller kopparoxid beroende på legeringens sammansättning, ozon
	Aluminium, aluminiumlegeringar inklusive legering med kisel	Svetsrök (huvudsakligen aluminiumoxid), ozon
Gasmetailbågsvetsning med volframelektrod, volfram-inert-gas (TIG)	Olegerat eller låglegerat stål	Svetsrök (huvudsakligen järnoxid), ozon
	Rostfritt, höglegerat stål,	Svetsrök (huvudsakligen järnoxid), ozon
	Nickel (>30 %) och nickellegeringar	Svetsrök (huvudsakligen järnoxid), nickeloxid eller kopparoxid beroende på legeringens sammansättning, ozon
	Aluminium, aluminiumlegeringar inklusive legering med kisel	Svetsrök (huvudsakligen aluminiumoxid), ozon

Inom respektive svetsmetod varierar rökemissionen kraftigt beroende på inställda svetsparametrar. Grovt är rökbildningen störst vid svetsning med belagda trådar och rör (MMA, FCA) jämfört med övriga metoder. MAG - svetsning emitterar ofta mer rök än MIG. Minst mängd rök bildas vid TIG-svetsning. Variationerna inom respektive metod är stora. Nedanstående värden kan användas som mycket grova riktvärden för hur mycket svetsrök som alstras av olika svetsmetoder.

- Belagda elektroder och svetsning med rörtråd 2,5 - 15 mg svetsrök/sekund
- MIG/MAG med solid tråd 0,1 - 5 mg svetsrök/sekund
- TIG <0,1 mg svetsrök/sekund.

## 5.5 Ozon bildas vid svetsning

Ozon bildas genom reaktioner mellan luftens syremolekyler. Reaktionerna startas (katalyseras) av UV-strålning från ljusbågen. Ozonet bildas främst inom 10 cm från ljusbågen, men sönderfall sker också på grund av främst värmen nära ljusbågen. Koncentrationen är högst nära ljusbågen, men ozon kan även bildas två meter från bågen. Eftersom UV-strålningen minskar med avståndet minskar även ozonbildningen med avståndet. Ozon kan bildas en bit från svetsstället, det vill säga utanför svetsplymen. All bildad ozon kan därför inte fångas in med punktutsug.

Bildningen påverkas av UV-strålningens intensitet, närvaro av vissa legeringsämnen, rökmängden, vilket grundmaterial som svetsas i och vilken skyddsgas som används. UV-strålningen ökar med ökande strömstyrka, men ozonhalten behöver nödvändigtvis inte öka när UV-strålningen ökar. Även om det bildas mer ozon, kan förbrukning (sönderfall) av ozon på grund av olika mekanismer öka ännu mer. Förekomst av höga partikelhalter (mycket svetsrök) minskar till exempel ozonhalten, eftersom ozonet reagerar med partiklarna.

Bågtemperatur påverkar bildningen av ozon. Med ökande skyddsgasflöde sjunker bågtemperaturen vilket minskar sönderfallet av ozon och ökar bildningen av ozon, det vill säga ger högre ozonhalter.

Bildningen av ozon är störst i början av svetsprocessen. Då är grundmaterialet svalare. När grundmaterialet hettas upp, startar en reaktion där kvävet i luften reagerar och bildar kväveoxid (NO). När NO finns närvarande i luften, reagerar ozon snabbt med NO och bildar kvävedioxid (NO<sub>2</sub>) och syre (O<sub>2</sub>). Det är därför en fördel om svetsarbetet inte avbryts och återupptas flera gånger, eftersom grundmaterialet då hinner svalna vilket ökar halterna av ozon.

Utsug som tar hand om en stor andel av svetsröken kan också fånga in stora delar av det ozon som bildas i närheten av ljusbågen. När utsugen fångar in svetsröken effektivt, ökar UV-strålningen (eftersom röken inte hindrar UV-ljuset från att spridas). Den ökade UV-strålningen innebär ökad bildning av ozon.

Man kan dra slutsatsen att det bildas mest ozon vid svetsning

- i tjockt grundmaterial (hög spänning och strömstyrka),
- med högt flöde av skyddsgas och
- med kort trådutstick
- i kombination med utsug.

Följaktligen bildas mindre ozon vid svetsning

- i tunt grundmaterial (låg spänning och strömstyrka),
- med lågt flöde av skyddsgas innehållande helium och CO<sub>2</sub> och
- långt trådutstick
- Utan utsug.

Ozonhalten är som högst under svetsning, men en studie har visat att det tar lång tid för ozonhalten att återgå till den ursprungliga nivån (Liu et al, 2007). Bakgrundshalten var 20 ppb. Den maximala halten under svetsning var 195 ppb (medel 155 ppb), 80 ppb tre minuter efter svetsningen avbrutits och 50 ppb efter 10 minuter. Medelhalten var 39 ppb 65 min efter svetsningen avbrutits. Det hygieniska gränsvärdet i Sverige är 0,1 ppm (100 ppb) som medelvärde över ett helt skift.

## 5.6 Kväveoxider bildas vid svetsning

Vid svetsning bildas kväveoxider ( $\text{NO}_x$ ). Även om kväveoxid ( $\text{NO}$ ) reagerar med och neutraliserar ozon så räknas  $\text{NO}_x$  i sig som en skadlig luftförorening. Mängden  $\text{NO}_x$  som bildas ökar med strömstyrkan på grund av den ökade värmen. Det bildas även mer  $\text{NO}_x$  vid svetsning i aluminium än i stål och om man har argon som skyddsgas kontra helium.

## 5.7 Om gassvetsning, hårdlödning och skärbränning

Vid gassvetsning bildas mindre rök än vid svetsning med belagd tråd. Främst bildas nitrösa gaser. De senaste tre åren har flera allvarliga olyckor inträffat på grund av kvarvarande koloxid i fjärrvärmerör efter sammanfogning med gassvets. Särskilt vid svetsning av rör kan höga koloxidhalter bildas. Om rörets ändar är pluggade kan höga halter bildas och komma ut först när rören luftas (Bengt Christensson, pågående utredning).

Vid hårdlödning och skärbränning används gaser på likartat sätt som vid gassvetsning. Vid skärbränning används ofta högre gasflöden än vid gassvetsning, vilket leder till ökad bildning av nitrösa gaser och koloxid. Precis som vid gassvetsning kan höga halter koloxid bildas om rörändarna är tillslutna (Bengt Christensson, pågående utredning).

Vid hårdlödning finns risker med de lod som används. Loden innehåller flussmedel och metall vilka bildar lödrök. Metaller och andra tillsatser som ingår i lodet kan medföra höga exponeringar för lödplymen om inte åtgärder vidtas.

## 5.8 Om MMA-svetsning

MMA och annan svetsning med belagd tråd ger i regel betydligt mer rök än svetsmetoder utan beläggning. Utöver eventuell exponering för metallrök tillkommer exponering för röken från elektrobeläggningen.

## 5.9 Om MIG- och MAG-svetsning

Svetsrök bildas i större utsträckning med MIG/MAG jämfört med TIG.

Vid MAG-svetsning i tjockt grundmaterial av låglegerat stål med rörtråd kan det avges upp till 15 mg rök per sekund vilket motsvarar cirka 50 g/timme (BG-Informationen 616, 2005).

Den höga koncentrationen i rökplymen vid MIG- och MAG-svetsning innebär att svetsaren utsätts för halter över gränsvärdet redan efter en kortare tids direktexponering för rökplymen.

Ozon är ett problem med MIG- och MAG-svetsning. Störst är riskerna i samband med högproduktiv MIG/MAG-svetsning av aluminium (Sjögren och Ulfvarson, 1990). Det bildas mer ozon vid MIG/MAG-svetsning än TIG. För MIG- och MAG-svetsning har svetsparametrar som strömstyrka, bågslängd och elektrodstick endast liten betydelse för ozonhalten.

Sambandet mellan strömstyrka och emission är inte linjärt även om emissionen i grova drag ökar med strömstyrkan. Ett exempel är MAG-svetsning i stål med 1,6 mm solid tråd. Vid 150 A är emissionen cirka 1 mg svetsrök/sekund, vid 250 A cirka 2,5 mg/sekund och vid 350 A cirka 7 mg/sekund för att sedan minska till 3,5 mg/sekund vid 400A (Econweld, dokument D2.5 2008). Ett exempel på att även ökad spänning inte alltid behöver medföra ökad emission (Grundmann 2005): Vid 300 A och 29 V bildades 2,45 mg svetsrök/sekund och vid 27 V och övriga parametrar oförändrade 13 mg/sekund.

## 5.10 Om TIG-svetsning

Svetsrök bildas i mindre utsträckning med TIG-svetsning jämfört med MIG- och MAG-svetsning.

Vid TIG-svetsning i rostfritt bildas betydligt mindre mängd rök, men de ämnen som bildas har låga gränsvärden. För exempelvis sexvärt krom är gränsvärdet 0,005 mg/m<sup>3</sup>, så även vid TIG-svetsning är risken för överskridande av gränsvärdet stort särskilt om svetsaren utsätts för koncentrerad svetsrök eller arbetar i dåligt ventilerade lokaler.

Ozonbildning är ett problem också med TIG-svetsning.

## 5.11 Grundmaterialets betydelse för svetsröken

En mindre del av svetsröken kommer från det grundmaterial som svetsas. Vid till exempel MMA-svetsning härrör huvuddelen av svetsröken från tillsatsmaterial.

### Olegerat stål avger mangan

Olegerat stål kan innehålla upp till 2 % mangan och vissa legerade stålqualiteter över 10 %. Mangan anrikas dessutom i svetsröken, vilket innebär att halten mangan i svetsröken är högre än i tillsatsmaterialet. Anrikningen beror på att mangan har lägre kokpunkt än järn och därmed snabbare övergår i gasfas (Ewing et al 2005). När svetsröken kyls ner, kondenserar det gasformiga manganet till små partiklar.

I en sydsvensk studie där 113 svetsare ingick var över hälften exponerade för manganhalter över nivågränsvärdet (Karlsson 2008), d v s en betydligt större andel än vad IVL erhöll (Gavelin 2006).

### Sexvärt krom från rostfritt stål

Rostfritt stål innehåller normalt cirka 18 % krom. Ozonet som bildas vid svetsning och i särskilt höga halter vid TIG-svetsning bidrar till oxidering av krom till sexvärd kromoxid. Sexvärt krom är klassat som cancerframkallande och innebär en hälsorisk redan vid mycket låga halter.

### Ozon från MIG/MAG-svetsning i aluminium

Högproduktiv MIG/MAG-svetsning i aluminium ger kraftig bildning av ozon (Sjögren et al 1990).

Det bildas mer ozon vid svetsning i aluminium än i stål, mer om det är kisel än magnesium i aluminiumlegeringen och mer om man använder argon än helium som skyddsgas (Dennis et al 1996).

### Särskilda risker med galvaniserat eller ytbehandlat grundmaterial

Det har länge varit känt att svetsning av galvaniserade eller målade ytor ökar risken för problem med luftvägarna (Steel 1964, Lillienberg et al 2008). Exempel på ytmaterial och färger som kan orsaka problem är

- zink från galvaniserad plåt,
- diisocyanater från **polyuretanlack** (används bland annat som fordonslack) sönderfaller lacken och diisocyanater avges då den upphettas (Antonsson et al 2002),
- organiska och oorganiska klorföreningar från **polymerlack** som innehåller klorföreningar,
- och bly eller sexvärt krom från **rostskyddsfärger**.

De besvär och effekter på hälsan som de bildade ämnena orsakar beskrivs kortfattat i avsnitt 4.2.

Det uppstår mer svetsrök vid svetsning i **målat/ytbehandlat** grundmaterial. Mängden mangan, koppar, zink, järn och krom som avges vid svetsning är högre för svetsning i målat grundmaterial. Detta beror förmodligen på att grövre trådar och högre strömstyrka normalt sett används för svetsning av målat/ytbehandlat grundmaterial.

## 5.12 Svetseliktrodernas betydelse för svetsröken

Vid svetsning med rörelektrod bildas mer svetsrök än vid svetsning med motsvarande massiva elektrod.

Vid användning av rörtråd med fluortillsats kan lösliga manganfluoridföreningar bildas på partikelytan.

Det finns även belagda elektroder där belägningens sammansättning ändrats för att bilda mindre mängd svetsrök.

## 5.13 Skyddsgasens betydelse för svetsrök och ozon

Skyddsgasens sammansättning påverkar bildningen av både svetsrök och ozon. Betydelsen av svetsgasens sammansättning för bildningen av svetsrök framgår av följande exempel (MAG-svetsning med 1,2 mm solid tråd i kolstål och 300 A:s effekt). En gasblandning av 95 % argon och 5 % syre ger 4 mg svetsrök/sekund. Vid svetsning med ren koldioxid är mängden svetsrök 15 mg/sekund, det vill säga nästan fyra gånger mer (Matusiak 1995).

Med helium som skyddsgas bildas större mängder svetsrök jämfört med argon. Tillsats av helium minskar impedansen i ljusbågen, då helium har högre joniseringspotential. Det krävs därför en lägre strömstyrka för att uppnå samma värmeöverföring och man får lägre UV-intensitet och följaktligen lägre ozonhalt (Dennis et al 1996).

Ökande halt av koldioxid (CO<sub>2</sub>) i skyddsgasen minskar ozonhalten. Detta beror troligtvis på att UV-strålningen absorberas av CO<sub>2</sub> och att tillsatsen av CO<sub>2</sub> ökar rökutvecklingen. Ämnen i röken reagerar med ozonet och minskar därmed halterna.

Tillsats av reduktionsgaser som kväveoxid (NO), eten eller diklordifluormetan (CFC) leder till att en del av ozonet förbrukas i reaktioner med dessa ämnen. Tillsats av NO ger dock en viss ökning av UV-strålningens intensitet och forskning har visat att det kan ge ökade halter av ozon i andningszonen under vissa förhållanden.

## 5.14 Slutsatser om val av svetsmetoder

Det går inte att helt eliminera bildning av svetsrök eller ozon genom att välja ”rätt” svetsmetod. Ibland är det dock möjligt att välja en annan svetsmetod som bildar betydligt mindre svetsrök. Även andra parametrar eller val av belagd elektrod är viktiga. Med rätt kan bildningen av rök och gaser i vissa fall minskas med storleksordningen 10 gånger.

***Även om man väljer ”lågemitterande” svetsmetoder behövs alltid ventilation som fångar in svetsröken.***

För att minska bildningen av svetsrök är det en fördel om man kan:

- Arbeta med så låg strömstyrka som möjligt, vilket minskar bildningen av svetsrök men också av ozon och kväveoxider.
- Använd en tråd med mindre diameter om det är möjligt, eftersom den effekt som krävs minskar och då kan strömstyrkan minskas.
- Val av gasblandning kan påverka rökbildningen med en upp till en faktor fyra (MAG).
- Vid val av belagd elektrod välj om möjligt en elektrod som bildar mindre mängd svetsrök.

För att minska bildningen av ozon, bör man:

- Svetsa med lågt flöde av skyddsgas innehållande helium och koldioxid, CO<sub>2</sub>. Om skyddsgasen innehåller helium minskar också bildningen av kväveoxider. Om helium och koldioxid ingår i skyddsgasen, ökar mängden svetsrök.

Det går att justera andra svetsparametrar.

Bildningen av svetsrök och särskilt farliga ämnen i svetsrök, styrs bland annat av vilket grundmaterial som svetsas. Ofta är det inte möjligt att påverka grundmaterialet. Däremot är det viktigt att veta att vid arbete i vissa material ökar risken för farliga ämnen i svetsröken. Det gäller till exempel

- Olegerat stål innehåller mangan, som anrikas i svetsröken. Allvarlig risk för överskridande av gränsvärdet.
- Rostfritt stål innehåller krom, som övergår i cancerframkallande sexvärt krom som ingår i svetsröken. Allvarlig risk för överskridande av gränsvärdet.
- Aluminium. Svetsning med MIG eller MAG ger kraftig bildning av ozon.
- Galvaniserat material. Svetsröken innehåller zink och kan ge så kallad galvfrossa.
- Ytbehandlat material.
  - Polyuretanlack innebär att det bildas isocyanater vid svetsning. Lacken måste därför slipas bort före svetsning.
  - Polymerlack innebär att det kan bildas saltsyra vid svetsning.

- Om äldre grundmaterial är rostskyddat kan det finnas bly i ytbehandlingen som frigörs vid svetsning. Ytbehandlingen måste därför slipas bort före svetsning.

Oavsett vilken svetsmetod som används, krävs åtgärder som fångar in svetsröken. Dessa åtgärder beskrivs utförligare i avsnitt 6.

## 6 Utvärdering av åtgärder mot svetsrök

### 6.1 Omfattning och begränsningar

Befintliga åtgärder som anses fungera väl för att minska svetsares exponering för svetsrök samt spridning av svetsrök till intilliggande arbetsplatser har utvärderats. Sju svetsverkstäder som redan vidtagit åtgärder för att minska svetsarens exponering för svetsrök besöktes. Mätningar av halten partiklar från svetsrök samt av ozon och ventilation gjordes för att utvärdera effektiviteten i befintliga åtgärder. Dessutom intervjuades svetsare, ägare av svetsföretag, säljare av svetsutrustning samt representanter för tillverkare av svetsutrustning om hur de uppfattar riskerna med svetsrök och hur de ser på åtgärder mot svetsrök samt om hinder och möjligheter för att tillämpa åtgärderna i stor skala och vid alla olika typer av svetsning. I Bilaga 1 beskrivs metoderna för denna utvärdering utförligare.

Utvärderingen har särskilt beaktat exponering för krom (VI) och mangan. Dessutom har mätningarna använts för bedömning av konsekvenserna av en eventuell sänkning av gränsvärdet för nickel.

Utvärderingen begränsades till effekter på exponering för svetsrök av

- allmänventilation samt
- två typer av utsug,
  - integrerade utsug i svetspistolen
  - rörliga utsug.

Vid de företagsbesök och utvärderingar som genomförts gjordes inga justeringar eller förändringar i allmänventilation eller utsugens inställningar, med ett undantag. Trasiga slangar till utsugen lagades temporärt med tejp för att mätningarna skulle motsvara hel utrustning.

### 6.2 Svetsmetoder

Den finns åtskilliga svetsmetoder och svetsning kan utföras i många material. Studien begränsades till manuell tung MIG- och MAG-svetsning med solid och rörtråd. Metoderna valdes för att de är vanliga svetsmetoder. I åtgärddiskussionerna ingår även TIG-svetsning eftersom det är en vanlig metod vid svetsning i rostfritt med bland annat risk för exponering för höga halter av sexvärt krom.

I tidigare projekt har MIG-svetsning i tunnplåt studerats (Antonsson et al 2002). Erfarenheterna från MIG-svetsning i tunn stålplåt med svetseffekter kring eller något under 100 A visade att integrerade utsug i svetspistolen i de flesta fall effektivt fångade in svetsröken. Rörliga utsug var relativt effektiva om de användes på ett korrekt sätt. I många fall användes dock utsugen på ett felaktigt sätt, vilket kraftigt minskade nyttan av dem. Denna studie har mot bakgrund av tidigare erfarenheter inriktats på integrerade utsug och rörliga utsug vid främst svetsning av tjockare

stålmaterial där svetsningen utförs med främst MAG vid effekter kring 300 A, d v s vid svetsarbeten där mycket svetsrök bildas. Ofta används koldioxid som aktiv gas vilket medför ökad bildning av svetsrök. Huvudsakligen används solid tråd, men rörtråd är också vanlig. I övrigt förekom MIG och i något enstaka fall TIG (rostfritt). Utvärdering av åtgärderna har främst utförts i större svetsverkstäder och smidesverkstäder.

### 6.3 Svetsarbetsplatser

Arbetsplatsens utformning påverkar vilka åtgärder som är effektiva och enkla att använda för att minska svetsarens exponering för svetsrök. Tre typer av arbetsplatser är vanliga vid svetsning.

Fasta arbetsplatser	Svetsningen utförs vid en fast arbetsplats och svetsobjektet har alltid samma placering, exempelvis i fixtur. Eftersom arbetsplatsen inte förändras, kan speciellt anpassade utsug och avskärmningar byggas. Denna typ av arbetsplatser är vanliga i svetsverkstäder med kortare produktserier av främst mindre produkter som inte lönar sig att automatisera.
Rörliga arbetsplatser	Svetsutrustningen är placerad vid en arbetsplats men kan flyttas inom ett begränsat område i svetshallen. Svetsobjektet har ingen fast placering utan ställs där det passar för tillfället. Platsventilation arrangeras antingen genom fast installation av högvakuumfläkt och rörsystem för anslutning av svetspistoler med inbyggt utsug eller genom lågvakuumfläkt ansluten till utsug monterade på rörliga armar som når svetsplatserna. Denna typ av arbetsplatser är vanliga i smidesverkstäder och svetshallar för svetsning av större gods.
Mobila arbetsplatser	Svetsaren tar med svetsutrustningen till svetsobjektet istället för att svetsobjektet transporteras till svetsaren. Om det finns utsug är det ofta små mobila utsug som placeras nära svetspunkten. Dessa förhållanden gäller på exempelvis byggarbetsplatser och varv.

I projektet har mätningarna begränsats till fasta och rörliga arbetsplatser eftersom mobila svetsarbetsplatser inte förekom på de besökta verkstäderna. Av samma skäl utfördes inte mätningar på fasta arbetsplatser med fast installerade utsug.

### 6.4 Grundmaterial

Mätningarna har begränsats till svetsning i vanligt kolstål, utan ytbehandling. Denna avgränsning gjordes för att minska antalet faktorer som påverkar resultaten och därmed öka jämförbarheten i resultaten. I något enstaka fall förekom legerat stål. Som beskrivits i avsnitt 5 blir det en annan rökutveckling vid svetsning i rostfritt och aluminium jämfört med kolstål.

Materialtjocklekarna har varierat mellan 2 och 100 mm. Mätningar har gjorts vid olika godstjocklekar för att studera om effektiviteten i åtgärderna påverkas av grundmaterialets tjocklek.

I ett tidigare projekt på bilplåtverkstäder utvärderades åtgärder mot bland annat svetsrök. På bilverkstäder svetsades huvudsakligen tunn plåt. Vid svetsning av tunn plåt fungerade integrerade utsug bäst och betydligt bättre än rörligt punktutsug. En anledning var att det integrerade utsuget

alltid var rätt placerat till skillnad från de rörliga utsugen (Christensson B et al 2001 och Antonsson A-B et al 2002). Erfarenheterna av tidigare studier av åtgärder vid svetsning i tunnplåt används i detta projekt, varför svetsning i tjockare material prioriterades inom detta projekt.

Under mätningarna används den tråd och de svetsparametrar i övrigt som var normala för respektive arbetsplats. Eftersom mätningarna har begränsats till nästan enbart grundmaterial i kolstål var antalet varianter av elektroder begränsat. Elektroddiametrarna varierade mellan 1-1,6 mm. Tråddiametern styrdes till stor del av grundmaterialets tjocklek. Främst användes solid tråd men även rörtråd förekom.

## 7 Översikt samt utvärdering av åtgärder

Eftersom det bildas mycket rök räcker det inte med allmänventilation av svetshallen för att hålla svetsares exponering för svetsrök under gällande gränsvärden. Vid alla arbetsplatser som besökts i projektet utvärderades olika former av utsug på arbetsplatsen eller i verktyget. Nedan redovisas de utvärderingar som gjorts av olika typer av utsug. För respektive typ av punktutsug redovisas också resultat från tidigare studier samt resultaten från de intervjuer som genomförts.

### 7.1 Allmänt om fasta utsug

I de fall man har en fast arbetsstation där luftföroreningarna skapas på en mycket begränsad yta, kan ett fast utsug fungera tillfredsställande. Exempel på fasta utsug är draghuvar, kåpor och fasta punktutsug. En speciell variant av fasta utsug är fixturutsug, det vill säga att utsuget är integrerat i fixturen. Fasta punktutsug ska placeras så nära källan som möjligt och helst i föroreningarnas rörelseriktning för att vara effektiva. Fördelen med fasta punktutsug är att de, rätt placerade, kan ventilerar bort det mesta av föroreningarna så att exponeringen för svetsaren blir relativt låg samt att föroreningarna fångas in innan de spridits till lokalluften vilket minskar exponeringen för dem som arbetar i närheten av svetsningen.

Förutsättningarna för att få fasta utsug att fungera effektivt är goda då de installeras på fasta arbetsplatser. Både utsuget och föroreningsskälla är stationärt. Kan man bara undvika störning av frånluftsflödet från drag eller blockerande föremål får man ofta ett gott resultat. I den aktuella studien har inga fasta utsug utvärderats.

### **Avskärmningar**

Avskärmning av svetsarbetsplatser i kombination med platsventilation är lämpligt för svetsrobot. Avskärmningen gör det lättare att fånga upp föroreningar då ventilationen störs mindre av luftströmlar i lokalen.

### **Huv**

Om föroreningarna avges över en stor yta kan platsventilation ordnas i form av en huv. Genom att koncentrera luftflödet till en spalt i ytterkant av huvan kan samma resultat uppnås som med en öppen huv, men med avsevärt lägre flöden. Nackdelen med en huv är att man riskerar att

föroreningarna passerar svetsarens andningszon när de stiger uppåt från svetspunkten mot draghuven.

### **Fixturutsug**

Fixturutsug är en udda och ovanlig punktventilationsmetod, men värd att nämnas då den kan vara mycket effektiv. Fixturutsug är automatisk på rätt plats och fångar röken nära där den alstras. Fixturutsug kan konstrueras så att varje svetsfog får ett separat utsug. En förutsättning för att metoden ska vara användbar är att svetsning sker i tillräckligt långa serier, men så brukar ju vara fallet vid fixtursvetsning.

För att konstruera ett effektivt fixturutsug krävs ventilationskunskap och produktionskunskap. Det innebär att kunskapen behöver byggas upp inom det egna företaget. Utsuget behöver konstrueras samtidigt som själva fixturen.

Följande behöver beaktas:

- Utsuget får inte störa skyddsgasen
- Utsuget får inte vara i vägen vid svetsningen
- Utsuget får inte vara i vägen vid laddning eller plundring av fixturen

### **Dragbänk**

En annan typ av fast utsug är dragbänk. En dragbänk har en perforerad yta på arbetsbänken genom vilken luft dras nedåt. Tanken är att luftföroreningarna suges ner genom arbetsbänken utan att passera svetsarens andningszon. Nackdelen är att svetsplymen är varm och stiger uppåt varför det krävs ett högt flöde genom dragbänken för att vända svetsröken neråt. Ju längre från dragbänkens yta som svetspunkten finns, desto högre luftflöden krävs för att fånga in svetsröken. För funktionen är också svetsobjektets form och placering viktig, eftersom dessa avgör var svetspunkten kommer att finnas i relation till dragbänkens yta.

För utsug rekommenderas generellt sett att hastigheten nedåt skall överstiga plymens hastighet. Minsta rekommenderade flöden vid dragbänkens yta är 1 – 2 m/s (Beck Hansen 2005) eller 2 m/s (HSE, engelska motsvarigheten till Arbetsmiljöverket). För att detta luftflöde ska vara tillräckligt, krävs att svetspunkten finns nära dragbänkens yta.

Om dragbänken saknar skärmar runt om, avtar den nedåtriktade luftströmmens hastighet snabbt med avståndet över bänken, vilket innebär att högre luftflöden krävs för att svetsröken ska fångas in.

På svetsverkstäder är dragbänkar vanliga vid skärmaskiner, men inte vid svetsarbetsplatser.

### **Push-pull ventilation**

Det är möjligt att med styrstrålar dirigera luftföroreningar mot ett utsug, så kallad push-pull-ventilation. För att förhindra att föroreningarna blåses förbi utsuget ut i lokalen, måste frånluftsflödet vara betydligt högre än flödet i styrstrålarna. Dessutom är det viktigt att styrstrålarna riktas exakt rätt, så att de inte blåser den förorenade luften förbi utsuget. Styrstrålarna kan störas av föremål eller rörelser på väg mot utsuget. Styrstrålarna ejakterar (drar med sig) luft, vilket ökar luftflödet med ökande avstånd från tilluftsdonet.

I Japan är Push-pull-ventilation förhållandevis vanlig och tester har visat att den typen av ventilation kan ge nära 100 % infångning av svetsröken när den är korrekt inställd. Drag i lokalen kan dock sänka effektiviteten till 40-80 % (Ojima 2009). Det finns också en risk att det blir störningar i luftflödet nära svetsaren om han står i flödet. Flödet kan i så fall bilda virvlar som blåser föroreningarna in i svetsarens andningszon (Ojima 2002).

Som med andra utsug, finns det en risk för att skyddsgasen sugs bort tillsammans med föroreningarna, vilket ger ett dåligt svetsresultat. Det kan oftast kompenseras med höjda skyddsgasflöden. Med ett skyddsgasflöde på 20, 30 och 40 l/min klarar man ett push-pullflöde upp till 0,8, 1,2 respektive 1,6 m/s (Iwasaki et al 2005). Det är också viktigt att det gods som ska svetsas inte har en form som kraftigt stör luftströmmen mellan till- och frånluftsdon.

## 7.2 Utsug i svetspistolen

### 7.2.1 Allmänt om utsug integrerade i svetspistolen

Ju närmare föroreningskällan ett punktutsug är placerat, desto effektivare fångar det in föroreningarna. Med utsug som är integrerat i svetspistolen placeras utsuget mycket nära källan vilket ger goda förutsättningar för effektiv infångning och god arbetsmiljö för svetsaren. Dessutom finns utsuget alltid på plats intill svetspunkten. Med närheten till källan kan föroreningarna sugas bort med ett lågt flöde vilket betyder lägre energikostnader för att ersätta den evakuerade förorenade luften med kall uteluft. På ett avstånd av 1 cm krävs ett flöde på cirka 5 m<sup>3</sup>/h, 2 cm 15 m<sup>3</sup>/h, och 5 cm över 100 m<sup>3</sup>/h (Econweld, dokument D2.3 2007).

Svetspistoler med integrerat utsug blir lite grövre och tyngre än svetspistoler utan utsug eftersom extraslangen för utsuget är integrerad i pistolen. Att utsuget är placerat så nära ljusbågen innebär en risk att skyddsgasen störs om man inte anpassar skyddsgasens flöde och luftflödet genom utsuget. Redan vid tvärdrag på 1 m/s förekommer att porer uppstår, men om svetsparametrarna optimeras (MAG-svetsning, kolmanganstål, koldioxid, 1 - 2 mm tråd) kan porer i svetsfogen undvikas även vid tvärdrag på 6 m/s (Pocock et al 2009).

I vissa lägen kan utsugsmunstycket skymma sikten för svetsaren och hindra eller försvåra att man kommer åt att svetsa i mycket trånga lägen.



Bild 1. Svetspistol med integrerat utsug från Binzel.

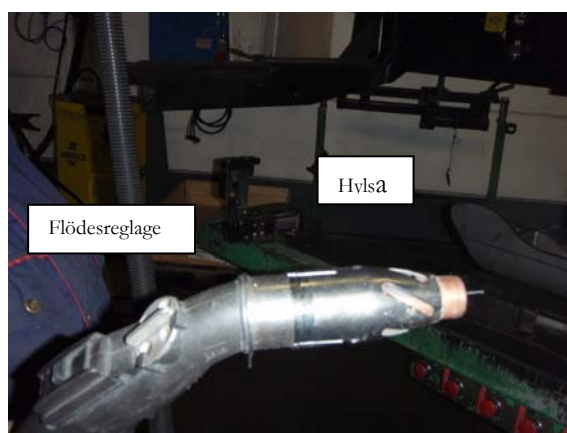


Bild 2. Svetspistol med integrerat utsug från ESAB.

Bild 1 och 2 visar de två fabrikat av svetspistoler med integrerade utsug som förekom på besökta företag. På båda pistolerna sugs röken genom flera avlånga hål i en hylsa. Flödet genom utsuget kan regleras med en ventil på pistolens ovansida. På pistolen till vänster kan man reglera flödet med handen som håller i pistolen. På pistolen till vänster sitter ett vred som gör det svårt att justera flödet under pågående svetsning. När ventilen öppnas tas luft in genom öppningar på pistolens ovansida och mindre luft tas in genom hålen i hylsan.

Effekten av utsuget beror på flera faktorer, bland annat

- utsugets flöde, som i sin tur beror på
  - fläktaggregatets undertryck,
  - diameter och längd på slangpaket mellan svetspistol och svetsaggregat,
  - inställning av spjäll och ventil (flödesreglage) som ofta är placerat vid svetsaggregat respektive i svetspistol,
  - antalet svetsare som samtidigt svetsar och är anslutna till fläktaggregatet och
  - anläggningens status.
- avstånd mellan svetspunkt och utsug samt
- hur mycket rök som emitteras.

Längst fram på svetspistolen mynnar utsuget i en hylsa med hål. Hylsan är viktig för att svetsröken ska avlägsnas effektivt. Om hylsan saknas blir avståndet mellan utsug och svetsplym för stort och svetsplymen fångas inte in lika effektivt. Samtidigt får flödet genom hylsan inte vara så stort att skyddsgasen sugas bort och svetskvaliteten påverkas. Vid användning av integrerat utsug i svetspistolen måste därför skyddsgasflödet öka för att motverka effekten av utsuget. Ökat skyddsgasflöde kyler i sin tur svetspunkten varför svetsaggregatets effekt också måste ökas något för att svetsresultatet ska bli bra. Vid övergång till svetspistol med integrerat utsug kan därför även vana svetsare behöva öva för att hitta rätt inställningar.

Laboratorieexperiment har visat att det integrerade utsugets effektivitet beror på pistolens position i förhållande till underlaget, svetsriktning och underlagets orientering och utformning (Saunders et al, 2008). Bäst resultat, 100 % infångning av svetsröken erhöles vid vertikal svetsning med uppåtgående riktning. Vertikal svetsning med neråtgående riktning gav 90 % infångning medan horisontell svetsning bara fångade in 74 % av röken. Svetsning i plant liggande gods fångades in 94 %. Test med 1,0 mm respektive 1,2 mm tråd gav ingen signifikant skillnad vid svetsning i plant underlag. Vid svetsning i vinkel på platt underlag fångades 62 % in med 1,0 mm tråd och 55 % med 1,2 mm tråd. Med vertikal svetsning fångades 82 % in oavsett om det var uppåt- eller neråtgående riktning. Utsugseffektiviteten var högst med ett avstånd mellan utsugshylsan och skyddsgasmunstycket på 14 mm. Flödet under försöken var cirka 80 m<sup>3</sup>/h. Önskvärt flöde är 100 m<sup>3</sup>/h enligt leverantören av utsugsutrustningen.

Vid svetsning med utsuget riktat uppåt är verkningsgraden mycket låg (ca 10 %) enligt HSE.

I tidigare projekt utfördes mätningar vid bilverkstäder, där det var mycket tunn plåt som svetsades. De mätningarna gav mycket goda resultat vid användning av integrerat utsug i svetspistolen, nära 100 % av röken fångades in av utsuget. (Antonsson et al 2002).

Laboratoriestudier (Saunders et al 2008) visar att

- Det är inte svårt att justera utsugsmunstycket på integrerade utsug så att man får en effektiv infångning av föroreningar utan att påverka svetsresultatet.
- Utsugsmunstyckets optimala läge med avseende på infångningseffektivitet är ungefär 14 mm från änden av skyddsgasmunstycket.

- Infångningseffektiviteten för integrerat utsug ligger mellan 60-90 % beroende på grundmaterialets orientering och svetsriktning.

För att uppnå en hög infångningsgrad med integrerade utsug ställs stora krav. Samtidigt kan väl fungerande utsug mycket effektivt fånga in svetsröken, utan att svetsaren behöver tänka på att placera utsuget rätt.

För att integrerade utsug ska fungera väl krävs:

- *Tillräckligt luftflöde.* Integrerade utsug är ofta sorgligt underdimensionerade. Ett luftflöde på 80-100 m<sup>3</sup>/h rekommenderas. Mindre rökutveckling kräver ett lägre luftflöde, kraftig rökutveckling ett högre. Vid upphandling av integrerade utsug är specifikation av minsta flöde speciellt viktigt.
- *Kunskaper.* Detta är den ”svåraste” punktutagningsmetoden för svetsaren att arbeta med. Risken är stor att skyddsgasen störs. I trånga svetslägen behöver i allmänhet luftflödet strypas eller utsuget flyttas bak. Får svetsaren bra instruktioner och lite tid att träna är det inte svårt att lära sig arbeta med integrerat utsug. Kunskap behövs för att veta när justeringar krävs och att kunna göra rätt justeringar.
- *Motivation.* För att ett integrerat utsug ska vara effektivt, krävs att svetsaren är motiverad att lära sig arbeta med utsuget och att lära sig justera luftflöden med mer så att svetsningen ger god kvalitet.
- *Underhåll.* Integrerade utsug kräver ett regelbundet underhåll för att de ska fungera. Slangarna slits hårt och måste regelbundet repareras eller bytas. Slitaget kan minskas genom att applicera en strumpa över slangpaketet närmast pistolen.
- *Avlastningsarmar:* Avlastningsarmar är inte nödvändigt för funktionen, men är bra för att hålla slangpaketet så att den ökade vikten från den extra utsugsslangen i slangpaketet reduceras avsevärt. Dessutom elimineras snubbelrisken och slitaget minskar. En annan lösning är att man hänger upp trådmatarverket i en lätttravers eller servicearm. Man kan då också använda ett balansblock för att avlasta vikten från slangpaketet.

Vanliga misstag med integrerade utsug är:

- *Långa slangar.* Långa slangar ökar tryckfallet vilket leder till minskat luftflöde. Flödet minskar snabbt med ökat tryckfall. Man gör lätt en jämförelse med en elsladd, som lätt kan bytas till en längre. Så är alltså inte fallet med en luftslang.
- *För klena slangdimensioner.* Att byta till mindre slangdimension, t ex från 45 till 35 mm är förödande för luftflödet.
- *Anslutning av fler utsug.* Om man ansluter fler utsugsslangar till en befintlig sugkälla kommer flödet i de ursprungliga slangarna att minska. Jämförelsen med elsladdar är relevant även här. Man kan ansluta fler kontakter till en grenkontakt med bibehållen ström. Så är alltså inte fallet när man suger luft.
- *Borttagna munstycken.* På svetspistolen sitter vanligtvis ett löstagbart munstycke till utsuget. Det är löstagbart för att tillfälligt kunna monteras bort så att man kan komma åt i trånga utrymmen. Det är mycket vanligt att det plockas bort permanent. Plockas munstycket bort, försämras infångningen av rök avsevärt.
- *Svetsning i aluminium.* Vid svetsning i aluminium är vanligtvis ozon, O<sub>3</sub>, det dominerande problemet. Ozon bildas inte bara i direkt anslutning till ljusbågen, vilket innebär att integrerade utsug inte kan fånga in ozonet lika effektivt som svetsrök. Se vidare avsnitt 5.5 om ozonbildning och 5.11 om ozon vid svetsning av grundmaterial som innehåller aluminium.

## 7.2.2 Utvärdering av integrerade utsug på arbetsplatser

### *Integrerade utsug ofta i dåligt skick*

Mätningar har gjorts för att studera de integrerade utsugens effektivitet.

Före mätningarna konstaterades vid de flesta mätningar att det var hål i utsugsslangar så att de behövde tätas, att det läckte vid slanginfästningen vid aggregatet eller att hela slangpaketet behövde bytas ut, se bilderna 3-5. Hålen i slangarna varierade från något enstaka litet hål till att nästan hela slangerna var trasiga. Hål på slangar och slangbrott innebär att luften i stor utsträckning sugas in via dessa hål och öppningar istället för att tas in via hylsan i pistolen. Lågt eller obefintligt flöde genom det integrerade utsuget innebär att utsuget inte fungerar och ingen svetsrök fångas in av utsuget.

Slangarnas bristfälliga skick uppgavs bero på att slangarna lätt fastnar i godset vid pågående svetsning. När de fastnar blir det en mekanisk nötning och om grundmaterialet är hett ökar risken för hål. Förutom att slangarnas nöts när de fastnar under svetsarbetet, stör det också svetsaren. Det är möjligt att också svetsloppor bidrar till hålen i slangarna.



Bild 3, övre bilden till vänster. Hål på slangar orsakade av slitage och värme var vanliga.



Bild 4, övre bilden till höger. Slangpaketet tätas med tape före mätningarna.

Bild 5. Olika former av läckage förekom. Vanligast var läckage vid anslutningen till aggregatet och i andra hand rena slangbrott, som på bilden. Normalt åtgärdades dessa fel före mätningarna.

Bild 6 – 9 illustrerar hur en del integrerade utsug såg ut när de användes. Cirka 50 % av utsugen saknade den hylsa som ska finnas intill elektroden. De integrerade utsugen hade alltså manipulerats och hylsan hade tagits bort eller kapats, för att hylsan inte skulle vara i vägen, skymma sikten vid svetsning eller påverka svetsfogens kvalitet. Om hylsan tas bort, ökar avståndet mellan svetsplymen och utsuget. Med ökat avstånd avtar utsugets effektivitet.

En annan variant på integrerat utsug var anslutning av enbart en utsugsslang till svetspistolen. Många svetsade också med flödesreglaget inställt i öppet läge det vill säga nästan minsta möjliga utsug genom hylsan.



Bild 6-9. Bilderna 6, 7 och 9 visar svetspistoler med integrerade utsug, där hylsan som ska omsluta elektroden monterats bort eller kapats. Effekten blir att infångningen av svetsrök försämras kraftigt. Bild 8 visar en utsugsslang som monterats på slangpaketet till svetspistolen. Utsuget sitter så långt från elektroden att det i stort sett inte fångar in något alls av svetsröken.

### **Resultat av mätningar av utsugens infångningseffektivitet**

Mätningar på partikelhalter vid svetsning med utsug i svetspistolen utfördes på 46 arbetsplatser vid MIG- och MAG-svetsning. Ozonmätningar utfördes vid 25 av dessa arbetsplatser.

Vid mätningarna varierade luftflödet i utsugen mellan 17-85 m<sup>3</sup>/h med medelvärdet 35 m<sup>3</sup>/timme och standardavvikelsen 13 m<sup>3</sup>/timme. Enligt rekommendationerna ska flödet vara 80-100 m<sup>3</sup>/h.

Avståndet mellan utsuget och svetspunkten varierade mellan 1,4 – 31,5 cm, se bild 12 - 15. Avståndet bör vara några cm. Vid 5 cm krävs ett flöde på 100 m<sup>3</sup>/h för att utsuget ska vara effektivt.

Samtliga integrerade utsug utom ett var så manipulerade att de inte kan förväntas fungera.

I bilaga 1 redovisas i detalj resultaten från de mätningar som gjorts vid användning av integrerade utsug i svetspistol.

De uppmätta halterna tyder på att de flesta arbetsplatser klarade gränsvärdet för järnoxid, på 3,5 mg/m<sup>3</sup> som medelvärde under en hel arbetsdag. Halter över gränsvärdet förekommer under svetsning. Halterna under för- och efterarbete antas dock vara betydligt lägre och gränsvärdet gäller som medelvärde för en hel arbetsdag. Den stora spridningen i mätvärden tyder dock på att överskridande av gränsvärden kan förväntas åtminstone vid enstaka tillfällen vid många arbetsplatser.

En tidigare studie visade att integrerade utsug är mycket effektiva med en infångning på nära 100 % av bildad svetsrök under optimala förhållanden. De mätningar som gjorts i detta projekt visar betydligt sämre infångning av svetsrök och ozon av utsug integrerade i svetspistol.

Utvärderingen av integrerade utsug visar flera skäl till att de integrerade utsugen har dålig effekt.

- Flödet i utsugen var generellt sett lågt och i de flesta fall betydligt under gällande rekommendationer om 80 – 100 m<sup>3</sup>/timme. Med så låga flöden kan man inte förvänta sig att de integrerade utsugen ska fungera väl.
- I flera fall var svetspistolens hylsa borttagen, se bilderna 12, 13 och 15. När hylsan är borttagen försämras infångningseffektiviteten mycket kraftigt. När avståndet till källan är mer än 5 cm är infångningskapaciteten försumbar. Svetsarna gav följande anledningar till att hylsan monterats bort:
  - Hylsan är i vägen när man svetsar i trånga utrymmen.
  - När utsuget hamnar för nära svetspunkten sugs skyddsgasen bort och kvaliteten på svetsfogen blir sämre.
  - Hylsan trillar ändå av och då är det lika bra att ta bort den själv.

Dessa två faktorer bedöms vara avgörande för den dåliga funktionen hos de integrerade utsug som utvärderats.

Andra faktorer som också kan ha bidragit är:

- Vid svetsning i tjockare material krävs högre effekt. Vid svetsning i tunnplåt (där de integrerade utsugen fungerade mycket bra) svetsas med betydligt lägre effekt än vid mätningarna som redovisas ovan. Högre effekt ökar bildningen av svetsrök. Vid låga effekter, cirka 100 A och MIG-svetsning i tunn stålplåt kan utsugen fånga in hela eller nästan hela rökplymen. Vid mätningarna ovan kunde man se att de integrerade utsugen inte fångade in all bildad svetsrök.
- Utsugets infångningseffekt förbättras om svetspistolens hålls i rätt läge. Effektivast är om svetspistolens hålls så att utsuget placeras ovanför svetspunkten, eftersom röken stiger uppåt från svetspunkten. Om svetspistolens vinklas och utsuget hamnar nedanför eller bredvid rökkällan fångas en mindre andel av röken upp av utsuget.
- Reglaget på svetspistol och aggregat var olika inställt för olika svetsare. De som svetsade med spjället delvis eller helt öppet gjorde det främst för att minska flödet och därmed inte

suga bort skyddsgasen. När skyddsgasen sögs bort upplevde de att svetsfogarna blev sämre. Dåliga svetsfogar kan innebära att fogen måste slipas ner och svetsas om.

Det fanns också svetsare som var positiva till att använda hylsan. En hade provat både med och utan. Han använde hylsan eftersom röken sugts bort effektivare och arbetsmiljön blev bättre.

I samband med mätningarna framkom flera påpekanden och åsikter om utsug i svetspistolen som handlade om handhavande, åtkomlighet och kvalitet på svetsfog.

En faktor som inte har studerats ingående men som har betydelse för luftflödet i utsuget och utsugets infångningseffekt är diametern på utsugsslangen. Slangar med diameter 45 mm har högre flöde än slangar med diameter 35 mm. När slangdiametern minskar, ökar motståndet i slangen och luftflödet minskar. Även slanglängden har betydelse för flödet, särskilt vid mindre slangdiameter. Ökande slanglängd innebär ökat motstånd och minskande flöden. På ett företag hade man kvar några äldre aggregat som hade 45 mm:s slang och nyare aggregat med 35 mm:s slang. Flödet uppmättes grovt till 55 respektive 85 m<sup>3</sup>/h med 45 mm:s slangar. Det lägre flödet uppmättes på ett aggregat med längre slang. För 35 mm:s slangar på samma företag uppmättes för sex utsug värden från 23 till 31 m<sup>3</sup>/h. Både 35 och 45 mm:s utsugen var kopplade till samma fläkt.

Analys av mätningarna visar att den mänskliga faktorn har stor betydelse. En del svetsare får bra svetsresultat med fullt flöde på utsuget medan andra måste strypa flödet för att undvika att svetskvaliteten försämras. Ett exempel illustrerar detta. Vid en av verkstäderna konstaterades efter avslutad mätning att det var betydligt mer rök vid en svetsarbetsplats jämfört med tidigare under dagen. Under mätningen hade en svetsare från ett annat skift utfört arbetet. Svetsaren hade utfört arbetet med maximalt flöde i utsuget och större delen av plymen hade fångats in. Senare under dagen utfördes samma arbetsuppgifter med samma svetsutrustning av en annan svetsare, men nu med ett mycket lågt flöde i utsuget. Eftersom det var MAG-svetsning med rörtråd och strömstyrka på över 300 A bildades mycket svetsrök som spreds till svetsaren och angränsande arbetsplatser. Vid samtal med svetsaren om svetsröken så var motiveringen att det inte gick att ha högre flöde för då blev inte svetsfogen bra.

## **Slutsatser om integrerade utsug**

Erfarenheterna från mätningarna och analys av mätresultaten visar att integrerade utsug kan fungera väl och fånga in en stor del av svetsröken, förutsatt att utsugen underhålls väl, ställs in på rätt flöden, att hylsan inte monteras bort och att svetsningen inte utförs med svetspistolen riktad uppåt. Flera av de mätningar som gjorts, visar att

- integrerade utsug kan fungera väl vid svetsning i tunnare plåt och med lägre strömstyrka då det inte bildas så mycket svetsrök
- integrerade utsug kan också fungera väl vid högre strömstyrkor, men då krävs det att luftflödet är tillräckligt högt, att svetspistolen hålls så att utsuget har lätt att fånga in svetsröken, att utsuget är i gott skick och inte manipulerat på något sätt samt att svetsaren klarar av att ställa in skyddsgasflöde med mera så att kvaliteten i svetsfogen blir bra.
- Integrerade utsug tar effektivt det ozon som bildas vid ljusbågen. Däremot tar det inte den mindre del av ozonet som eventuellt kan bildas på avstånd från ljusbågen.

Om de integrerade utsugen inte underhålls, hylsan plockas bort, luftflödena justeras ner så att flödet blir så lågt att svetsröken inte fångas in, har de integrerade utsugen liten effekt på svetsarens exponering för svetsrök. Integrerade utsug som inte fångar in svetsröken är en belastning för

svetsaren som måste arbeta med en svetspistol som är tyngre och otympligare och som inte ger andra fördelar i form av lägre exponering för svetsrök.

## 7.3 Rörliga utsug

### 7.3.1 Allmänt om rörliga utsug

Rörliga utsug är punktutsug som är fästa på en rörlig arm som går att flytta till olika positioner. En vanlig benämning är därför utsugsarmar. Den rörliga armen kan antingen vara en friktionsarm som främst används för mindre arbetsytor eller en kranarm som främst används när utsuget måste ha större räckvidd. När det rörliga utsuget används vid svetsning ska det placeras i en position så att röken fångas in och sugs bort från svetsaren och minskar svetsarens exponering för svetsröken. Bild 10 visar hur en rörlig arm kan se ut och bild 11 visar utsuget.



Bild 10. Ovan. Svetsarmar på ett mindre företag



Bild 11. Ovan till höger. Utsuget på armen bra placerat i samband med svetsning. På bilden ses även instrumentet som användes för mätning av svetsrök och slangen till mätinstrumentet för ozon.

En variant av rörliga utsug är flyttbara utsugsmunstycken som placeras intill svetsfogen med hjälp av en magnet. De ansluts via slang till ett centralt utsugssystem eller ett bärbart filteraggregat. Donet måste placeras mycket noggrant i förhållande till svetsfogen och måste ofta flyttas under svetsningen för att vara effektivt. I praktiken är lösningen så omständlig att den är betydligt mindre använd än till exempel utsugsarmar. Vid de besökta företagen, fanns inga flyttbara magnetförsedda utsugsmunstycken.

Utsugets effektivitet beror på flera faktorer, bland annat

- luftflöde i utsuget,
- avstånd mellan svetspunkt och utsug,
- hur mycket rök som bildas,
- eventuella luftrörelser i lokalen som påverkar rökplymen.

Parametrar som påverkar mängden svetsrök, som typ av tråd har ingen betydelse för punktutsugens infångningseffektivitet.

Flödet i utsuget bör helst vara minst 1000 m<sup>3</sup>/h. Högre flöde ökar utsugets räckvidd. Trots högt flöde avtar hastigheten fort med avståndet från öppningen. Redan på några decimeters avstånd är

hastigheten nere på samma hastighet som svetsplymen. Det medför att drag och andra luftrörelser kan störa utsuget. I praktiken kan man inte räkna med att utsuget fångar in svetsrök effektivt på längre avstånd än cirka 0,5 m. Exempel på orsaker till drag som stör utsugens effektivitet på längre avstånd är truckar och personal som passerar nära svetsplatsen eller dörrar och portar som öppnas.

Varm rök stiger uppåt. Utsuget ska därför om möjligt placeras något snett ovanför svetspunkten så att röken stiger mot utsuget och så att utsuget drar röken bort från svetsaren. Om utsuget placeras på för stort avstånd från svetspunkten kan svetsaren hamna mellan utsug och svetspunkt. Placeras utsuget högst 0,3 m från svetspunkten kan man knappast komma in med huvudet (andningszonen) mellan svetspunkten och källan. Om utsuget är placerat nära källan kan också lägre flöden ner till cirka 600 m<sup>3</sup>/h accepteras (Antonsson et al 2002).

Laboratorieexperiment har visat att det går att få närmare 100 % infångningseffektivitet med rörligt utsug utan att påverka svetsfogens kvalitet (Pocock et al 2009). Det är viktigt att avståndet mellan ljusbåge och utsug är högst lika stort som diametern på utsugsöppningen. Om utsuget placeras rakt över ljusbågen kan man uppnå över 80 % infångningseffektivitet vid avstånd på upp till två diametrar. Om utsuget är placerat i en 45° vinkel från lodlinjen kan man uppnå 82 % effektivitet på ett avstånd motsvarande diameters avstånd, men effektiviteten sjunker kraftigt med ökande avstånd.

En nackdel med rörliga utsug är att de fungerar inom ett begränsat område. Vid svetsfogar som är längre än i storleksordningen 0,5 m är inte utsuget effektivt längs hela svetsfogen om inte svetsaren avbryter svetsningen och flyttar punktutsuget när svetspunkten förflyttats. I praktiken vill svetsaren oftast inte avbryta svetsningen, eftersom det påverkar kvaliteten på svetsfogen.

Laborarietesterna (Pocock et al 2009) visar också att

- Det är enkelt att justera rörliga utsug så att de effektivt fångar in svetsrök utan att påverka svetskvaliteten om man svetsar i ett plant material. Vid svetsning i vinkel (hörn) är det inte lika enkelt att optimera utsugen.
- Vid svetsning i vinkel (hörn) är integrerat utsug ett bra alternativ till rörligt utsug. De svetsare som intervjuats, påpekar dock att just vid svetsning i hörn, stör integrerade utsug skyddsgasen.
- Infångningseffektiviteten för rörliga utsug ligger i laborarietest mellan 80-100 % beroende på grundmaterialets utformning. Det förutsätter dock att utsuget är rätt placerat.

Placeras utsuget på svetsbänken med öppningen vänd mot svetsriktningen visar erfarenheten att man kan uppnå hög effektivitet inom 3 dm, förutsatt att flödet i utsuget är tillräckligt (minst 600 m<sup>3</sup>/h). Korsdrag har en kraftig negativ effekt på effektiviteten om utsuget placeras mer än 3 dm från svetspunkten. Även om man i vissa fall kan uppnå hög effektivitet vid större avstånd är rekommendationen att hålla sig inom 3 dm och att justera avståndet ofta.

Till utsugsarmarnas **fördelar** hör att de täcker in relativt stora arbetsytor, förutsatt att utsuget flyttas med. Utsugen innebär ingen extra fysisk belastning för svetsaren. Risken att utsuget stör skyddsgasen är liten.

En fördel är att det tar en del av det eventuella ozon som bildas på avstånd från ljusbågen.

Den stora **nackdelen** är att utsuget hela tiden kräver en aktiv insats av svetsaren, som hela tiden måste flytta med sig utsuget.

Det är lätt för en utomstående att se när svetsaren inte flyttar med sig utsugsarmen och att röken tar en annan väg än till utsuget. Det är inte lika lätt för svetsaren att se om röken även sprids till lokalen eftersom svetsaren ser genom det nedbländande svetsvisiret och är fullt koncentrerad på att utföra ett fullgott svetsarbete. **Det är mycket vanligt att rörliga utsug inte används eller används fel.**

Även rörliga utsug behöver underhållas. Lederna slits (gäller friktionsarmar), vilket innebär att armen inte stannar i vald position. Det leder i sin tur till irritation, vilket kan leda till att man slutar använda utsugen. Slangarna ska kontrolleras regelbundet, så att de inte läcker. Lämpligt är att mäta upp lufthastigheten i utsugen då de är nya och sedan kontrollera att flödet inte minskat. Dåligt underhållna utsug leder ofta till att de inte används alls.

I en studie av nitton bilplåtverkstäder (Christensson et al 2001) fanns utsugsarmar vid femton av verkstäderna. Av dessa hade två ett flöde under 3 m/s i utsugsöppningen. Vid en verkstad fungerade inte det enda rörliga utsuget alls och vid en annan verkstad räckte inte utsuget fram till svetsstället.

Av de nitton verkstäderna hade elva fungerande utsug. En granskning av hur de rörliga utsugen användes vid dessa elva verkstäder visade att

- Vid fyra verkstäder var utsuget hela tiden felaktigt placerat så att inget eller endast en mindre del av svetsplymen fångades in.
- Vid fyra verkstäder startade svetsarbetet med utsuget rätt placerat men därefter fortsatte svetsningen utanför utsugets infångningsområde.
- Vid en verkstad användes inte utsuget.
- En verkstad hade utsuget så bra placerat som möjligt men svetspunkten under bilskärmen kunde inte nås så att utsuget effektivt kunde fånga in röken
- Vid en verkstad var utsuget rätt placerat under hela svetsningen och fångade effektivt in svetsröken.

Denna sammanställning visar med all önskvärd tydlighet att det finns uppenbara och stora brister i användningen av rörliga punktutsug. Erfarenheten från Arbetsmiljöverkets engelska motsvarighet, HSE, är också att punktutsugen vid svetsning ofta inte används eller är fel placerade.

### 7.3.2 Utvärdering av rörliga utsug

#### **Rörliga utsug hanteras ofta fel**

De besökta svetsverkstäderna syn på de rörliga utsugen varierade. Vissa svetsare använde normalt inte punktutsugen. Svetsarna uppgav att de rörliga utsugen inte användes, eftersom:

- Utsugsarmarna är besvärliga att flytta med vid svetsning, till exempel om svetsområdet är stort eller svetsfogen lång.
- Utsugsarmen stannar inte kvar i den position som den placeras.
- Precis som för integrerat utsug så kan svetsfogen bli porig om inte svetsparametrarna är optimala.
- Det är svårt att komma åt med utsuget i trånga utrymmen eller slutna konstruktioner.
- Utsugsarmarna krockar med traverser som används för att flytta grundmaterialet.
- Utsugsarmarna är tunga att justera.
- Utsugsarmen har inte tillräcklig räckvidd.

En svetsare hade tidigare använt sig av rörligt utsug, men använde nu utsug i svetspistolen och tyckte att detta var en bättre lösning eftersom ovanstående problem inte fanns med det integrerade utsuget.

På flera arbetsplatser, som besöktes var utsugen ibland placerade så att röken sugts ut men först när den passerat svetsarens andningszon.

Vid samtal med svetsarna vid mätningarna framkom det flera åsikter om problem med rörliga utsug som handlade om hantering av utsuget och påverkan på svetsfogens kvalitet.

För att rörliga utsug ska fånga in svetsröken effektivt, bör de vara lätta att hantera och flytta. Om utsugen är tröga eller svåra att placera väljer svetsaren ofta att inte flytta och placera utsugen i rätt läge. Flera kommentarer i samband med mätningarna visar att detta är ett reellt problem.

Arbetsbelysning placerad på utsugsarmen vid punktutsugets öppning är ett sätt att öka svetsarens motivation för att använda de rörliga utsugen.

## Resultat av mätningar av utsugens infångningseffektivitet

Mätningar för att studera rörliga utsugs effektivitet utfördes på sex arbetsplatser (partikelmätningar) respektive tre arbetsplatser (ozonmätningar). Resultatet visas i Tabell 2 och 3.

Tabell 2. Resultat av partikelmätningar med respektive utan rörligt utsug som åtgärd. En kvot (%) som är mindre än 100 innebär att det är mindre partiklar med jämfört med utan rörligt utsug.

Utvärdering	Antal mätningar	Mätresultat	
		Geometriskt medelvärde ± standardavvikelse	MV, fem högsta värdena ± standardavvikelse
Med utsug	6	0,5 mg/m <sup>3</sup> ± 0,5 mg/m <sup>3</sup>	2 mg/m <sup>3</sup> ± 2,1 mg/m <sup>3</sup>
Utan utsug	6	2,3 mg/m <sup>3</sup> ± 3 mg/m <sup>3</sup>	19 mg/m <sup>3</sup> ± 13 mg/m <sup>3</sup>
<b>Kvot % (Med/Utan utsug)</b>	<b>6/6</b>	<b>22 %</b>	<b>11 %</b>

Tabell 3. Resultat av ozonmätningar med respektive utan rörligt utsug som åtgärd. Nivågränsvärdet för ozon är 100 ppb som medelvärde under ett helt skift och 300 ppb som takgränsvärde under 15 minuter. En kvot (%) Med/Utan utsug som är mindre än 100 innebär att det är mindre ozon med än utan utsug. 0,5 m respektive 1 m avser mätpunktens avstånd från svetspunkten.

Utvärdering	Antal mätningar	Uppmätt halt ozon	
		Geometriskt medelvärde ± standardavvikelse	
Med utsug, 0,5 m från svetspunkten	3	24 ppb ± 5 ppb	
Utan utsug, 0,5 m från svetspunkten	3	22 ppb ± 14 ppb	
<b>Kvot % (Med/Utan utsug)</b>	<b>3/3</b>	<b>109 %</b>	
Med utsug, 1 m från svetspunkten	1	14	
Utan utsug, 1 m från svetspunkten	1	15	
<b>Kvot % (Med/Utan utsug)</b>	<b>1/1</b>	<b>91 %</b>	
<b>Kvot % 0,5/1 m med utsug</b>	<b>3/1</b>	<b>171 %</b>	
<b>Kvot 0,5/1 m utan utsug</b>	<b>3/1</b>	<b>147 %</b>	

Luftflödet i utsugen mättes på fem arbetsplatser. Lägsta flödet var 650 och högsta 970 m<sup>3</sup>/h.

Avståndet mellan utsuget och svetspunkten varierade mellan 14 – ca 80 cm.

### **Slutsatser om rörliga utsug**

Som med de integrerade utsugen visar erfarenheter från mätningarna att den mänskliga faktorn har stor inverkan på resultaten. De flesta har utsugen på något längre avstånd än 30 cm. Under företagsbesöken menade endast en person att det inte gick att ha huvudet så nära som 30 cm eftersom det kunde bli porer i svetsfogen särskilt i början av svetsningen. I övrigt var det ingen som framförde problem med svetsning med rörligt punktutsug.

Få mätningar har utförts med rörligt utsug, men rätt använd fångas en större andel av röken in vid tung svetsning jämfört med integrerade utsug. Det större frånluftsflödet bör även medföra att ozon som bildas utanför svetspunkten i större omfattning förs bort med det rörliga utsuget jämfört med det integrerade utsuget. Mätningarna tyder dock på att den effektiva borttransporten av partiklar minskar nedbrytningen av ozon, vilket innebär att halten ozon kan vara högre med väl fungerande rörliga utsug än utan utsug.

## **7.4 Mobila utsug**

Mobila utsug har inte utvärderats i denna studie. Mobila utsug består ofta av en utsugshuv/-öppning som ska placeras nära svetspunkten, en slang via vilken luften sugas med hjälp av en fläkt till ett filter som skiljer av partiklar. Ibland finns dessutom en slang som ska leda bort den filtrerade luften från svetsarbetsplatsen. De flesta mobila utsug har ingen avskiljning av svetsgaserna. Om luften inte avleds utomhus återförs den filtrerade luften till lokalen. Återföring av processluft tillåts enligt Arbetsmiljöverkets föreskrift "Arbetsplatsens utformning" (AFS 2009:02, § 22) enbart om luften renas innan den återförs till lokalen.

I samband med mätningar i andra projekt har mobila utsug påträffats. Subjektivt bedömdes utsugen ha begränsad effekt på exponeringen. Erfarenheten från ett fåtal mätningar är dock för litet för att dra några slutsatser om mobila utsugs effektivitet.

Erfarenheter från andra IVL-projekt tyder på att vid svetsning är den vanligaste åtgärden vid mobila arbetsplatser, till exempel byggarbetsplatser, att svetsaren använder skyddsutrustning, främst fläktmatat andningsskydd.

## **7.5 Allmänventilation i svetslokaler**

Allmänventilation ska tillföra väl tempererad uteluft och transportera ut förorenad varm luft. Lufttillförseln ska ske med så låg lufthastigheter och vid en sådan temperatur att lokalen inte upplevs som dragig. Allmänventilation är normalt inte det effektivaste sättet att sänka halten luftföroreningar till under gällande gränsvärden nära föroreningskällan.

## 7.5.1 Allmänt om allmänventilation

### ***Ventilationsbehov vid svetsning***

Ventilationsbehovet styrs av de föroreningar och den värme som verksamheten alstrar. I handböcker rekommenderas fem luftomsättningar per timme för svetshallar, d v s en luftvolym fem gånger lokalvolymen ska tillföras respektive transporteras bort varje timme. För bilverkstäder är motsvarande rekommendation tre omsättningar per timme.

Det finns metoder för att beräkna luftomsättningsbehovet för att ventilera ut svetsrök. Metoderna bygger på data om emissionen från olika svetsmetoder inklusive svetsparametrar som strömstyrka och tråd (t ex BGI 616). Vid beräkning av ventilationsbehovet måste även andra dammande arbete beaktas till exempel slipning, skärning mm.

### ***Allmänventilationen skyddar inte svetsaren ...***

Allmänventilationen har liten betydelse för borttransport av luftföroreningar nära föroreningskällan. Svetsaren arbetar nära svetsröken (föroreningskällan) och exponeras för svetsplymen oberoende av allmänventilationen. Svetsarens exponering för svetsplymen kan effektivt begränsas enbart med någon form av punktutdrag eller andningsskydd. För ozon, som även kan bildas 1 – 2 m från svetsaren, har dock allmänventilationen betydelse. Allmänventilation har också stor betydelse för klimatet på arbetsplatsen.

### ***... men är viktig för att minska andras exponering***

Svetsplymen sprids ut i lokalluften och bildar en bakgrundshalt av svetsrök i lokalen. När ren tilluft tillförs lokalen blandas den in i lokalluften, d v s den befintliga lokalluften späds ut. En god allmänventilation hjälper till att transportera bort svetsröken innan den hunnit spridas ut i hela lokalen, vilket sänker bakgrundshalten i på arbetsplatserna. Allmänventilationens utformning har därför stor betydelse för andra som arbetar i svetshallen.

Alla som vistas i svetshallen exponeras för bakgrundshalten. Bakgrundshalten varierar över tid beroende på när dammande arbete pågår. Bakgrundshalten varierar också i rummet och ökar i närheten av svetsarbete och annat dammande arbete.



Bild 12. Dimman på bilden härrör från svetsrök. Om allmänventilationen är dålig, ventileras röken inte ut utan sprids i hela lokalen. Bilden är från ett smidesföretag som besöktes i ett tidigare projekt. Efter besöket vidtogs ventilationstekniska åtgärder.

### ***Nominell resp. effektiv luftomsättning och verkningsgrad***

Allmänventilationen anges ofta som nominell luftomsättning, det vill säga antal luftutbyten per timme och beräknas som luftflödet per timme dividerat med lokalens volym. Den effektiva luftomsättningen är lägre än den nominella. Begreppet effektiv luftomsättning eller effektivt luftutbyte är också den term som ventilationstekniker använder. En effektiv luftomsättning på 100 % kan enklast beskrivas som att tilluften kommer in som en kolv i lokalen och trycker ut den gamla förorenade luften ut i frånluftsventilerna, utan att blandas med den. Det är uppenbart att inga ventilationssystem fungerar så, vilket också innebär att ventilationseffektiviteten är lägre än den nominella luftomsättningen. Ibland används begreppet verkningsgrad för att beskriva det effektiva luftutbytet i procent av det nominella luftutbytet. Beroende på ventilationssystemets utformning skattas verkningsgraden för de svetshallar som besökts till mellan 30 och 60 %.

### ***Borttransport av förorenad luft***

Eftersom svetsrök är varm, stiger den uppåt och större delen ligger kvar under tak. Frånluften brukar därför tas ut strax under tak (bild 13). Om byggnaden är dåligt isolerad kallnar den svetsröksbemängda luften under taket (låg utomhustemperatur kyler tak och väggar) och sjunker nedåt innan den nått frånluftsdonet. I främst större svetshallar kan ibland flera frånluftsdon behövas för att effektivt fånga in och ventilerar ut svetsröken innan den kallnat och börjar sjunka.

Vid placering av frånluftsdon brukar de mest förorenade processerna beaktas.



Bild 13. Frånluftsdon placerat under tak

### **Tillförsel av luft**

Uteluft tillförs genom antingen ett omblandande eller ett deplacerande system. Ofta tillförs luften genom flera don med högre eller lägre hastighet eller genom ett fåtal don med hög hastighet. Det är en fördel om luften kan tillföras de delar av lokalen där renare verksamhet utförs. På det sättet strömmar luften från renare mot mer förorenade delar av lokalen.

Vid **omblandande ventilation** blåses friskluften från högt placerade don snett nedåt med en hastighet på flera meter/sekund. På vägen mot golvet blandas friskluften med den omgivande lokalluften och hastigheten sjunker samtidigt som uteluften successivt blir mer förorenad. Samtidigt närmar sig temperaturen lokalluftens. När luften når golvnivå ska hastigheten vara mindre än 0,2 m/s. Verkningsgraden hos omblandande ventilation är under 50 % av den nominella, ofta ned mot 30 %. Fördelen med omblandande ventilation är att uppvärmd luft kan blåsas in och värma lokalen, men även att tilluften sprider värme till golvnivån. En stor nackdel är att varma svetsplymer, som annars skulle ha stigit upp mot undertaket, istället kan spridas ut i lokalen av tilluften.

En annan nackdel med omblandande ventilation är att den kan upplevas som dragig. Var tilluften träffar golvnivån och arbetszonen beror på var tilluften tillförs, tilluftens begynnelsehastighet och temperatur och lokalens temperatur. Ett exempel: en dag när lokalluften är varm tillförs inte lika mycket värme med tilluften. Tilluften är då svalare, sjunker snabbare mot golvet och når därför golvet tidigare och mer koncentrerat, d v s med högre hastighet och lägre temperatur. Arbetsplatserna som påverkas av tilluften upplevs då dragiga.

I svetshallar med stor takhöjd kan tilluften med fördel tillföras via don som är placerade på ungefär halva lokalhöjden. Det innebär att mindre mängd förorenad luft (som brukar ansamlas under taket) återförs (jämfört med tilluftdon placerade precis under tak) samtidigt som varm luft kan tillföras lokalen.

Med **deplacerande** tilluftsdon tillförs uteluften i golvnivå, med låg hastighet och några grader kallare än lokalluften. Detta innebär att deplacerande tilluft "flyter ut" över golvet. Den varma och förorenade svetsplymen stiger tillsammans med uppvärmd lokalluft upp mot taket. Den uppvärmda lokalluften är till exempel luft som värms upp av svetsaggregat, skärbrännare och annan maskinell utrustning samt den varma utandningsluften från personalen och den luft som värms upp av

personalens kroppstemperatur. I svetshallar är dock effekterna från svets och andra maskiner så stora att värmeenergin från personalen är försumbar.

Deplacerande tilluft tillförs via don, med en stor yta, vilket innebär att tilluftens hastighet är låg. Tillförsel av undertempererad luft med låg hastighet innebär att omblandning med lokalluften minimeras. Arbetsplatser nära donen kan upplevas som dragiga trots den låga hastigheten eftersom luften är undertempererad. De deplacerande donen bör därför inte placeras alltför nära arbetsplatser. Den effektiva luftomsättningen är betydligt högre för deplacerande än för omblandande ventilation. Detta beror på att med deplacerande ventilation minskas inblandning av lokalluft i tilluften. Verksamheten i svetshallen gör dock att viss omblandning inte går att undvika. Den effektiva luftomsättningen kan vara över 50 %.

För deplacerande ventilation ska fungera måste det finnas utrymme för den förorenade luften ovanför arbetsplatserna. I praktiken bör takhöjden vara cirka fem meter eller mer.

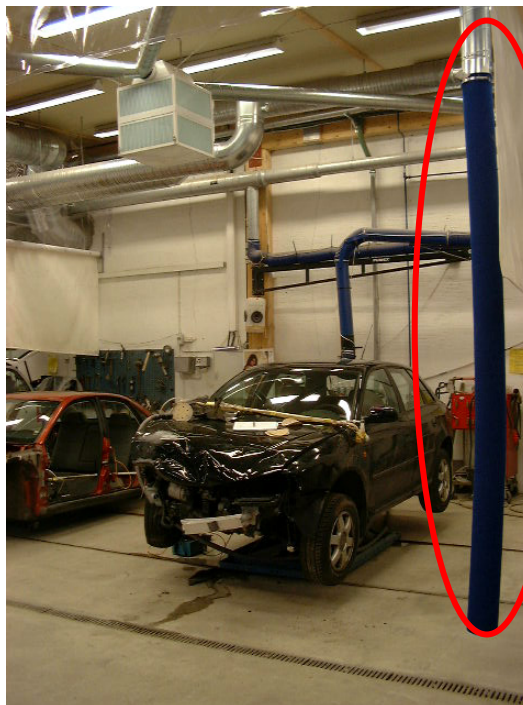


Bild 14-16. Tilluftsdon. Ovan till vänster visas ett don för omblandande ventilation. Till vänster nedan och ovan till höger visas tilluftsdon för deplacerande ventilation.

### ***Punktutsug och platsventilation - ekonomiska och viktiga***

Effektiva utsug som fångar in föroreningarna nära källan minskar inte bara svetsarens exponering utan också bakgrundshalten i lokalen.

Ur ett ekonomiskt perspektiv är det billigast att fånga in och föra bort föroreningar så nära källan som möjligt. Ju närmare föroreningskällan ett utsug placeras, desto lägre flöde krävs för att fånga in föroreningarna. Med utsug i pistolen räcker det med flöden på 80 - 100 m<sup>3</sup>/h, förutsatt att det integrerade utsuget har korrekt hylsa. Med rörligt utsug krävs flöden på 600 - 1000 m<sup>3</sup>/h. Den luft som förs bort, måste ersättas och under en stor del av året måste den nya luften också värmas upp. Höga flöden som dessutom måste värmas, kräver energi vilket kostar.

Även om utsugen inte fångar in 100 % av föroreningarna, är det mer kostnadseffektivt att med låga flöden fånga in en del av luftföroreningarna istället för att ventiler bort mycket luft (höga flöden) med utspädda och låga halter av luftföroreningar.

Ofta används värmväxlare för att ta tillvara energin i frånluften. Eftersom frånluften är förorenad måste värmväxlare skyddas av ett effektivt partikelfilter. Det är också viktigt att filtret byts regelbundet så att luftomsättningen inte minskar på grund av igensatta frånluftsfiltre. Med punktutsug minskar nedsmutsningen av värmväxlarens skyddsfilter.

## 7.5.2 Utvärdering av allmänventilation

Vid svetsning bildas i regel så mycket rök att det inte är realistiskt att enbart med allmänventilationen ventiler bort svetsröken så effektivt att svetsarens exponering ligger under gränsvärdet. Ett undantag är om svetsning sker tillfälligt under mycket kort tid. Däremot ska allmänventilationen kunna transportera bort svetsrök och ozon så att halterna ligger klart under aktuella gränsvärden i svetslokalen någon meter från svetsarbetsplatserna.

### ***Luftomsättningen i svetshallar är för låg***

Uppgifter om luftomsättningen inhämtades i samband med arbetsplatsbesök i nio svetshallar. För två av hallarna saknas ventilationsdata och några mätningar av allmänventilationen har inte utförts i detta projekt. På basis av uppgifter om allmänventilation och punktventilation samt kompletterande mätningar och lokalmått har antalet luftutbyten av lokalluften per timme beräknats, se tabell 4. Vid beräkningen har inte utbyteseffektiviteten beaktats, dvs det sanna (effektiva) luftutbytet är lägre än de redovisade nominella värdena. Skillnaden mellan det nu beräknade luftutbytet och det sanna luftutbytet beror på ventilationsanläggningens utformning.

I samtliga hallar användes i samband med besöket någon form av punktutsug på svetsarbetsplatserna. Den vanligaste åtgärden var utsug integrerat i svetspistolen följt av rörligt utsug. Samtliga sju hallar för vilka det finns uppgifter om luftomsättning, hade en nominell luftomsättning under fem omsättningar per timme.

Tabell 4. Nominell luftomsättning i sju besökta svetshallar. I luftomsättningen ingår inte okontrollerad ventilation från eventuella öppna portar och dörrar. Flödet från punktutsug är inte medräknat.

Luftomsättning, antal nominella luftutbyten/timme	Antal företag
0 – 1,5	1
1,5 – 2,5	4*
2,5 – 5,0	2
5,0 – 10,0	0
>10,0	0

\*Vid ett företag fanns även flera större luftrenare som återförde luften efter filtrering. Dessa har inte medräknats vid beräkning av det nominella luftutbytet.

I ett tidigare projekt noterades luftomsättningen i bilplåtverkstäder baserat på uppgifter om uppmätta flöden och lokalvolym (Christensson et al, 2001). Endast 20 - 25 % av de besökta företagen uppfyllde de rekommenderade tre omsättningarna/timme, se tabell 5. På bilplåtverkstäderna fanns även andra åtgärder eller kombinationer av åtgärder som punktutsug, avskärmade och inbyggda arbetsplatser så att röken inte skulle spridas till andra arbetsplats samt verktyg med integrerade utsug.

Tabell 5. Nominell luftomsättning i några bilplåtverkstäder (Christensson et al 2001).

Luftomsättning, antal nominella luftutbyten/timme	Antal företag
0 – 1,5	5
1,5 – 2,5	9
2,5 – 5,0	2
5,0 – 10,0	3
>10,0	0

Slutsatsen är att lokaler avsedda för svetsning ofta inte uppnår rekommenderad luftomsättning.

Utgående från uppgifter om allmänventilationen ( $\text{m}^3/\text{h}$ ), publicerade värden på källstyrka ( $\text{mg}$  rök/s) från grövre svetsning i låglegerat stål, antal svetsare och uppgiven andel av arbetstiden som är bågtid kan man beräkna medelhalten av partiklar i svetshallarna till i storleksordningen  $10 \text{ mg}/\text{m}^3$  förutsatt att röken sprids jämt i hela lokalvolymen. Mätning av bakgrundshalten i svetshallarna visar att bakgrundshalterna varierade mellan  $0,2$  och  $1,6 \text{ mg}/\text{m}^3$ , när inget annat dammande arbete utfördes. Den beräknade bakgrundshalten är i storleksordning  $5 - 50$  gånger högre än den uppmätta. Det finns flera orsaker till den stora skillnaden, punktutsug tar en betydande del av plymen och en del av plymen stiger upp och ligger som ett förorenat skikt under taket innan den ventileras ut. Det förekommer också relativt mycket okontrollerad ventilation via portar och dörrar, som också bidrar till att sänka halterna (se nedan). Dessutom är föroreningarna inte jämt fördelade i lokalen. En möjlig delförklaring är att bågtiden överskattas.

I praktiken är luftomsättningen högre än de i tabell 4 redovisade värdena. Klagomål på luften och ökad ventilering genom öppna portar och dörrar förekom på flera besökta företag. Detta gällde även de företag som hade högre luftomsättning.

### **Okontrollerad ventilation via portar och dörrar**

På tre av de nio svetsföretagen var en eller flera ytterportar helt eller delvis öppna under en stor del av våra besök, vilket innebar att uteluft drog in i lokalerna. På fyra företag var en eller flera portar öppna till andra lokaler där det i sin tur ofta fanns en eller ibland flera ytterportar. Endast på två företag var portar och andra öppningar huvudsakligen stängda.

På ett svetsföretag var (vintertid) en port öppen cirka  $20 \text{ cm}$ . Via denna lilla öppning tillfördes lokalen ett luftflöde på cirka  $8000 \text{ m}^3/\text{h}$ . Den mekaniska ventilationen var cirka  $12\,500 \text{ m}^3/\text{h}$ , d v s draget genom porten ökade den nominella luftomsättningen med cirka  $65 \%$ .

Portar som ofta står öppna kan ha stor betydelse för exponeringen för svetsrök. Ett problem med öppna portar och dörrar är att de som arbetar nära dem ofta besvärar av drag. På några företag rådde det olika uppfattning bland personalen om portarnas öppethållande. Personal längre in i lokalen ville ha porten öppen och personal nära porten ville ha den stängd.

Drag från den öppna porten kan också påverka svetsplymens riktning vilket kan få konsekvenser för både utsugets infångningseffektivitet och svetsarens exponering (se bild 17 och 18). Öppna portar medför ofta att svetsröken späds ut och sprids till andra lokaler.



Bild 17 och 18. Dessa bilder illustrerar betydelsen av drag för svetsarens exponering för svetsrök. Bilderna togs vid samma arbetsplats först när porten var stängd och sedan strax efter att porten öppnats. Svetsplymen rör sig i ena fallet rakt upp mot andningszonen och i det andra fallet rör den sig bort från svetsaren.

### **Luftrenare**

I en av svetshallarna fanns flera luftrenare som renade luften från partiklar och därefter återförde luften till lokalen. Tanken var att luftrenaren skulle minska ventilationsbehovet. Det är dock mycket tveksamt om luftrenare är en bra metod för att minska svetsröken. Svetsröken innehåller inte bara partiklar utan också gasformiga ämnen. Dessa passerar luftrenaren och om allmänventilationen i övrigt är otillräcklig, ökar halterna av dessa gaser.

### **Slutsatser om allmänventilation**

Allmänventilationen i svetshallar är ofta underdimensionerad. Drag genom öppna portar och dörrar ger ett betydande men okontrollerat bidrag till allmänventilationen. Draget ger ofta problem med kyla och drag vid arbetsplatser nära öppna portar och dörrar. Draget kan också minska punktutsugens effektivitet. Dessutom kan draget bidra till att sprida svetsrök i lokalen och till andra lokaler.

Allmänventilationen i svetshallar behöver förbättras.

- Den nominella luftomsättningen exklusive punktutsug bör vara minst 2 – 5 beroende på typ av svetsning, grundmaterial, bågtid, antal arbetsplatser per lokalyta, takhöjd och ventilationens utformning.
- Okontrollerad ventilation från portar och dörrar behöver minskas.

## 7.6 Andningsskydd

Andningsskydd brukar anges som en sista utväg när man inte kan åtgärda luftföroreningar på något annat sätt. Vid svetsning är dock andningsskydden viktiga och bör i princip alltid användas. Andra åtgärder som minskar svetsarens exponering för svetsrök är, som visats ovan, inte tillförlitliga. Om det finns risk för att gränsvärdet överskrids ska andningsskydd användas, även om överskridandet bara inträffar till exempel en gång i veckan eller en gång i månaden.

Andningsskydd är en del av den personliga skyddsutrustningen och för att de ska fungera tillfredsställande krävs rätt typ av andningsskydd och personlig tillpassning.

Det finns olika typer av andningsskydd med varierande teoretisk skyddsgrad och det är viktigt att man väljer rätt andningsskydd och filter. Man kan dela in andningsskydd i två huvudgrupper,

- övertrycksmasker
- undertrycksmasker.

Med övertryck menas andningsskydd som matas med luft antingen via en personburen fläkt eller tryckluft via kompressor eller gastub. Det kan till exempel vara en svets hjälm, en helmask eller en huva som matas med luft. Med undertryck menas skydd där användaren med egen kraft drar luften genom ett filter vid inandning. Det finns flera typer av undertrycksmasker. Filtermasker eller engångsmasker är en typ där själva masken utgörs av filtermaterialet. Det finns också gummimasker med utbytbara filterkassetter både som halvmask (täcker näsa och mun) och som helmask (täcker hela ansiktet). För undertrycksmasker är det viktigt att de sitter tätt mot ansiktet så att luften dras genom filtret och inte läcker in ofiltrerad genom glipor mellan hud och mask.

IVL har nyligen avslutat ett forskningsprojekt om hur väl andningsskydd fungerar i praktiken (Fjällström et al 2009). I projektet testades andningsskydd när de användes under reella förhållanden och användare intervjuades för att kartlägga deras kunskaper om och hantering av andningsskydd. Mätningar gjordes vid svetsarbete med fläktmatade svets hjälmar, men även med tryckluftsmatade skydd och filtermasker.

Baserat på mätningar av svetsröksexponering i detta projekt har vi bedömt att man bör ha en skyddsfaktor på minst 100 för att säkra en låg exponeringsnivå, det vill säga en exponering som ligger väl under gällande gränsvärden. En skyddsfaktor på 100 innebär att halten luftföroreningar är 100 gånger mindre innanför än utanför masken.

Även om den reella skyddsfaktorn varierar mycket mellan olika typer av masker men även för en och samma typ av mask, kan man generellt dra slutsatsen att engångsmasker inte har tillräckligt bra skyddsfaktor för att skydda mot svetsrök vid svetsarbete. Fläktmatade andningsskydd fungerar tillfredsställande förutsatt att de handhas på ett korrekt sätt. I de fall mätningarna visat att fläktmatade andningsskydd gett dåligt skydd (låg skyddsfaktor) har det berott på en eller flera orsaker som;

- gamla och trasiga filter,
- fel filtertyp,
- läckande slangar mellan fläkt och mask och/eller
- att svets hjälmen modifierats genom att ta bort delar av eller hela den damask som ska sluta något så när tätt mot huden.

Tryckluftsmatade filter matas vanligtvis med luft som inte är kontaminerad av svetsrök. Det är dock viktigt att luften verkligen är ren och att den filtreras innan den tas in i tryckluftssystemet. Det är också viktigt att kompressorn är oljefri då det annars kan komma in oljedimma i andningsluften.

## Slutsats

Även om integrerade eller rörliga punktutsug används och fungerar väl är dessa åtgärder inte så tillförlitliga att de ger ett säkert skydd mot svetsrök. Andningsskydd ska därför normalt sett användas vid svetsarbete.

Vid svetsarbete ska svetsvisir användas. Om andningsskydd ska användas, behöver det passa bra ihop med svetsvisiret.

## 7.7 Andra faktorer av betydelse

### 7.7.1 Arbetsställning

Vid de mätningar som gjorts, har vi konstaterat att svetsarens arbetsställning har mycket stor betydelse för exponeringen för svetsrök, se bild 18 och 19. Även om integrerade eller rörliga utsug används för att minska svetsarens exponering för svetsrök kan en arbetsställning som innebär att svetsaren lutar sig in över svetsplymen innebära exponering för höga halter svetsrök.

Den faktor som har störst betydelse för exponeringen är huvudets och andningszonens placering i förhållande till rökkällan. Varm svetsrök stiger upp mot taket (om det inte finns yttre faktorer som drag som påverkar svetsrökens rörelser). Även om någon typ av utsug används kommer sannolikt den del av röken som inte fångas in av utsuget att stiga uppåt. Om svetsaren exponeras för den relativt koncentrerade svetsplymen, kan exponeringen bli kraftig. Halten i svetsplymen kan vara en faktor 1 000 eller till och med 10 000 högre än halten några dm från svetsplymen.

Bild 19 och 20 visar olika varianter på arbetsställningar där röken stiger rakt mot respektive passerar bredvid andningszonen.



Bild 19. Svetsarens huvud är placerat snett över rökkällan och den mest koncentrerade röken passerar på avstånd från huvudet.



Bild 20. Svetsaren lutar sig över arbetsstycket och röken stiger rakt mot ansiktet.

En faktor som har betydelse för svetsarens arbetsställning är hur godset placeras och vilka fixturer, höj- och sänkbara bord etcetera som används.

### 7.7.2 Syn och belysning

Huvudets placering i relation till svetsplymen påverkas av flera faktorer varav synen är den viktigaste. Synen påverkas av flera faktorer och några problem som svetsare påtalat är:

- Svetsning i trånga utrymmen med dålig belysning eller där svetsröken skymmer sikten.
- Svetsvisir med smutsigt skyddsglas.
- Glasögon som är smutsiga. En del svetsare använder glasögon innanför svetsvisiret.
- Dålig syn.
- Svetsare med dålig syn använder ibland läsglasögon. Sådana glasögon kräver att man håller huvudet relativt nära svetsen för att se bra.

För att minska exponeringen för svetsrök är det viktigt att belysningen är så bra som möjligt. Dessutom måste svetsvisiret och eventuella glasögon hållas rena. Svetsare som behöver glasögon bör inte använda läsglasögon vid svetsning. Terminalglasögon som är utformade för större avstånd än läsglasögon är ett betydligt bättre alternativ. Det är också rimligt att svetsare kontrollerar synen regelbundet.

### 7.7.3 Svetsning i slutna utrymmen

Det finns situationer när det svetsas i slutna eller trånga utrymmen. Flera allvarliga olyckor och även dödsfall har inträffat i sådana situationer.

Vid svetsning i slutna eller trånga utrymmen kan det vara svårt att använda rörliga utsug. Integrerade utsug går ofta att använda, eftersom de är integrerade i svetspistolen. Även om integrerade utsug fångar in en stor del av svetsröken, kan halterna ändå bli höga inuti det slutna utrymmet. Därför är det viktigt att andningsskydd används. Tryckluftsmatade andningsskydd rekommenderas, eftersom de ger bäst skydd mot både de partiklar och gaser som kan förekomma.

Det finns starka misstankar om att flera dödsfall i samband med svetsarbeten i trånga utrymmen berott på att det bildats kolmonoxid. De enda andningsskydd som skyddar mot kolmonoxid är tryckluftsmatade andningsskydd.

## 7.8 Attityder till och kunskap om svetsrök

I samband med ett tidigare projekt (Antonsson 2002) diskuterades behovet av åtgärder mot svetsrök med försäljningschefen för ett företag som bland annat tillhandahåller svetsutrustning. Enligt företaget fanns ingen efterfrågan av åtgärder från företagets kunder utanför Sverige. Utveckla åtgärder enbart för svenska marknaden var inte aktuellt eftersom marknaden är för liten.

### 7.8.1 Försäljare och tillverkare av svetsutrustning och tillbehör

Intervjuer har huvudsakligen utförts per telefon med femton företags representanter. De flesta som intervjuats är försäljare. Även andra representanter för företagen har intervjuats. För sju av de

kontaktade företagen sköttes kundkontaktarna främst genom återförsäljare. Eftersom endast femton personer intervjuats ska resultaten främst ses som ett komplement till ovanstående utvärdering. I sammanställningen har även svar kortats ned och nyanser i svaren kan därmed ha försvunnit.

De kontaktade företagen hade både stora och små svetsande företag som kunder.

### **Arbetsmiljökompetens**

Två företagsrepresentanter hade viss arbetsmiljöutbildning. Övriga var självlärda genom kunskap de inhämtat under ett yrkesliv, i facktidskrifter, seminarier, mässor, internet eller erhållit från leverantörerna (främst leverantörer av ventilation och andningsskydd). Flera kontaktade leverantörerna om de själva inte kunde svara på fråga från kunderna.

Tre av leverantörerna kunde även förmedla eller i egen regi genomföra arbetsmiljöutbildningar. Två hade även tagit fram utbildnings- och informationsmaterial om arbetsmiljön vid svetsning.

Av de intervjuade kände endast två till att gränsvärdena hade ändrats för mangan och sexvärt krom.

### **Råd och information vid försäljningen**

Nio tillverkare/säljare hjälper kunden med svetstekniska råd i samband med försäljningen. Tre tar upp arbetsmiljön i samband med försäljning. De flesta tar endast upp arbetsmiljön om kunden efterfrågar information.

Med få undantag kan man leverera olika åtgärder mot svetsrök, främst utsugsarmar, integrerade utsug, mobila utsug och andningsskydd. Vissa företagen som inte hade alla åtgärder i sitt sortiment, kunde hänvisa eller hjälpa till med kontakt med leverantör av utsug alternativt skyddsutrustning.

Det som i första hand föreslås är utsugsarmar. Endast en rekommenderade integrerade utsug. Flera rekommenderade utsug i kombination andningsskydd. Enligt en intervjuad är mobila utsug den mest efterfrågade åtgärden, men den får inte användas på svetsverkstäder.

### **Uppfattning om olika åtgärder**

Andningsskydd och utsugsarmar bedöms som en betydligt bättre lösning än integrerade utsug. Andelen svetspistoler som säljs med integrerade utsug är hos en leverantör cirka 0,1 % och hos en annan 2-3 %. Tillverkare och säljare är inte oreserverat positiva till utsugens funktion, se tabell 6. I tabellen har även exempel på kommentarer införts. Några kommentarer finns även efter tabellen.

Tabell 6. Utrustningens funktion enligt tillverkare och försäljare av svetsutrustning. En sammanställning över tillverkares och säljares synpunkter på olika åtgärders funktion.

Uppfattning Åtgärd	Bra	I stort sett bra	Inte särskilt bra	Dåligt
Utsugsarmar 13 svar	0	8 Begränsad räckvidd I vägen ibland Finns även dåliga utsugsarmar på marknaden Funktionen beror på objektet	3 Bättre än utan	2 Besvärligt att använda
Integrerade utsug 11 svar	1 Ibland kan man bara komma åt med integrerat utsug (suga ut röken)	2 Tar röken nära källan, men fungerar ej alltid och då måste utsugsarm användas	2 Tar det mesta – ibland även skyddsgas vilket påverkar svetskvalitet, dålig ergonomi – ok för mindre svetsning där pistolerna är mindre	6 Svårt att komma åt, skyddsgasen sugs in, dyra, klumpiga
Andnings- skydd 8 svar	7 Friskluftsmask och tryckluftsmask	1 Friskluftsmask tung och kan ge nackbesvär – bättre med tryckluftsmask	0	0

Enligt flertalet tillverkare och säljare har de flesta svetsföretag någon åtgärd mot svetsrök på svetsarbetsplatserna på företaget. Några uttalade sig även om svetsarbetsplatser utanför företaget. Svetsning utanför verkstaden görs ofta utan åtgärder. Särskilt vid byggsmide förekommer det svetsning utan åtgärder.

Om svetsarbetet hade liten omfattning ansåg en att inga skydd behövdes mot partiklar och gaser. En av de intervjuade ansåg att det borde tas fram bättre utsug.

Få andra åtgärder framfördes utöver utsugen och andningsskydd. De enda åtgärder som nämndes var att vissa trådar ryker mindre än andra (beklagade att rökklassinformatjonen hade tagits bort) samt att ozon kan reduceras om man använder mison istället för argon.

### **Hur fungerar åtgärderna i praktiken?**

Tillverkares och säljares uppfattning i grova drag är att det är stora brister i främst användningen av åtgärderna, se tabell 7.

Tabell 7. Tillverkares och säljares uppfattning om kundernas användning av åtgärder. De som haft uppfattning om brister i användning av åtgärden kan även ha bidragit med kommentarer om handhavandet.

Bra användning	Brister i handhavande	Användarfrekvens
4 Åtgärderna används och fungerar. Ställs krav på användning fungerar det bättre.	3 Utsugningsarmarna var ofta fel placerade. 1 Bristande underhåll och felmonterade utsug. 1 Svetsning med integrerat utsug utan fungerande utsug.	7. Sju ansåg att många struntade i att använda utsugen.

Orsaker till brister i användningen av åtgärderna uppgavs vara

- tidsbrist
- klumpig utrustning
- besvärlig att hantera
- dålig kunskap om risker
- dålig kunskap om underhåll av utrustningen
- slarv
- dålig funktion
- vet men bryr sig inte om riskerna mm.

### ***Inköp av åtgärd, vem påverkar och vem tar beslutet samt vilka krav ställs på åtgärden***

Tillverkare och säljare tillfrågades om vad som hade största betydelse för kundens inköp av en åtgärd. På frågan fick man räkna upp flera faktorer som ansågs påverka inköpet. Störst kundpåverkan har säljarna (8 ansåg detta) följt av lagar och regler (7). Svetsarna hade lite inflytande med bara två som ansåg att de påverkade inköpet. Övriga som bara hade en ”röst” var verkmästare, inköpare, andra företags inköp, känt märke samt kunnig person. En ansåg att Arbetsmiljöverket borde satsa mer på kampanjer och information.

Vilka på företaget som fattade beslut om inköp framkom inte tydligt av intervjuerna. De som nämndes var ledning, chef (investering), personal (förbrukningsvaror) och skyddsombud.

Följande ”egenskaper” hos den inköpta åtgärden ansågs vara viktiga:

- Ekonomi (6)
- Lättanvänd – smidig (5)
- Prestanda (2)
- Driftsäkerhet – kvalitet (1).

Enligt en intervjuad är det tillfälligheterna som styr vilken åtgärd som köps. Andra nämnde mode i åtgärder eller att det går i vågor vilken lösning som väljs.

### **7.8.2 Användare av åtgärder mot svetsrök och svetsgaser**

Vid sex företag intervjuades chef eller annan företrädare för företaget och på fem av företagen även en svetsare. På ett företag intervjuades även en praktikant. Två av företagen hade samma ägare och svarade därför för båda företagen. Fyra av företagen tillverkar eller utför legoarbeten åt främst tillverkningsindustrin. Gemensamt för dessa var att de hade vidtagit omfattande åtgärder mot svetsröken. Tre hade satsat på integrerat utsug och en på rörliga utsug. Av de övriga företagen var ett typiskt smidesföretag med byggsektorn som huvudkund och ett utförde svetsning i samband med reparation, ombyggnad och installation av utrustning inom energisektorn. Stor del av verksamhet respektive i stort sett hela verksamheten bedrevs hos kund. Smidesföretaget hade i egna verkstaden tillgång till rörliga utsug, integrerade utsug och andningsskydd och hos kund mobila utsug och andningsskydd. Det sistnämnda företaget hade ofta inga åtgärder, ibland möjligen andningsskydd. Hade kunden åtgärder var det ibland möjligt att utnyttja dessa. Tre av företagen svetsade nästan enbart i kolstål (MIG, MAG och hos kund även MMA), två även en del rostfritt (TIG) och ett företag allt utom aluminium. Svetseffekterna var ofta upp till 250 A, 360 A, 500 A (2 företag). För två saknas uppgift.

På ett av företagen där mätningar utfördes men som inte ingick bland de företag som utvalts för intervjuer berättade en av arbetsledarna att man försökt köpa in integrerade utsug från en säljare för en större svetsstillverkare men fått beskedet att man inte sålde integrerade utsug. Svetsstillverkaren har dock levererat integrerade utsug av eget fabrikat till andra företag.

I ett tidigare projekt hade ägaren till bilskadereparationsföretag beställt integrerade utsug. I leveransen ingick inte en ventil som måste finnas för att reglera flödet fram till pistolen. Det innebär att kunden måste tala om för leverantören vilken extrautrustning som behövdes för att det integrerade utsuget skulle kunna fungera.

### ***Behov av åtgärder och deras effekt***

Svetsrök är det största problemet enligt ägaren för två av företagen som hade installerat integrerade utsug. Valet av åtgärd på de båda företagen motiverades med rörlighet som behövs eftersom man svetsar på stora objekt och att de integrerade utsugen inte är i vägen för travers vilket utsugsarmar kan vara. Effekten av integrerade utsug anses inte tillräckligt bra. Enligt mätningar finns enstaka arbetsplatser där dammhalterna fortfarande är för höga. *Vid besöket svetsade flera utan hela utsugsmunstycket på svetspistolen.*

Ett företag hade satsat på utsugsarmar. De hade testat integrerade utsug, men ansåg att de var för tunga. Valet av rörliga utsug motiverades med att de var flexibla. Man kommenterade inte utsugen men däremot ventilationen i övrigt. Särskilt missnöjd var man med ventilationskonsulterna som man ansåg underdimensionerade ventilationssystemet. Man ansåg att det behövdes minst det dubbla mot vad konsulten föreslagit. Företaget klarade gränsvärdena trots att man bland annat utförde ”tung” svetsning i rostfritt. *Vid ett besök var ett rörligt utsug felplacerat och vid ett senare besök stod en port lite öppen för att öka luftutbytet i svetslokalen trots att det var vinter utombus d v s kalldrag på arbetsplatserna närmast porten.*

På ett företag som hade satsat på främst integrerat utsug var man helt nöjd och klarade gränsvärden enligt mätningar som Arbetsmiljöverket utfört på företaget. Den person som intervjuades hade börjat hos företaget efter att åtgärderna vidtagits och kände därför inte till skälen till valda åtgärder.

Chefen på smidesföretaget hade också börjat efter att åtgärderna införts. Man ansåg att åtgärderna fungerade bra om de användes. *Vid besöket använde ingen de befintliga åtgärderna. Vid ett tidigare besök stod en och ibland två portar öppna.*

Det finns andra och större risker än svetsröken ansåg chefen för företaget som arbetade nästan enbart ute hos kund och nämnde bland annat fall från hög höjd, fallande föremål och risk för hetvatten som exempel. Man hade provat mobila utsug och ansåg att de fungerade bra men att det ofta var för trångt och hade inte infört åtgärden. Andningsskydd användes ibland. En svårighet med andningsskydd var att de störde kommunikationen mellan svetsarna. Inför svetsuppdragen görs riskanalys tillsammans med kunden. Svetsarbete hos kund gör det svårare att vidta åtgärder mot svetsrök.

## **Arbetsmiljökompetens och källor för ökad kunskap inom arbetsmiljöområdet**

Vid två av företagen hade ingen någon utbildning inom arbetsmiljöområdet. Tre chefer kände dock till att gränsvärdena ändrats för hexavalent krom och mangan. Minst fyra av företagen var anslutna till en företagshälsovårdscentral.

Endast företagaren som svarade för två företag hade fått arbetsmiljöråd från svetsleverantörer. En hade uppfattning att man kunde få hjälp om man frågade. Övriga förväntade sig inget eller lite råd om man frågade. Kunskap erhålls främst genom eget sökande i litteratur och internet, kontakt med kunder, konsulter och egen personal, skyddsdatablad mm.

## **Övriga viktiga frågor för företagen**

Utöver intervjun förekom diskussioner kring olika frågor kopplade till företagen och dess verksamhet. Ett stort problem som återkom var rekrytering av svetsare. Man ville att kommunerna skulle satsa mer på yrkesutbildning. En företagare hade rekryterat flera svetsare från andra delar av landet. En ansåg att man behövde få ett högre timpris och jämförde med timpriserna på bilverkstäder. Andra funderade över förändringar för att yrket skulle bli mer intressant.

## **Intervjuer med svetsare**

Svetsare från fem av företagen intervjuades vid platsbesök. De fem intervjuade svetsarna hade arbetat som svetsare mellan 12 och 40 år. Tid på nuvarande arbetsplats varierade mellan 4 och 35 år. Andelen svetsarbete varierade mellan 10 och 50 %. Den som svetsade 10 % hade dessutom del häftning som inte räknades med i svetstiden. En svetsare uppgav att han svetsade mycket lite numera.

## **Arbetsmiljökompetens och kunskap om den egna arbetsmiljön**

Fyra av de fem svetsarna hade någon form av kurs inom arbetsmiljöområdet. En kände till ändringen i gränsvärdeslistan för mangan och sexvärt krom. Yrkeshygieniska mätningar har utförts på alla företagen. För höga dammvärden förekom på vissa arbetsplatser på ett företag. På tre arbetsplatser visste man inte hur höga dammhalterna var. På ett företag var dammhalterna acceptabla. På företaget där det förekom halter över gränsvärdet för svetsrök var även ozonhalten hög. På ett av företagen där svetsaren inte kände till vilka dammhalter som uppmätts, infördes krav på användning av andningsskydd efter mätningen. Bullergränsvärdet överskreds på arbetsplatser vid två av företagen.

## **Svetsarnas syn på för- och nackdelar med olika åtgärder**

Svetsarnas synpunkter på olika åtgärder mot svetsrök har sammanställts i tabell 8. I Bilaga 7 finns ytterligare kommentarer.

Tabell 8. Svetsarnas kommentarer till olika åtgärder

<b>Åtgärd: Integrerat utsug i svetspistolen</b>	
Positiva omdömen	Negativa omdömen
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Samlar röken effektivt (-250 A).</li> <li>-När utsuget inte går ser man hur mycket rök som bildas (-350 A).</li> <li>-Har provat olika integrerade utsug innan man valde nuvarande</li> <li>-Används alltid.</li> <li>-Smidigare eftersom pistolen kan vridas mer.</li> <li>-Ej behov av annan åtgärd</li> <li>-Fungerar bra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Slangpaketet har refflad yta som fastnar. Bättre med slät yta.</li> <li>-Sämre sug när fler svetsar (två kommentarer).</li> <li>-Sämre sug eftersom många glömmer att sätta tillbaka locket (två kommentarer).</li> <li>-Tar ej all rök (-350 A).</li> <li>-Nog för tungt. Tungt nog redan nu (har rörligt utsug)</li> <li>-Handtaget större vilket var irriterande i början.</li> <li>-Motstånd mot användning i början.</li> <li>-Klumpigare</li> </ul>
<b>Åtgärd: Rörliga utsug (utsugsarmar)</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Fungerar (har integrerat utsug).</li> <li>-Bra vid rätt användning.</li> <li>-Bra med automatstart, utsuget används en hel del.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Fungerade dåligt vid test (har integrerat utsug)</li> <li>-När ej alltid.</li> </ul>
<b>Åtgärd: Allmänventilation</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Bra här. Går hela dagen.</li> <li>-Bra, aldrig svetsrök i lokalen.</li> <li>-OK. I varje fall när det är varmt.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Rökigt i slutet av dagen.</li> <li>-Ineffektivt. Har extra frånluft som går ett par timmar vid toppar. Går nästan alltid. Borde värmväxla för att återvinna värmen.</li> </ul>
<b>Åtgärd: Andningsskydd, ventilerad svetshjälm</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Bra, används inte hela tiden</li> <li>-Används vid större svetsarbeten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Används inte vid punktning</li> <li>-Används ej, slut i axlar på grund av tyngden. Ont i nacken.</li> <li>-Behövs ej, det räcker med det integrerade utsuget</li> </ul>
<b>Åtgärd: Övriga andningsskydd</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Använder friskluftsmask vid svetsning i trånga utrymmen (två kommentarer).</li> <li>-Pappmask vid slipning. Fördel med pappmask är att den används.</li> <li>-Det finns om man vill ha.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Blåser rent filtret i friskluftsmasken några gånger, sedan måste man byta<sup>1)</sup>.</li> <li>-Används inte mycket.</li> </ul>

1) Att blåsa rent filtret innebär att man blåser sönder det och partiklar kan passera tvärs igenom filtret. Det innebär att filtret skyddar betydligt sämre eller inte alls.

### 7.8.3 Erfarenheter från åtgärdsarbetet i Danmark

Avsnittet bygger huvudsakligen på en intervju med Henning Fokdahl, Dansk Industri (Motsvaras i Sverige av Svenskt Näringsliv) Viss information har lagts till från en ett möte anordnat av Svetskommissionen där Leif Andersen från Industriens Uddannelser i Danmark deltog.

I Danmark ska svetsare genomgå en dags arbetsmiljöutbildning. Utbildningen skall vara godkänd av Arbejdstilsynet (motsvaras i Sverige av Arbetsmiljöverket). Till utbildningen finns särskilt framtaget utbildningsmaterial. För närvarande har 60 000 – 70 000 svetsare fått arbetsmiljöutbildningen.

I Danmark sker också arbete inom branschernas arbetsmiljöråd där det genomförs projekt och branschvisa vägledningar utarbetas. Det har tagits fram råd om svetsning och metallarbete.

När det gäller krav på åtgärder så anges att ventilationen skall vara god. Kravet kan tillgodoses med platsventilation t ex punktutsug eller dragskåp. Larm skall finnas för lågt flöde. Med platsventilation ligger exponeringen under gränsvärdet vid de flesta svetsarbetsplatser. Utsug fungerar om de flyttas med processen. Vid behov ska andningsskydd användas. Återluft är inte tillåten.

På fråga om utsugen används var svaret att de fungerar bra. De finns med i utbildningen sedan många år och också i efterutbildningar. Dessutom har man uppmärksammat och fokuserat på att utsugen ska användas.

På fråga om utvärdering av integrerade utsug i svetspistoler var svaret att de finns och under en period rekommenderades de. Upptäckten att ozon kan bildas upp till 50 cm från svetsstället medförde att man slutade att rekommendera integrerade utsug. Idag rekommenderas inte högvakuum utan enbart lågvakuum.

Ingen ny forskning har genomförts under de senaste tio åren. En registersökning pågår om svetsning och cancer.

## 8 Diskussion

### 8.1 Vilka faktorer har störst betydelse för exponeringen för svetsrök?

Det finns omfattande forskning om betydelsen av olika parametrar som svetsmetod, strömstyrka, grundmaterial och svetselektrod för mängd och sammansättning av svetsrök. Dessa studier är oftast gjorda i laboriemiljö och under mycket kontrollerade förhållanden. I detta projekt har vi utvärderat åtgärder som används vid svetsarbete på arbetsplatser. Dessa utvärderingar pekar på andra faktorer som direkt avgörande för svetsarens exponering för svetsrök.

Faktorer som har mycket stor betydelse för **svetsarens exponering** för svetsrök är:

- Svetsarens arbetsställning. Eftersom svetsplymen stiger uppåt, kan svetsaren undvika exponering genom att undvika att luta sig in över plymen. Halten föroreningar i svetsröken är mycket hög och det räcker att andas in lite av plymen (till exempel när draget från en öppen port gör att svetsplymen böjer av mot svetsaren, se bild 17 och 18) för att svetsaren ska exponeras för mycket höga halter.
- Att befintliga utsug (utsug integrerade i svetspistolen eller rörliga utsug) är i bra skick, till exempel;
  - Har tillräckligt luftflöde. Det är vanligt att luftflödet i punktutsug minskar över tid för att underhållet inte sköts. Hål på slangar minskar luftflödet och bristande underhåll av ventilationssystemet inklusive fläkt och kanaler minskar också flödet.
  - Är i korrekt skick och inte manipulerade. Detta gäller speciellt integrerade utsug, där det till exempel är vanligt att en hylsa plockas bort, vilket försämrar utsugets effekt väsentligt.
  - Att svetsaren kan anpassa övriga svetsparametrar och kompensera effekten av punktutsuget och svetsa med god kvalitet. Om svetsaren inte klarar detta, är det vanligt att svetsaren minskar utsugets flöde med reglaget på svetspistolen för att inte försämra svetskvalitén. Då försämras infångningseffektiviteten och svetsaren exponeras för högre halter av svetsrök.

- Att utsugen används och för rörliga utsug att de är rätt placerade. Användningen av utsug är betydligt bättre hos företag med en klar policy att utsugen ska användas.
- Svetsarens synförhållande har också stor betydelse för exponeringen. För att svetsaren ska kunna arbeta i en bra arbetsställning krävs god belysning, rena visir och rena glasögon. Eventuellt kan terminalglasögon användas för att svetsaren ska kunna se bra utan att luta sig in mot svetsobjektet. Det förekommer att svetsare använder läsglasögon för att se bra. Läsglasögon gör att svetsaren kan behöva luta sig in mot svetspunkten för att se och riskerar då att andas in en del av svetsplymen.
- Utbildning behövs för att motivera svetsarna att använda utsugen och kunskap så att de kan svetsa rätt med utsug.

Det är inte bara svetsaren som exponeras. Eftersom punktutsugen sällan fångar in all rök exponeras alla i lokalen för svetsrök. Faktorer som har stor betydelse för halterna av svetsrök i lokalen är

- Allmänventilationen. De utvärderingar av allmänventilationen som gjorts inom projektet visar att allmänventilationen ofta är underdimensionerad, vilket innebär att bakgrundshalterna i lokalen blir onödigt höga.
- Okontrollerad ventilation genom öppna portar och ytterdörrar. Om en port står öppen, blir det drag som ibland kan sprida svetsplymen till andra arbetsplatser i lokalen.

## 8.2 Lönsamt med effektiv ventilation vid svetsning

### ***Kontrollerad allmänventilation med värmeväxling***

Dagens ofta undermåliga ventilation i kombination med okontrollerad ventilation kan vara dyrt för företagen. Ur energisynpunkt är det betydligt billigare att kontrollera luftflödena genom att ha mekanisk till- och frånluft som värmeväxlas, istället för att okontrollerat låta kall uteluft strömma in i lokalen. Inströmmande kall uteluft kyler lokalen och ökar behovet av att tillföra värme till lokalen, till exempel via radiatorer, aerotemperar eller genom att tillföra varm tilluft via ventilationen.

### ***Effektiva punktutsug med låga luftflöden***

Om luftflödena för att fånga in svetsplymen kan minimeras med hjälp av effektiva integrerade utsug i svetspistolen (under 100 m<sup>3</sup>/timme och utsug) istället för rörliga punktutsug (600 - 1 000 m<sup>3</sup>/timme och utsug), minskar tilluftsflödet (som krävs för att kompensera för frånluft som transporteras bort via frånluftsdon och punktutsug). Minskat tilluftsflöde innebär att mindre luft behöver värmas upp, vilket också minskar kostnaderna. Dessa kostnader ska vägas mot kostnader för integrerade utsug respektive rörliga utsug. Vid relativt låga effekter, (till exempel <150 A och MIG, låglegerat stål) kan integrerade utsug med fördel användas. Vid större effekter är rörligt utsug betydligt effektivare under förutsättning att det är rätt placerat.

### ***Bra klimat för hög produktivitet och god kvalitet***

Effektiv ventilation vid svetsning ger ett bra klimat i arbetslokalen. Vid besöken på svetsarbetsplatser har problem med klimatet i form av kalla och dragiga arbetsplatser konstaterats vid flera företag. Svetsning är ett precisionsarbete. Inomhusklimatet har betydelse för precisionen i arbetet. Arbetstakten påverkas kraftigt av några få graders över- respektive undertemperatur. Också den mentala förmågan påverkas påtagligt. Är inomhusklimatet några få grader för kallt, påverkas

prestationsförmågan även när det gäller finmotoriskt arbete (Wyon, 1986). Det är alltså sannolikt att ett kallt och dragigt klimat i svetshallar har en negativ påverkan både på produktivitet och på kvalitet. Kan klimatet förbättras, kan sannolikt produktiviteten och kvaliteten förbättras.

### ***Bra arbetsställningar och synergonomi ger god kvalitet och ökad produktivitet***

Om svetsning kan göras i bra arbetsställningar och med god synergonomi underlättas arbetet vilket också kan bidra till att kvaliteten blir bättre. God kvalitet innebär färre fel, vilket i sin tur kan öka produktiviteten. Fixturer, bockar, höj- och sänkbara arbetsbord är åtgärder som kan underlätta arbetet.

## **8.3 Övriga faktorer som påverkar exponeringen för svetsrök och ozon**

### ***Punktutsug verkar ge dålig effekt vid korta svetsmoment***

Mätningarna tyder på att den tid som svetsningen pågår, påverkar mängden svetsrök som svetsaren exponeras för. Det integrerade utsuget är inte lika effektivt vid svetsning av korta sömmar eller punktsvetsning som vid långa sömmar. Kort bågtid borde ge små mängder och låg exponering för svetsrök. En sannolik förklaring är att utsuget i svetspistolen normalt sett stängs av så snart svetsningen avbryts. Vid korta sömmar hinner därför flödet knappt komma upp i maximal effekt innan det stängs av. Eventuell efterrök fångas inte heller in.

### ***Högre ozonhalter vid långa svetsmoment***

Ozonhalterna tenderade att vara lägre vid kortare sömmar än vid långa både med utsuget på och av.

Ozon kan detekteras på både 0,5 m:s och 1 m:s avstånd. Mätningen av utsugens effekt på ozonhalten är osäker om man jämför halterna med och utan utsug för respektive utsugslösning.

### ***Betydelsen av trådtyp***

Vid MIG- och MAG-svetsning bildas mer rök med ökad tråddiameter. Mer rök erhålls med rörtråd än med solid tråd. Trådtypen hade däremot en motsatt effekt på ozonhalterna, vilket beror på svetsrökens förmåga att skärma av UV-ljus som initierar bildningen av ozon.

### ***Övriga svetsparametrar***

Emissionen varierar med svetsmetod. Mycket stor påverkan på emissionen av rök och gas har dessutom svetsparametrar som skyddsgasblandning, strömstyrka, avstånd, spänning mm.

## 9 Slutsatser

Inom detta projekt var målet att besöka företag som lyckats bra med att minska svetsares exponering för svetsrök. Enligt tidigare utförda exponeringsmätningar vid flertalet av de besökta företagen är också exponeringen under de aktuella hygieniska gränsvärdena på de flesta svetsarbetsplatserna. Enstaka överskridanden och ibland även kraftiga överskridanden förekommer dock. De mätningar som utförts i detta projekt visar också på grovt sett liknande spridning i de uppmätta halterna. Orsaken är sannolikt närheten till svetsplymen vid manuell svetsning. Hur stor del av tiden som plymen når andningszonen är avgörande för exponeringens storlek. Så länge exponering för plymen inte åtgärdas helt finns alltid risk för överskridande någon enstaka dag även om man de flesta dagar ligger klart under aktuella gränsvärden. Problemet för svetsarbetsplatserna är att gränsvärdet aldrig får överskridas under en hel dag. De företagsbesök, mätningar och utvärderingar som gjorts visar att åtgärderna i praktiken fungerar sämre än förväntat. Det är således inte säkert att svetsare alltid ligger under aktuella hygieniska gränsvärden under en hel arbetsdag. Detta beror bland annat på:

- Låga flöden i främst integrerade punktutsug, men förekommer även hos rörliga utsug. Låga utsugsflöden beror främst på underdimensionerad ventilation, för smala slangar till integrerade utsug, trasiga slangar och av svetsaren strypta utsugsflöden.
- Modifierade munstycken till utsug integrerade i svetspistolerna.
- Felplacerade utsugsarmar.
- Drag som stör luftströmmarna.

Eftersom utsugen inte är tillräckliga för att man med säkerhet skall ligga under de hygieniska gränsvärdena behövs andningsskydd.

De utvärderingar som gjorts tyder på att andningsskydd är en säkrare åtgärd än undermåligt fungerande punktutsug. Men inte heller andningsskydd är helt tillförlitliga. Dåligt underhållna andningsskydd och modifierade svets hjälm försämrar andningsskyddens funktion avsevärt. Dessutom skyddar andningsskydden bara den som använder dem, inte dem som arbetar intill svetsningen.

För att minska exponeringen krävs bättre kunskap om hur man skyddar sig mot svetsrök och vad som krävs för att skydden ska fungera väl över tid. Utvärderingarna visar att det finns åtgärder som kan fungera väl och minska både svetsarens och andras exponering för svetsrök.

- Rätt typ av andningsskydd som används rätt och underhålls väl krävs för att säkerställa ett fullgott och tillförlitligt skydd mot svetsrök.
- Integrerade utsug i svetspistolerna kan fungera mycket väl vid svetsning i tunn plåt. Integrerade utsug har en stor fördel jämfört utsugsarmar eftersom utsuget alltid är nära ljusbågen och man inte behöver flytta med utsuget manuellt.
- Utsugsarm kan fungera bra även vid svetsning i tjock plåt, förutsatt att det placeras rätt.
- Oavsett vilka utsug som används, är det viktigt att de är i bra skick och underhålls väl samt används på rätt sätt.

För att andra som arbetar i närheten av svetsningen inte ska exponeras för höga bakgrundshalter av svetsrök, bör

- Allmänventilationen vara tillräcklig, 2 - 5 omsättningar per timme beroende på övriga åtgärder, typ av svetsning, antal svetsarbetsplatser, ventilationslösning och takhöjd.
- Allmänventilation som är deplacerande, för bort svetsrök mer effektivt än omblandande ventilation.

- Drag genom portar och dörrar bör minimeras, så att ventilationen inte störs. Behov av öppna dörrar och portar är en indikation på att allmänventilationen är underdimensionerad eller fel utformad.

Annat som är viktigt att tänka på vid svetsning är:

- Arbetsställningen. Arbetet bör ordnas så att man kan undvika att svetsplymen kommer nära andningszonen. Hjälpmedel för detta är till exempel:
  - Justerbara bockar
  - Flexibla fixturer
  - Placera grundmaterialet så att man inte behöver luta sig över svetspunkten
- Synförhållandena är viktiga, eftersom dåliga synförhållanden gör att svetsaren behöver arbeta närmare svetsplymen för att se tillräckligt bra. Speciellt viktigt att tänka på är:
  - Att skyddsglas i svetsvisiret är rent och repfritt.
  - Bra belysning
  - Rätt glasögon, läsglasögon bör undvikas eftersom de är utformade för ett kort synavstånd som innebär att man måste arbeta nära plymen. Terminalglasögon kan vara ett bättre alternativ. Glasögonval bör diskuteras med optiker.
- Svetsaren behöver lära sig att svetsa med utsuget placerat nära svetspunkten. Detta är en fråga om teknik och är viktigt för kvalitén.

Med de åtgärder som studerats är det inte alltid möjligt att fånga in all svetsrök och svetsgaser. Särskilda problem finns vid vissa typer av svetsning:

- Där det bildas för mycket rök för att det integrerade utsuget ska fånga all rök,
- Svetsning i lägen där det integrerade utsuget är mindre effektivt,
- Svetsning på ställen där utsugsarmens huv inte ”när” rökplymen,
- Svetsning i konstruktioner med målade ytor där det inte går att renslipa alla ytor före svetsningen och
- Ozon som bildas utanför utsugens räckvidd.

**Sammanfattningsvis är det svårt att helt eliminera risken för hög exponering för svetsrök, även om ventilationstekniska åtgärderna vidtas och används korrekt och om åtgärder är vidtagna så att svetsaren kan arbeta utan att behöva luta sig över plymen. Tillfälligheter som drag från en port som öppnas kan lätt störa utsugens funktion. Den enda åtgärd som i sådana fall ger ett tillförlitligt skydd är andningsskydd, förutsatt att det är av rätt typ, används rätt och underhålls väl.**

## 10 Behov av fortsatt utvecklingsarbete

Enligt tillgänglig statistik är risken för skador och sjukdom större bland svetsare än genomsnittet för andra yrken. Normalt bör företag som utvecklar och producerar en produkt som medför hälsorisker vid användning också arbeta för teknisk utveckling för att reducera eller helst eliminera riskerna. Det finns flera tillverkare av svetsutrustning i Europa. Inget företag har tagit fram säkra åtgärder för manuell svetsning för de svetsmetoder som beskrivs i rapporten. Utvecklingen av åtgärder har främst varit inriktade på ventilationstekniska lösningar. Det utvecklingsarbetet har trots flera decenniers arbete inte lett fram till tillräckligt effektiva utsug.

Den enda relativt säkra åtgärden idag är personlig skyddsutrustning. Enligt arbetsmiljölagen är personlig skyddsutrustning en åtgärd avsedd att användas när inga andra åtgärder finns och är normalt inte tänkt som en långsiktig lösning.

Vid svetsning är det stor variation i emissionen beroende på inställning av olika svetsparametrar. Här finns sannolikt en potential att göra mer för att minska emissionen utan att det påverkar svetsfogens kvalitet. Om man genom optimering av svetsparametrar och metodval lyckas sänka emissionen betydligt är det sannolikt möjligt att eliminera resterande emission med punktutsug.

Effektiva och stora mobila utsug med höga flöden bör utvecklas som effektivt suger ut svetsrök samtidigt som de är så kraftiga att drag har liten påverkan.

Ökad automatisering och fjärrstyrning via manipulatorer samt utveckling av enkla små svetsautomater som kan användas vid mindre svetsarbeten är önskvärt.

## 11 Referenser

- AFA-Försäkring. Yrkesskadestatistik 2007 -2008 framtaget till Svetskommissionens workshop om svetsutbildning 2010-02-23. AFA Försäkring, Stockholm 200912.
- Antonini J M, et al. Pulmonary Effects of Welding Fumes: Review of Worker And Experimental Animal Studies, Am. Journal of Industrial Medicine, 2003;43:350-360
- Antonsson, A-B, Alvarez de Davila, E, Andersson, K. (1990) Hinder för fungerande arbetsmiljöåtgärder. Erfarenheter från 16 ambitiösa men misslyckade tekniska åtgärder. IVL-rapport B 1004.
- Antonsson A-B, Christensson B, Ancker K. (2002) Effektiva åtgärder mot exponering för isocyanater i bilverkstäder. IVL-rapport B 1501.
- Antonsson A-B, Christensson B, Sandberg M. (2005) Arbetsplatsens ventilation. Prevent
- Antonsson A-B, Birgersdotter L, Christensson B. (2006) Varför vidtas (inte) arbetsmiljöåtgärder? En systemanalys av åtgärder mot isocyanater i bilverkstäder. IVL-rapport B 1668
- Arbetskyddsmyndigheten, (1989) Arbetsmiljö vid svetsning
- Arbetskyddsmyndigheten. Utsugningsarmar (finns inte kvar på Prevent, men pdf kan beställas från Swerea IVF)
- Beck Hansen E. Measures for control of workplace exposures in welding and cutting Force Technology, Denmark
- Becker, P, Brumis, S, Scholz, P, Materna, B. (2001). Lead exposure during hot cutting of stripped steel. Applied Occupational and Environmental Hygiene. 16 (5), pp 502-505.
- Bengtsson G. (1990) Svetspistoler med inbyggda utsug. IVF-resultat 90803
- BG-Informationen 616. Beurteilung der Gefährdung durch Shweissrauch. (2005) Vereinigung der Metall-Berufgenossenschaften, Köln
- Bonde JP. the risk of male subfecundity attributable to welding of metals. Studies of semen quality, infertility, adverse pregnancy outcome and childhood malignancy. International Journal of Andrology 1993; 16 Suppl 1:1-29
- Bäck J. (1984) Punktventilation vid svetsning – projektering, anskaffning, införande. IVF-resultat 84502
- Christensson B, Antonsson A-B. (2001) Bilplåtverkstäder - mätning av isocyanaters spridning från hett arbete till närliggande arbetsplatser. IVL-rapport A21162

- Christensson B. Pågående utredning om koloxidhalter vid gassvetsning, skärbränning och lödning vid arbetet med fjärrvärmerör.
- COSHH essentials for welding, hot work and allied processes. Flux-cored arc (FCA) and metal-cored arc (MCA) welding, HSE WL12
- Cunant P-J. Chromium in Stainless Steel Welding Fumes. Euro Inox, Bryssels.
- Dennis, J H, Mortazavi, S B, French, M J, Hewitt, P J, Redding, C R. (1996) The effects of welding parameters on ultraviolet light emissions, ozone and Cr<sup>VI</sup> formation in MIG welding. *Ann. occup. Hyg.* 41 (1), pp 95-104.
- Design of lightweight fume extracting welding torch. Collective Research. ECONWELD (Economically welding in a healthy way), D2.3 Januari 2007.
- Eng. Heart Rate Variability, visar samspelet mellan det sympatiska och det parasympatiska nervsystemet som bland annat styr hjärtfrekvens och hjärtkapacitet. (Från Fridas Gavelins rapport B1675)
- Ewing, William & Harris, Mike, Manganese and Welding Fume, The AIH Diplomate, issue 05-2, 2005
- Fine JM Gordon T, Chen LC, Kinney P, Falcone G, Beckett WS. Metal fume fever: Characterization of clinical and plasma IL-6 responses in controlled human exposures to zink oxide fume at and below the threshold limit value. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 1997; 39: 722-726
- Fored CM, J P Fryzek, L Brandt, G Nise, B Sjögren, J K McLaughlin, W J Blot, A Ekbom. Parkinson's disease and other basal ganglia or movement disorders in a large nationwide cohort of Swedish welders. *Occupational Environmental Medicine* 2006; 63:135-140
- Fjällström P, Wängberg I, Christensson B. (2009) Hur effektivt skyddar andningsskydd i praktiken? IVL-rapport B 1876
- Gavelin F. Krom och mangan vid svetsning – exponering och behov av åtgärder. IVL rapport B1675, Stockholm maj 2006
- Grundmann J. Fume emission in gas shielded arc processes: Influence of shielding atmospheres on emissions Air Liquide, France 2005
- Guidelines on optimal ventilation (background and foreground) of the shop floor. Collective research. ECONWELD (Economical welding in a healthy way). D2.5. Maj 2008.
- Harris MK, Ewing WM, Longo W, De Pasquale C, Mount MD, Hatfield R, Stapleton R. Manganese Exposure During Shielded Metal Arc Welding (SMAW) in an Enclosed Space. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 2:375-382, August 2005.
- Health and Safety Executive Operational Circular OC 668/19. 22 September (1995) Use of on-gun extraction to control welding fume.
- Hjollund NH, Bonde JP, Jensen TK, Henriksen TB, Andersson AM, Kolstad HA, Ernst E, Giwercman A, Skakkebaek NE, Olsen J. Male-mediated spontaneous abortion among spouses of stainless steel welders. *Scandinavian Journal of Work, Environmental and Health* 2000; 26: 187-192.
- IARC Monographs on the Evaluation of Cancerogenic Risks to Humans. Volume 49 Chromium, Nickel and Welding. Summary of data Reported and Evaluation. WHO 1997-11-05

- Iwasaki T, Fujishiro Y, Kubota Y, Ojima J, Shibata N. (2004). Some engineering countermeasures to reduce exposure to welding fumes and gases avoiding occurrence of blow holes in welded material. *Industrial Health*, 43, pp 351-357.
- Karlsson E. Exponeringsnivåer hos svetsare – resultat från en studie på sydsvenska svetsare Jan-Eric Karlsson, Ett föredrag vid ett seminarium om svetsning och hälsorisker arrangerat av Centrum för folkhälsa i Stockholm 2008.
- Lillienberg, L., Zock, J-P., Kromhout, H., Plana, E., Jarvis, D., Toren, K., Kogevinas, M. 2008. A population-based study on welding exposures at work and respiratory symptoms. *Ann Occup Hyg*. Vol. 52, No. 2, pp 107-115
- Liu, H. H., Wu, Y. C., Chen H. L. (2007). Production of ozone and Reactive oxygen species after welding. *Arch Environ Contam Toxicol* 53, 513-518.
- Matusiak J. Emisja zanieczyszczeń przy spawaniu stali metodą MAG w osłonie różnoskładnikowych mieszanek gazowych. *Biuletyn Instytut Spawalnictwa* 2/95,
- Matusiak J. Ekologia i bezpieczeństwo pracy we współczesnym spawalnictwie. *Biuletyn Instytut Spawalnictwa* 5/95,
- Nise G m fl. Exposure to welding fumes: a comparison of exposure conditions during end of the 1970s and today for welders in Stockholm County. Abstracts / IOHA 3rd International Scientific Conference, September 13-18, 1997, Crans Montana, Switzerland 1997
- Nise G, personlig kommunikation
- Ojima J. (2009) Tracer Gas Evaluations of Push-Pull Ventilation System Performance. *Ind Health* 47, 94-96
- Ojima J. (2002) Worker exposure due to reverse flow in push-pull ventilation and development of a reverse flow preventing system. *J Occup Health* 44, pp 391-397
- Pocock, D., Saunders, C J., Carter, G. (2009). Effective control of gas shielded Arc Welding Fume. Health & Safety Laboratory
- Saunders, C J, Pocock, D, Carter, G. (2008). Controlling Gas Shielded Arc Welding Fume Using an On-Gun Extraction System. Health & Safety Laboratory
- Sjögren B, Hansen KS, Kjuus H, Persson PG. Exposure to stainless steel welding fumes and lung cancer: a meta-analysis. *Occupational and Environmental Medicine* 1994; 51: 335-336.
- Sjögren B, Gyntelberg F, Hilt B. Ischemic heart disease and welding in Scandinavian studies. *Scandinavian Journal of Work, Environmental and Health* 2006; Suppl 2: 50-53.
- Sjögren B Iregren A, Frech W, Hagman M, Johansson L, Tesarz M, Wennberg A. Påverkan på nervsystemet hos svetsare exponerade för aluminium eller mangan. *Arbete och Hälsa* 1994:27.
- Sjögren, B, Bäckström, I, Fryk, G, Jakobsson, R, Milerad, E, Plato, N, Tornling, G. (1991). Fever and respiratory symptoms after welding on painted steel. *Scand J Work Environ Health*. 17, pp 441-443.
- Sjögren, B, Ulfvarson, U. (1990). Svetsgaser och svetsrök. 90. Nordiska Expertgruppen för Gränsvärdesdokumentation. *Arbete och Hälsa* 1990:28.
- Sourakka J, Bengtsson B. Hur syns svetsarna i yrkesskadestatistiken? ISA-Arbetsskaderegistret. Föredrag på Svetskommissionens workshop om svetsutbildning 2010-02-23. Arbetsmiljöverket

Steel, J. (1964). Health Hazards in the welding and cutting of paint-primed steel. *Ann Occup Hyg.* 7, pp 247-52.

Svetskommissionen, hemsidan besökt 2009-05-12.

<http://www.svets.se/tekniskinfo/svetsning/metoder.4.ec944110677af1e8380009688.html>

Thomassen Yngvar. Hva er eksos og hva kan måles. Statens Arbeidsmiljøinstitutt, Oslo

Torén K ao. Adult-onset asthma and occupational exposures. *Scand J Work Environ Health* 1999; 25: 430-435.

Wyon D. (1986) VVS&Energi nr 3

Wyon DP. (2004) The effects of indoor air quality on performance and productivity. *Indoor Air*, 14 No 7, p 92 - 101

Zackrisson M, Dahlqvist P. (1986) Rökutsug i svetsfixturer. IVF-resultat 86503

## Bilaga 1. Metoder och mätresultat

### 1. Val av företag

Huvudkriteriet vid val av de företag som besöktes för utvärdering av åtgärder mot svetsrök var att åtgärderna ansågs fungera väl och att de använts under så lång tid att företaget kunde berätta om praktiska erfarenheter av åtgärdernas för- och nackdelar. Andra kriterier vid val av företag var:

- Manuell svetsning.
- Svetsning i kolstål.
- Godstjocklek över 1 mm, eftersom svetsning i tunnare plåt studerats i ett tidigare projekt (Christensson B et al, 2001 och Antonsson A-B et al, 2002).

Förslag på företag kom från Industriförbunden Metall- och Teknikföretagen, IF Metall, Nederman AB och IVFSwerea. IVL kontaktade dessutom några företag med omfattande svetsverksamhet. Några av företagen brukar framhållas som goda exempel och som företag med bra åtgärder som minskar svetsarnas exponering för svetsrök. Arbetsmiljön vid de besökta svetsarbetsplatserna bedöms med få undantag vara bättre än genomsnittet för liknande svetsarbetsplatser.

Totalt utfördes mätningar vid sju företag och intervjuer utfördes på ytterligare ett företag.

Vid den inledande exponeringskartläggningen för mangan och sexvärt krom utfördes mätningar vid sex företag. Kontakt med dessa företag förmedlades av Svetskommissionen. Målsättningen var en kartläggning av svetsarnas exponering för mangan och krom. Det var oklart om de lägre gränsvärdena för krom och mangan som infördes för snart tre år sedan klarades på de flesta svetsarbetsplatser. I samband med kartläggningen noterades även vidtagna åtgärder. Eftersom det var fråga om exponeringsmätningar för jämförelse med gränsvärdet utfördes mätningarna personburet under ett helt skift och åtgärder noterades. Utvärdering av åtgärdernas betydelse för uppmätta halter ingick inte i kartläggningen. Eftersom resultatet av denna inledande studie kommenteras i rapporten nämns den även här.

### 2. Mätstrategi

Vid företagsbesöken utfördes mätningar på alla svetsarbetsplatser som uppfyllde projektets kriterier och som hade pågående svetsarbete vid besöket. Exponeringen mättes med direktvisande instrument under korta sekvenser av svetsning för att utvärdera effekten av olika typer av punktutsug.

På varje arbetsplats mättes

- halten svetsrök vid eller nära arbetstagarens andningszon. Mätinstrumentet hölls vid svetsarens ena axel eller fästes på svetsarens kläder (Bild 1). Mätningar gjordes med och utan utsug, för att kartlägga utsugets betydelse för exponeringen.



Bild 1. Mätning av svetsrök med direktvisande instrument för dammhalt.

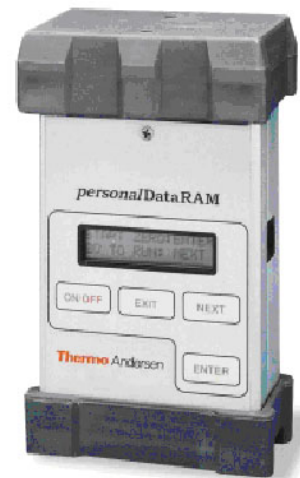


Bild 2. Det direktvisande instrumentet från MIE, modell pDR 1000AN. Instrumentet mäter dammhalten.

För att resultaten skulle bli jämförbara mättes så identiska svetsmoment som möjligt med respektive utan utsug. Vid några mätningar hade svetsobjektet oregelbunden form och det var då svårt att få en jämförbar svetsituation då utsug användes respektive var avstängt.

Utöver partikelhalter mättes också luftflöden i utsug samt ozonhalter. Dessutom studerades och dokumenterades följande vid varje arbetsplats där mätning utfördes.

- Tiden för svetsning. Svetsarbetet klockades för att vid analyserna veta under vilken tid svetsning pågick, samt när utsug användes eller var bortkopplat.
- Andra parametrar som kan påverka exponeringen registrerades för att kunna utvärdera deras eventuella betydelse för bildning av svetsrök och exponering. Dessa parametrar var svetsutrustning, svetsaggregatets inställningar (strömstyrka och spänning), svetsgodsets tjocklek och form, svetsstråd (typ och diameter), trådmatning, plugg- eller sömsvets, skyddsgas (sammansättning och flöde), avståndet mellan svetspunkt och utsug samt svetsarens personliga skyddsutrustning.
- Kringliggande faktorer. I så stor utsträckning som möjligt antecknades information om svetsarbetet och faktorer som kan ha påverkat mätresultatet.
- Fotografering. Svetsningen fotograferades för att i efterhand kunna studera bland annat arbetsställning och rökplymens rörelse.
- Samtal med svetsaren. När mätningarna var avslutade tillfrågades svetsaren om nuvarande och tidigare erfarenheter av åtgärder.

Vid varje företag studerades allmänventilationen okulärt och uppgifter om ventilationssystemet och svetslokalernas dimensioner samlades in. Uppgifter om flöde saknas för två av de sju besökta företagen. Vid besöket noterades även öppna portar, dörrar och fönster med mera eftersom dessa öppningar kan påverka svetsplymens riktning och bredd samt luftutbytet och därmed bakgrundshalten av svetsrök.

### 3. Mätmetoder

Vid de fyra första besöken mättes endast partikelhalterna som svetsaren exponerades för. Vid de tre sista mätningarna fanns även tillgång till instrument för att mäta halten ozon. Vid alla mätningar mättes luftflödet i använda punktutsug.

Partikelhalterna i svetsröken mättes med ett litet direktvisande instrument pDR 1000AN tillverkat av MIE (Bild 2). Instrumentet mäter partikelhalten optiskt genom att mäta ljusspridningen från aerosolen som för tillfället befinner sig i instrumentets mätcell. Precisionen är inte tillräcklig för att kunna bedöma om en svetsare är exponerad över eller under gränsvärdet om mätvärdena är i relativt nära gränsvärdet. Däremot är precisionen och repeterbarheten tillräcklig för jämförande mätning på samma arbetsplats med och utan åtgärd.

Mätresultaten loggades i instrumentet med några sekunders tidupplösning.

Luftflödet i punktutsuget mättes vid varje arbetsplats med en termoanemometer VelociCalc Plus 8385 tillverkat av TSI, se bild 3 och 4.

Utsugets flöde i integrerade utsug kan justeras med ett reglage på svetspistolens. Mätningen utfördes med svetsarens inställning av flödet. För att kunna mäta svetspistolernas utsug monterades de i ett rör med pistolen i ena ändan och flödesmätaren i andra ändan. Runt svetspistolens tätades röröppningen med tape. Mätning av lufthastighet utfördes i flera punkter över tvärsnittsarean. Mätpunkterna valdes enligt rekommendation för flödesmätning i cirkulära kanaler.



Bild 3. Lufthastighetsmätning av det integrerade utsugets flöde.



Bild 4. Termoanemometern VelociCalc 8385 från TSI.

För utsugsarmarna skattades lufthastigheten med termoanemometer genom mätning i flera punkter i utsugsöppningen på samma sätt som för de integrerade utsugen. Termoanemometern ger ett resultat i enheten m/s och med hjälp av diametern på utsugsarm respektive mätrör som användes vid utsug i svetspistol kunde flödet grovt skattas i m<sup>3</sup>/h.

Ozonmätningarna utfördes med ett direktvisande instrument Monitor Labs Inc, model 8810, se bild 6. Ozonhalten mättes på 0,5 respektive 1 meters avstånd från ljusbågen och både vid svetsning med respektive utan utsug (Bild 5). Ozonhalten mättes på olika avstånd för att studera skillnader i ozonhalt på olika avstånd från ljusbågen. Ozon bildas inte i svetspunkten utan en bit från ljusbågen. Mätningen sköttes manuellt genom att en person höll slangen på respektive avstånd. På samma sätt som partikelhalterna loggades ozonhalterna och fördes över till dator för analys. Några mätningar utfördes också vid svetsarens ena axel.



Bild 5. Provtagning av ozon via en slang fram till arbetsplatsen. Slangen (inringad) hölls normalt på två avstånd 0,5 och 1 m från svetsaren. På bilden ses även det partikelmätande instrumentet.



Bild 6. Instrument för mätning av ozon från Monitor Labs Inc, model 8810. På bilden har chassit tillfälligt öppnats för en mindre justering.

## 4. Analys av mätresultat

Information från mätningarna har analyserats och jämförts för att studera eventuella samband mellan olika variabler. Punktutsugens betydelse för svetsare exponering för svetsrök och ozon utvärderades genom jämförelse av halterna vid mätning med och utan utsug. Mätdata analyserades med multivariat analys för att undersöka en eventuell relation mellan olika svetsparametrar och uppmätta exponeringar för svetsrök och ozon. Även svetsarens position i förhållande till svetsplymen vägdes in i analysen.

## 5. Mätresultat

Spridningen i mätresultaten var för stor för att med multivariat analys påvisa samband mellan olika svetsparametrar och uppmätta exponeringar. Resultaten av uppmätta halter partiklar och ozon redovisas i detta avsnitt. Övriga mätningar redovisas under egna punkter eller enbart i rapporten (till exempel punktutsug och allmänventilation).

## 5.1 Partiklar

I rapporten finns en tabell (tabell 2) som sammanfattar resultaten av mätningarna av partiklar vid användning av rörliga utsug. Motsvarande tabell för integrerade utsug har inte förts in i rapporten, eftersom de integrerade utsugen med ett undantag inte kunde vara effektiva eftersom de hade för lågt flöde och/eller utsuget placerat för långt från svetspistolens spets. I tabell 1 och 2 nedan redovisas mätresultaten i detalj från respektive mätning i svetsarens andningszon. Alla mätningar utfördes utanför andningsskyddet. Eftersom svetsarna normalt hade andningsskydd så är de exponerade för lägre halter än de redovisade.

Tabell 1. Mätning av partiklar på arbetsplatser med utsug integrerade i svetspistolen. På några mätplatser noterades endast om hylsan för utsuget var monterad på pistolen eller ej. Om hylsan saknas blir avståndet mellan pistolspets och utsugsöppning cirka 50 mm eller mer. På ett företag (mätplatserna 40-46) hade man en utsugsslang fastsatt på eller vid pistolen. Mätplatserna med slangöppningen fastsatt på pistolen är märkta med asterisk. På mätplats 46 var slangen inte fastsatt vid pistolen.

Mät-plats	Avstånd pistolspets – utsugsöppning, mm	Utsugs-flöde, m <sup>3</sup> /h	Svetsrök, mg/m <sup>3</sup> Med utsug		Svetsrök, mg/m <sup>3</sup> Utan utsug	
			Medel-värde	Medel, fem högsta värdena	Medel-värde	Medel, fem högsta värdena
1	70	30	0,9	2,3	4,6	9,0
2	70	26	0,1	0,1	0,5	0,6
3	25	55	2,9	4,9	5,4	16
4	35	32	0,2	0,5	0,3	0,9
5	35	31	9,3	18	6,2	15
6	35	26	1,9	5,4	3,6	14
7	30	50	0,4	0,8	2,1	5,5
8	65	22	14	36	22	61
9	75	35	3,6	12	0,5	1,3
10	65	19	0,6	1,6	0,1	0,4
11	20	28	2,5	7,6	1,1	4,1
12	22	42	2,0	6,8	0,4	0,5
13	17	47	<0,1	0,2	5,2	18
14	39	28	0,5	1,7	1,3	3,7
15	14	50	2,5	8,2	0,2	0,2
16	24	37	1,7	2,8	2,5	7,9
17	25	29	2,0	9,5	0,9	2,9
18	21	43	0,7	4,8	24	186
19	15	41	1,1	6,3	1,7	4,8
20	19	29	2,9	6,0	3,2	15
21	30	59	2,2	8,6	1,7	4,4
22	38	56	0,4	0,6	5,7	13
23	Ej hylsa	30	1,4	1,5	2,1	3,2
24	-	21	1,1	1,8	1,5	2,7
25	Ej hylsa	30	0,8	1,4	1,5	4,1
26	Ej hylsa	30	0,4	0,6	0,2	0,3
27	Ej hylsa	55	0,7	1,1	0,5	0,7
28	-	-	92	314	0,7	1,0
29	-	85	32	101	1,0	1,0
30	Med hylsa	49	Instrumentfel			
31	Ej hylsa	47	1,2	4,0	-	-
32	Ej hylsa	17	0,3	1,0	0,7	2,0
33	Med hylsa	31	1,7	15	-	-
34	70	29	12	45	9,0	33
35	80	26	11	39	6,8	20
36	73	33	2,3	6,9	0,7	1,8
37	71	32	1,5	7,3	15	40
38	75	27	12	55	7,7	22
39	80	27	10	35	0,8	1,2

Mät-plats	Avstånd pistolspets – utsugsöppning, mm	Utsugs-flöde, m <sup>3</sup> /h	Svetsrök, mg/m <sup>3</sup> Med utsug		Svetsrök, mg/m <sup>3</sup> Utan utsug	
			Medel-värde	Medel, fem högsta värdena	Medel-värde	Medel, fem högsta värdena
40	315*	24	1,5	5,6	2,0	4,5
41	135*	27	3,5	9,2	2,8	8,1
42	125*	4	Instrumentfel			
43	105*	20	1,0	1,8	0,8	1,2
44	115*	-	Instrumentfel			
45	90*	28	Instrumentfel			
46	100-1000*	17	0,7	4,4	0,8	5,0

Tabell 2. Mätning av svetsarens exponering för partiklar på arbetsplatser med utsugsarmar.

Mät-plats	Avstånd pistolspets – huvöppning, mm	Utsugs-flöde, m <sup>3</sup> /h	Svetsrök, mg/m <sup>3</sup> Med utsug		Svetsrök, mg/m <sup>3</sup> Utan utsug	
			Medel-värde	Medel, fem högsta värdena	Medel-värde	Medel, fem högsta värdena
47	400-800	845	5,1	32	2,7	16
48	Cirka 320	24	2,3	10	6,1	36
49	Cirka 140	27	0,8	1,6	1,2	6,3
50	-	-	<0,1	0,1	<0,1	<0,1
51	Cirka 350	650	0,4	10	1,7	16
52	Cirka 500	850	0,1	0,2	13	37
53	-	820	1,5	2,5	4,3	24

## 5.2 Ozon

I rapporten finns en tabell (tabell 3) som sammanfattar resultaten från mätningarna av ozon vid användning av rörliga utsug. Motsvarande resultat för integrerade utsug har inte sammanställts i rapporten på grund låga flöden och/eller för stort avstånd mellan svetspistolspets och utsugsöppning. I tabell 3 och 4 nedan redovisas mätresultaten i detalj från samtliga mätningar 0,5 respektive 1 m från svetsarens andningszon. Några mätningar utfördes även i svetsarens andningszon, men utanför andningsskyddet. Mätning utfördes även före och efter svetsning för att bestämma bakgrundshalten på respektive arbetsplats.

Tabell 3. Mätning av ozon på arbetsplatser med integrerade utsug. Ozon mättes på tre olika avstånd; andningszon, 0,5 m och 1,0 m.

Mät-plats	Avstånd pistolspets – huvöppning, mm	Utsugs-flöde, m <sup>3</sup> /h	Ozon, ppb, medelvärde Med utsug			Ozon, ppb, medelvärde Utan utsug		
			Andnings-zon	0,5 m	1 m	Andnings-zon	0,5 m	1 m
1	70	30	-	12	18	-	21	18
2	70	26	-	13	14	-	14	14
3	25	55	-	14	12	-	12	14
4	35	32	-	11	17	-	16	32
5	35	31	-	20	54	-	13	11
6	35	26	-	12	16	-	11	13
7	30	50	-	10	10	-	10	15
10	65	19	-	12	19	-	24	20
11	20	28	-	17	22	-	13	17
12	22	42	-	36	42	-	31	36
13	17	47	-	24	16	-	36	67
14	39	28	-	12	30	-	17	31
15	14	50	-	16	21	-	18	15
16	24	37	-	21	41	-	22	28
17	25	29	-	20	42	-	29	38
18	21	43	41	-	-	187	-	-
19	15	41	-	14	17	-	15	17
21	30	59	-	46	52	-	40	33
22	38	56	-	22	29	-	27	28
34	70	29	-	16	15	-	22	33
35	80	26	-	30	61	-	38	35
36	73	33	-	15	24	-	24	21
37	71	32	-	20	19	-	18	25
38	75	27	-	25	28	-	30	30
39	80	27	-	27	29	-	39	32

Tabell 4. Mätning av ozon på arbetsplatser med utsugsarmar. Ozon mättes på tre olika avstånd; andningszon, 0,5 m och 1,0 m.

Mät-plats	Avstånd Pistolspets – huvöppning, mm	Utsugs-flöde, m <sup>3</sup> /h	Ozon, ppb, medelvärde Med utsug			Ozon, ppb, medelvärde Utan utsug		
			Andnings-zon	0,5 m	1 m	Andnings-zon	0,5 m	1 m
47	400-800	845	-	23	14	-	15	15
48	Cirka 320	24	44	-	-	32	-	-
49	Cirka 140	27	21	-	-	18	-	-

## 6. Arbetställning

Eftersom koncentrationen i svetsplymen kan uppgå till flera g/m<sup>3</sup>, har svetsarens tid i eller i utkanten av plymen stor betydelse för exponeringen. På varje arbetsplats studerades arbetställning i förhållande till plymen och eventuellt luftdrag genom lokalen som kunde få plymen att vika mot eller från svetsaren. Svetsarens arbetställning i förhållande till svetsplymen utvärderades subjektivt och dokumenterades med bilder, några exempel se bild 7 – 9.



Bild 7. Står vid sidan om plymen. dammhalt i andningszonen 0,3 mg/m<sup>3</sup> vilket är samma som bakgrundshalten.



Bild 8. Står delvis lutad över, men drag för bort delar av plymen. Uppmätt halt i andningszonen: 1,7 mg/m<sup>3</sup>.



Bild 9. Står delvis lutad över plymen, men här rör sig plymen något mot svetsaren. Uppmätt halt i andningszonen: 51 mg/m<sup>3</sup>.

## 7. Svetsleverantörers, svetsföretags och svetsares syn på svetsrök

Hur ser man på riskerna med svetsrök? Finns det behov av åtgärder? Vilka åtgärder finns? Vilka åtgärder är effektiva? Det är några av de frågor som ställdes till anställda hos tillverkare av svetsutrustning, återförsäljare, anställda hos svetsande företag, skyddsombud mm.

Syftet med intervjuerna var att kartlägga olika aktörers kunskaper om, erfarenheter av och syn på åtgärder mot svetsrök samt hur olika aktörer påverkar attityden till svetsrök och åtgärderna mot svetsrök. Totalt ställdes ca trettio frågor. Frågorna gällde

- kort beskrivning om det egna företaget och dess verksamhet och omfattning,
- svetsmetoder och svetsgods.
- risker med exponering för svetsrök,

- skyddsåtgärder, och dess betydelse för exponeringen,
- kunskap om svetsrökens risker som inhämtats och eventuellt förmedlats vidare.

Intervjuerna med tillverkare och återförsäljare svets- och kringutrustning utfördes per telefon. Svetsande företag intervjuades i regel vid besök på företaget. I samband med mätningarna vid arbetsplatserna framfördes också synpunkter som tagits med i redovisningen. Femton tillverkare och återförsäljare samt representanter från sex svetsföretag intervjuades. På ett av svetsföretagen intervjuades personal på två orter. På ett företag intervjuades endast chefen eftersom företaget hade få anställda. Fem anställda på svetsföretag intervjuades. Dessutom intervjuades en praktikant på ett av svetsföretagen och samtal fördes både med svetsare och med arbetsledare i samband med mätningarna.

Vissa frågor har inte sammanställts på grund av olika skäl, t ex få svar, ofta missuppfattning av frågan, otydliga eller svårtolkade svar. Mycket av intervjuerna redovisas i tabellform. Ofta har svaren kortats ner för att få plats i tabellerna. Det gör att nyanser och en del kommentarer inte kommit med i de redovisade svaren.

## 7.1 Tillverkare och säljare av svetsutrustning

Intervjuerna med representanter för tillverkare och säljare av svetsutrustning och/eller svetstillbehör redovisas i avsnitt 7.8.1.

## 7.2 Svetsande företag

Fem svetsande företag besöktes och ett företag intervjuades per telefon. I tabell 5 beskrivs de sex företagen. Antalet anställda sammanlagt för A och B som hade samma ägare var cirka 80. Även Företag D hade också cirka 80 anställda (varav cirka 20 svetsare), C och E cirka 20 och F cirka 5.

Tabell 5. Företagsbeskrivningar.

Företag	Svetsmetoder		Effekt, A	Material	Åtgärd	
	Verkstad	Hos kund			Verkstad	Hos kund
A	MIG, MAG	Uppgift saknas	-250	Kolstål och höghållfast stål	Integrerade utsug, andningsskydd	Uppgift saknas
B	Solid och rör		-360			
C	MIG, MAG, solid och rör, TIG		-500	Kolstål och rostfritt	Utsugsarmar	
D	MIG, solid och rör, TIG	-	Uppgift saknas	Kolstål och rostfritt	Integrerade utsug	-
E	MAG, solid och rör, MMA	Huvudsakligen MMA	-500	Kolstål	Utsugsarmar andningsskydd	Mobila utsug, andningsskydd
F	Uppgift saknas	MMA, TIG	Uppgift saknas	Allt utom aluminium	Uppgift saknas	Andningsskydd ibland, mobila utsug ibland, finns åtgärd hos kund används den

## 7.2.1 Intervjuer med chefer/arbetsledare

I tabell 6 beskrivs de intervjuades uppfattning om svetsröken i förhållande till andra arbetsmiljöproblem, i tabell 7 åtgärdernas effekt på arbetsmiljön och i tabell 8 arbetsmiljökompetensen vid företaget. Tabell 9 redovisar hur företagsrepresentanterna ser på leverantörerna av svetsutrustning och tillbehör, men även på andra aktörer som kan ha betydelse för vidtagna åtgärder. En fråga gällde anställdas medverkan för åtgärdsbeslutet. I tabell 7 ingår även iakttagelser från företagsbesöken om användning av åtgärderna.

Tabell 6. Hur ser man på svetsröken i förhållande till andra arbetsmiljöproblem, vilka åtgärder som vidtagits och vilka alternativa åtgärder som provats före beslut.

Företag	Svetsröken i förhållande till andra arbetsmiljöproblem	Vidtagna åtgärder	Testat andra åtgärder	Varför valdes åtgärden
A, B	Svetsrök största problemet	Integrerat utsug och andningsskydd	Olika munstycken till integrerat utsug.	Rörlighet, svetsar stora objekt, inte i vägen för traversen
C	-	Utsugsarmar	Integrerade utsug, men de var för tunga	Flexibla don
D	-	Integrerat utsug	Vet ej*	Vet ej*
E	-	Utsugsarmar, integrerat utsug, mobila utsug och andningsskydd	Vet ej*	Vet ej*
F	Finns större faror	Andningsskydd ibland	Mobila utsug fungerade bra, men det var svårt med utrymmet	-

Anm\* Åtgärden fanns när de intervjuade chefen/arbetsledaren började på företaget.

På företagen A och B förväntas att personalen använder de integrerade utsugen.

Vid företag F uppger de anställda att de ibland inte ens kan använda andningsskydd, eftersom de måste kommunicera med varandra. De arbetar i regel tillsammans två och två. Eftersom arbetet sker hos kunden anser de sig ha liten möjlighet att påverka arbetsmiljön. Andra på arbetsplatsen har vanligtvis större påverkan på arbetsmiljön. Man anser sig också utsatta för andra större risker, som fall, brännskador från hetvatten med mer. Svartstål anses inte vara särskilt farligt även om det blir svart i näsa och svalg. Slutligen så ansåg man att långvarig användning av andningsskydd kunde ge lungskador.

Tabell 7. Bedömning av de utförda åtgärdernas effektivitet. I tabellens sista kolumn finns även notering av IVL:s personal om iakttagelser gjorda vid besöket. Företag F utför sitt arbete hos olika kunder så arbetsplatsbesök har inte genomförts.

Företag	Tillräckligt skydd	Resultat från gjorda mätningar	Kan arbetsmiljöåtgärderna räknas hem?	Iakttagelser vid företagsbesök
A, B	Behöver mer	Ja, OK i ena verkstaden	Vet ej	Några använder inte hylsan på utsuget
C	Ja, men vill göra mer på allmänventilationen	Ja och förändringar har genomförts	-	Vissa utsugsarmar är felplacerade
D	Absolut	Ja, värden godkända	-	-
E	Ja, när skydden används	Vet ej	Ja	Ingen använde utsugen
F	-	-	-	-

Tabell 8. Arbetsmiljökunnande vid företaget.

Företag	Arbetsmiljökompetens	Diskuteras arbetsmiljön	Arbetsmiljöproblem	Kännedom om ändrade gränsvärden för krom och mangan	Konsekvenser av de ändrade värdena
A, B	En handledare för utbildning i "Heta arbeten"	Ja	Ja, bland annat svetsrök	Ja	Nej, lite stål med hög manganhalt
C	Ett utbildat skyddsombud	Mycket i samband med satsning på ventilation	Ja, dåliga givare på punktutslug, de startar ej automatiskt	Ja	Behöver åter mäta för kontroll
D	Nej, men ISO-system	-	-	Nej	-
E	Nej	Ja stående	Hälsoproblem med att många är rökare	Nej	-
F	Nej, mycket sunt förnuft	Ja, ofta	Många, men ingen information	Nej	-

Fyra av företagen är anslutna till företagshälsovårdscentral. För två av företagen saknas upp gift om anslutning. Anslutning till företagshälsovårdscentral innebär att företag ska ha tillgång till expertkompetens.

Tabell 9. Tillverkare och säljare av svetsutrustning samt andra aktörers medverkan och förväntad medverkan före åtgärdsbeslut. För företag C gällde svaret även konsulter för allmänventilationen. Företag F har inte vidtagit några särskilda åtgärder eftersom arbetet sker hos kunderna vilket begränsar möjligheterna.

Företag	Vilka tjänster förväntas eller erhålls från av tillverkare och säljare av svetsutrustning.				Vilka har deltagit i åtgärdsarbetet
	Arbetsmiljöråd	Svetstekniska råd	Skyddsdatablad	Utbildningar	
A, B	Diskuterat problemet med leverantörer	Ja	Ja	Ja, svetstekniska	Kunder, personal
C	Aldrig vid leverans, de kan ej	Ja	Ingen uppgift	Ja, svetstekniska	Haft konsulter, men de underdimensionerade allmänventilationen
D	Nej	Nej	Ja	Nej	Ingen uppgift
E	Lite information	Ja	Ja	Ja, svetstekniska	Ingen uppgift
F	Nej, om jag frågar kan de säkert ge råd	Nej	Svetshandböcker, rökklasser	De kan nog om man vill	Tillsammans med beställaren görs en riskanalys i början av jobbet

## 7.2.2 Intervjuer med svetsare och en praktikant

Intervjuer gjordes vid de fem besökta företagen. De intervjuade svetsarnas erfarenhet och svetsarbete framgår av tabell 10. Vid ett av företagen (C) intervjuades även en praktikant. På ett företag fick svetsarna information om åtgärder av huvudskyddsombudet och vid ett företag av FHV. Vid två av företagen förväntades svetsarna använda åtgärden mot svetsrök. På ett av företagen hade inte informationen nått den intervjuade svetsaren. Svetsaren på ett företag har skrivit en bok som omfattar skydd vid svetsning tillsammans med ett annat företag. Totalt var det två som inte fått rekommendationer om skydd mot svetsrök. På frågan om ändrade gränsvärden om mangan och sexvärt krom så var det en svetsare som kände till lagändringen. Endast en av svetsarna saknade helt någon form av arbetsmiljöutbildning. I tabell 11 redovisas svetsarnas syn på både arbetsmiljön generellt och svetsrök. I tabellen beskrivs även åtgärder idag och förslag till ytterligare åtgärder mot både svetsrök och andra arbetsmiljöproblem. I övrigt framkom att

arbetsmiljöfrågorna diskuterades i vissa fall mer organiserat (skyddskommitté etc.) och på andra främst mindre företag mer slumpmässigt.

Tabell 10. Intervjuade svetsares yrkeserfarenhet och svetsarbete

Företag	Svetserfarenhet, år	Varav vid företaget, år	Andel svetsarbete, %	Material	Svetsmetod och effekt
A	17	4	50	Kolstål, 20 mm och uppåt	MIG solid 0,8, rör 1,2 -200A. MMA hos kund
B	12	10	10 (i övrigt måttning och häftning)	Kolstål, 8-120 mm ( mest 15-60 mm)	MAG -400A. MIG solid 0,8-1,0
C	24	4	50	Kolstål 70 % o rostfritt 30 %, 10-35 mm	MAG solid o rör, MMA minst, TIG
D	40	17	40	Mest kolstål	MIG solid o rör, lite TIG
E	35	35	Lite	Kolstål, målade plåt slipas före	MAG solid o rör, MMA 200 - 500 A

Tabell 11. Arbetsmiljöproblem och svetsrök på den egna arbetsplatsen samt befintliga åtgärder och förslag på ytterligare åtgärder.

Företag	Besvär av svetsrök	Använda åtgärder mot svetsrök	Idéer om åtgärder mot svetsrök	Arbetsmiljöproblem, generellt	Finns det andra åtgärder som behövs
A	Ja, hängt över. Ögonsveda.	Integrerat utsug. Friskluftsmask i trånga utrymmen.	Alla ska använda utsugen.	Slipdamm, buller, svetsrök.	-
B	Ja. Speciellt vid svets i färgad och förbehandlad plåt.	Integrerat utsug, använder utsugsslang från annat integrerat utsug i trånga utrymmen. Vid slipning och kolbågs-svetsning – andningsskydd.	Använda huvar.	Dålig allmänventilation.	Försäljare ofta hit, men ej rätt arbetsmiljölösningar. Får söka själv. Finns inga bra lösningar.
C	Nej	Punktutsug	Nej	Mer allmänventilation, ergonomi.	Diskussion om införande av höj- och sänkbara bord.
D	Nej	Integrerat utsug. Smidigare pistoler eftersom de kan ledas mer.	Nej	Golvet är svårt att hålla rent.	Känner inget behov av något annat.
E	Ja	Punktutsug, andningsskydd, integrerat utsug. Åtgärderna används lite.	Se till att åtgärderna används.	Slipning, svetsblänk från andra.	Bättre belysning.

På ett företag intervjuades också en praktikant. Från intervjun finns en intressant kommentar. På skolan finns en lärare att fråga och man får ofta vänta länge på sin tur. Här finns det hela tiden flera som man kan fråga.