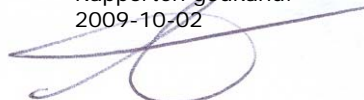


# Hur effektivt skyddar andningsskydd i praktiken?

Pär Fjällström Ingvar Wängberg Bengt Christensson  
B1876  
Oktober 2009

Rapporten godkänd:  
2009-10-02



Lars-Gunnar Lindfors  
Forskningschef

|  |   |
|--|---|
| <b>Organisation</b><br>IVL Svenska Miljöinstitutet AB  | <b>Rapportsammanfattning</b>  |
| <b>Adress</b><br>Box 21060<br>100 31 Stockholm   | <b>Projekttitel</b><br>Hur effektivt skyddar andningsskydd i praktiken? |
| <b>Telefonnr</b><br>08-598 563 00  | <b>Anslagsgivare för projektet</b><br>Afa Försäkringar                  |
| <b>Rapportförfattare</b><br>Pär Fjällström, Ingvar Wängberg och Bengt Christensson   |   |
| <b>Rapporttitel och undertitel</b><br>Hur effektivt skyddar andningsskydd i praktiken?<br>How does respiratory protective devices work in practice?  |   |
| <b>Sammanfattning</b><br><p>Målet med projektet har varit att kartlägga vilket skydd andningsskydd ger i praktiken. Totalt har 86 andningsskydd testats samtidigt som brukarna utförde sina normala arbetsuppgifter. Filtermasker, halvmasker och fläktmatade andningsskydd med partikelfilter (FFP3, P3) ingick i undersökningen. Användare och arbetsledare har även intervjuats angående deras (deras företags) erfarenheter, rutiner och kunskaper om handhavande av andningsskydd.</p> <p>Resultaten redovisas i form av skyddsfaktorer, vilka motsvarar hur många gånger renare luften är innanför än utanför masken. Spridningen i resultaten var stor, från undermåligt till väl fungerande för de olika typerna av andningsskydd som testades. Resultatet för filtermasker var <math>36 \pm 22</math>, halvmasker <math>1030 \pm 740</math> och fläktmatade andningsskydd <math>1590 \pm 2110</math>. Detta kan sättas i relation till den nominella skyddsfaktorn, det vill säga den förväntade skyddsnivån för utbildade användare med nya andningsskydd. Den är 50, 48 respektive 10-2000 (beroende på vilken typ av mask, huva eller visir fläkten är kopplad till).</p> <p>Intervjuresultaten visade att det finns ett stort utbildningsbehov hos både användare och arbetsledare angående handhavande av andningsskydd. Endast var femte person hade fått utbildning rörande rengöring, filterbyten, förvaring av skydd när de inte används, med mera. Många användare av filter- och halvmasker, 71 % av de tillfrågade, hade inte informerats om vikten av att vara nyrakad med tanke på passningen. Endast 22 % bytte filter tillräckligt ofta för att vara på den säkra sidan. Det förekom också att användarna rengjorde filtren antingen med dammsugare eller med tryckluft istället för att byta filtren, vilket kan skada filtret så att det släpper igenom partiklar. Arbetsledarna hade något bättre kunskaper om handhavande av andningsskydd, men ansåg att det var svårt att motivera de anställda till att använda andningsskydd. Endast 31 % ansåg att de flesta av de anställda använde andningsskydd när arbetsförhållandena krävde det.</p> |   |
| <b>Nyckelord samt ev. anknytning till geografiskt område eller näringsgren</b><br>Andningsskydd, funktion, tester, intervjuer  |   |
| <b>Bibliografiska uppgifter</b><br>IVL Rapport B1876   |   |
| <b>Rapporten beställs via</b><br>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  |   |

## Summary

The aim of the study was to survey how the use of respiratory protective devices (RPD) in Sweden works in practice. Workplace protection factors (WPF) for filtering face pieces, half masks and fan assisted RPDs with particle filters (FFP3, P3), a total of 86 RPDs, have been tested. Workers in mainly building and welding industry performed their normal work tasks while the particle levels were measured inside and outside the RPD using two particle counters (Portacount Plus, Model 8020, TSI, USA). The users of the RPD as well as representatives from the companies' management were interviewed to estimate their knowledge about how to handle RPDs and what routines their respective company had regarding their use.

There was great variance in the results from the WPF measurements with both substandard and well working RPDs of all types that were tested. The result for the filtering face pieces was  $36 \pm 22$ , half masks  $1030 \pm 740$  and fan assisted RPDs  $1590 \pm 2110$ . This can be compared to the nominal protection factor, i.e. the expected protection factor for a new RPD used by a trained person. It is 50, 48 and 10-2000 respectively (depending on the type of mask, hood or visor the fan is connected to).

The results from the interviews clearly indicated a need for education among both users and management regarding how to use RPDs. Only every fifth person had undergone education about handling, e.g. when to use, cleaning, filter change and storage of RPD when not in use. Shaving frequency was too low for 71 % of the respondents and only 22 % changed their filters often enough to be on the safe side. It also became evident that some users clean their filters with vacuum cleaners and even compressed air instead of changing the filter, which leads to rifts in the filter material. The management representatives had slightly better knowledge regarding handling of RPDs, but found that it was difficult to motivate the employees to use RPDs. Only 31 % thought that the majority of the employees with regularity used RPDs when the working conditions so dictated it.

## Innehållsförteckning

|   |    |
|---|----|
| Summary .....   | 1  |
| 1 Är andningsskydd tillförlitliga?.....                       | 3  |
| 2 Syfte.....  | 4  |
| 3 Om andningsskydd .....                                      | 4  |
| 3.1 Filtermasker.....   | 4  |
| 3.2 Hel och halvmasker .....                                  | 5  |
| 3.3 Fläktmatade andningsskydd.....                            | 6  |
| 3.4 Filter .....  | 6  |
| 3.5 Damm .....  | 7  |
| 3.6 Hälsoeffekter.....  | 7  |
| 4 Metoder.....  | 8  |
| 4.1 Mätning av arbetsplatskyddsfaktorer .....                 | 8  |
| 4.2 Mätningar av damm och rök i arbetsmiljön.....             | 10 |
| 4.3 Intervjuer .....  | 10 |
| 5 Resultat.....   | 11 |
| 5.1 Andningsskydd .....                                       | 11 |
| 5.2 Miljömätningar.....                                       | 12 |
| 5.3 Intervjuer .....  | 12 |
| 5.3.1 Användare av andningsskydd .....                        | 12 |
| 5.3.2 Chefernas syn på och erfarenheter av andningsskydd..... | 19 |
| 6 Diskussion .....  | 22 |
| 6.1 Mätmetod .....  | 22 |
| 6.2 Om andningsskyddens skyddsfaktor .....                    | 23 |
| 6.3 Vilken skyddsfaktor krävs? .....                          | 24 |
| 6.4 Tänkbara förklaringar till dåligt fungerande skydd .....  | 24 |
| 6.5 Om resultatens generaliserbarhet .....                    | 27 |
| 7 Slutsats .....  | 28 |
| 8 Referenser.....   | 28 |
| Appendix 1. Intervjuformulär – Användare .....                | 29 |
| Appendix 2. Intervjuformulär – Arbetsledare .....             | 32 |
| Appendix 3. Databehandling.....                               | 34 |
| Appendix 4. Mätresultat .....                                 | 36 |
| Appendix 5. Felsökning.....                                   | 39 |

# 1 Är andningsskydd tillförlitliga?

I många arbetsmiljöer är andningsskydd viktiga som skydd mot luftföroreningar. Då gäller det att andningsskydden fungerar och ger det förväntade skyddet. Några utländska studier tyder på att det är stor skillnad på den skyddsfaktor som andningsskydd har i testmiljön på laboratorium och den skyddsfaktor de har i praktiken på arbetsplatsen (1).

Skyddsfaktorer är ett mått på andningsskyddets skyddsfunktion, det vill säga dess förmåga att avskilja föroreningar. En skyddsfaktor kan enklast beskrivas som

$$\text{Skyddsfaktor} = (\text{Halten utanför andningsskyddet}) / (\text{Halten innanför andningsskyddet})$$

Om halten innanför skyddet är 1 % (1/100-del) av halten utanför andningsskyddet, är skyddsfaktorn således 100.

Hur effektivt andningsskydd skyddar beror på

- filtrets funktion och kapacitet
- användaren
- handhavandet, till exempel hur bra maskerna passar individen och hur man underhåller sitt andningsskydd.

I Sverige har inga undersökningar gjorts för att studera hur andningsskydd fungerar i praktiken på arbetsplatser. Inom flera av IVL:s projekt har vi mätt upp mycket höga dammhalter på både byggarbetsplatser och i verkstäder (2). Dessa mätningar visar att det finns ett uppenbart behov av väl fungerande andningsskydd. Vi har också tidigare observerat stora brister i kunskapen om andningsskydd

Enligt europeisk lag måste andningsskydd testas och certifieras enligt Svensk/europeisk standard (SS-EN), som i detalj anger prestandakrav och testmetoder för respektive typ av andningsskydd. Testförhållandena speglar dock inte alltid verkligheten. Till exempel testas filterkapaciteten vid ett konstant luftflöde på 95 l/min. Vid ansträngning kan man dock komma upp i högre flöden. Vid tungt arbete som till exempel vid skottning, sågning eller arbete med slägga kan toppflöden ligga över 250 l/min (3,4). Försök gjorda med brandmän visade att toppflöden kunde komma upp till 500 l/min vid extrem fysisk ansträngning. Sådana toppflöden innebär att testresultaten inte speglar verkliga förhållanden utan sannolikt överskattar filtrens effektivitet. En komplicerande faktor är att flödet även blir kraftigt pulserande på grund av den stora skillnaden mellan in- och utandning (5,6). Brister i andningsskyddens design eller om de inte har god passform kan därför ge upphov till läckage.

Det är av stor vikt att ta reda på hur andningsskydd fungerar i praktiken på arbetsplatser för att ha ett tillförlitligt underlag vid val av andningsskydd. Det är också viktigt med fungerande rutiner för underhåll och filterbyte på arbetsplatsen. Användare av andningsskydd ska kunna känna sig trygga med att deras andningsskydd ger ett fullgott skydd om de sköts och underhålls på rätt sätt. Arbetsgivare som investerar i andningsskydd som rekommenderas för den typ av arbete som förekommer inom företaget ska kunna vara säkra på att andningsskydden ger den skyddsfaktor som krävs.

I USA och Storbritannien har man lagstadgat om att passningstester ska utföras på arbetsplatser där andningsskydd används. Testet ska upprepas om användarens ansiktsform förändras (tappar eller ökar kraftigt i vikt, efter omfattande tandvårdsingrepp, vid svårare ansiktsskador) samt vid byte av andningsskydd till annan modell (inkluderar storlek och filtertyp). Det är vanligt att passningstest ingår i den årliga hälsoundersökningen. I Sverige nämner föreskriften AFS 2001:03, att ”personlig skyddsutrustning förutsätter ofta en individuell utprovning. Att t.ex. ett andningsskydd är typkontrollerat innebär inte att det med säkerhet passar alla ansikten. Det kan ibland vara nödvändigt att prova olika fabrikat och/eller storlekar av en skyddsutrustning för att avsedd skyddseffekt och rimlig bekvämlighet ska uppnås”. I Sverige finns dock inga föreskrifter som kräver passningstest.

## 2 Syfte

Syftet med projektet var att undersöka hur väl andningsskydd skyddar i praktiken, när de används på arbetsplatsen.

Undersökningen begränsades till filtermasker av FFP3 modell samt halvmasker och fläktmatade andningsskydd utrustade med partikelfilter av P3 typ (de olika typerna beskrivs nedan). I projektet ingick även att studera kunskapsnivån hos användare och inköpare av andningsskydd vad det gäller handhavande för att identifiera eventuella behov av kunskapsförhöjande åtgärder.

## 3 Om andningsskydd

Andningsskydd finns i många varianter som passar under olika förhållanden. Gemensamt för alla andningsskydd är att de ska säkerställa att användaren exponeras för betydligt lägre halter av skadliga ämnen eller partiklar än vad som finns i omgivande luft. Andningsskydd klassas enligt olika europeiska standarder, vilka specificerar vilken avskiljningsgrad eller skyddsfaktor en mask eller ett filter ska ha.

Några av de vanligaste typerna av andningsskydd är

- Filtermasker (kallas även engångsmask eller BH-mask)
- Halvmask
- Helmask

Andningsskydden kan förses med luft genom att

- den som använder masken andas in luft och därmed själv suger in luften i masken.
- en fläkt matar in luft i masken
- tryckluft matas in i masken

Dessa varianter av andningsskydd beskrivs utförligare nedan.

### 3.1 Filtermasker

De enklaste och förmodligen vanligaste andningsskydden är filtermasker. De kallas även för engångsmasker då de har begränsad användningstid, eller BH-mask efter sin utformning (se bild 1). Masken och filtret är integrerade till en enhet. Masken fungerar med hjälp av undertryck, det vill

säga när man andas in dras luften genom filtermaterialet som utgör masken. De finns med eller utan utandningsventil. Maskerna testas enligt EN149:2001. Filterkapaciteten för mekaniska filter sjunker inte som en funktion över tiden utan ökar då filtret blir tätare av de partiklar som ansamlas i filtret. Förutom att det blir tyngre att andas så medför det ökade andningsmotståndet även en risk för att luften istället läcker in mellan ansikte och mask. Det innebär att en del av luften man andas kan vara ofiltrerad. Filtermasker bör bytas åtminstone varje dag.

Filter finns i tre klasser efter avskiljningsgrad för partiklar. Avskiljningsgraden anges oftast som nominell skyddsfaktor, det vill säga den skyddsfaktor som man kan förvänta sig att tränade användare kan uppnå med ett nytt andningskydd. FFP1 har en nominell skyddsfaktor på 4 och rekommenderas för arbete med föroreningar i fast eller flytande form. De bör ej användas vid arbete med giftiga, cancerogena, radioaktiva eller smittsamma material. FFP2 har en nominell skyddsfaktor på 10 och rekommenderas för arbete med giftiga föroreningar i fast eller flytande form. FFP3 har en nominell skyddsfaktor på 50 och rekommenderas för alla typer av föroreningar i fast eller flytande form. Utöver denna klassning finns även masker för avskiljning av gasformiga luftföroreningar, till exempel organiska, oorganiska sura och alkaliska gaser.



Bild 1. Exempel på filtermasker.

### 3.2 Hel och halvmasker

Hel och halvmasker är återanvändningsbara masker där man kan byta filter. Masken består av en gummi- eller silikondel som ska sluta tätt mot ansiktet, en eller två utbytbara filterenheter samt en eller två utandningsventiler (se bild 2).



Bild 2. Exempel på hel och halvmasker.

För hel- och halvmasker finns tre klasser efter avskiljningsgrad för partiklar. P1-filtrer har en skyddsfaktor på 5 (avskiljningsgrad >80 %) och rekommenderas för arbete med föroreningar i fast eller flytande form. Liksom FFP1 bör P1-filtrer inte användas vid arbete med giftiga, cancerogena, radioaktiva eller smittsamma material. P2-filtrer har en skyddsfaktor på 20 (avskiljningsgrad 94 %) och rekommenderas för arbete med giftiga föroreningar i fast eller flytande form. P3 har en skyddsfaktor på 2000 (avskiljningsgrad 99,95 %) och rekommenderas för alla typer av föroreningar i fast eller flytande form.

Enligt SS-EN529:2005 tilldelas andningsskydd, det vill säga mask inklusive filter, en nominell skyddsfaktor. För halvmasker är de 4, 10 och 48 för respektive filter P1, P2 och P3. För helmasker är de motsvarande nominella skyddsfaktorerna 4, 15 och 500.

### 3.3 Fläktmatade andningsskydd

Ovan nämnda andningsskydd bygger på tekniken att man med undertryck skapat av inandning drar luft genom ett (eller fler) filter. Risker med den typen av skydd är att luften kommer in i masken via andra vägar än genom filtret, till exempel via läckage mellan filter och ansikte. Om det är ett lägre motstånd till exempel i glipor mellan mask och ansikte, så kommer luften att välja den vägen. Med fläktmatade andningsskydd arbetar man med ett övertryck i masken vilket gör skyddet mindre känsligt för bristande passning. Skador på (hål i) filter kan dock fortfarande ställa till problem.

Det förekommer också problem med fläktmatade andningsskydd, som utslitna packningar i fläkten, som tillåter inläckage av ofiltrerad luft och nöta slangar för matning av luft till andningsskyddet. Är inte flödet tillräckligt högt för att upprätthålla ett övertryck inuti fläkten kan förorenad luft läcka in. Det kan till exempel hända om arbetet är tungt, så att det luftflöde som alstras av andningen blir högre än fläktens luftflöde. En övertro på fläktmatade andningsskydd kan därför leda till oväntade exponeringar. Detta gäller framför allt otäta skydd så som huvor och svetsvisir, där det är särskilt viktigt att fläktens luftflöde alltid är högre än det luftflöde som andningen ger upphov till.

Fläkter klassas enligt olika standarder beroende på typen av skydd som fläkten är kopplad till; fläktassisterade andningsskydd med hjälm eller huva (EN 12941:1998) och fläktassisterat andningsskydd med helmasker, halvmasker eller kvartsmasker (EN 12942:1998). Det finns tre klasser på den kompletta enheten för fläkt med huva alternativt hjälm TH1, TH2, TH3 och för fläkt med mask TM1, TM2 och TM3. De nominella skyddsfaktorerna är 10, 50, 500 respektive 20, 200 och 2000 för de olika klasserna.

### 3.4 Filter

Partikelfiltrer finns i två varianter, mekaniska och elektrostatiska. Grundstrukturen är densamma, med korslagda fibrer i flera lager som bildar en nätstruktur. Ju tätare nätstruktur desto effektivare är partikelavskiljningen. Täta filter ökar luftmotståndet och kan göra det tungt att andas (dra luft) genom filtret.

Genom elektrostatisk laddning av filtermaterialet kan man öka avskiljningsgraden. Teoretiskt sett kan glesare elektrostatiska filter uppnå samma kapacitet som tätare mekaniska filter, vilket innebär att luftmotståndet kan bli lägre i elektrostatiska filter. Det finns dock studier som visat att under vissa förhållanden kan elektrostatiska filters kapacitet avmattas med tiden, framförallt vid höga koncentrationer av oljebaserade aerosoler. Generellt kan man säga att mekaniska filter blir bättre



med tiden med avseende på avskiljningsgrad då filtret blir tätare och tätare. Däremot ökar tryckfallet över filtret vilket kan leda till att luften tar vägen genom glipor med lägre luftmotstånd, till exempel mellan andningsskydd och ansikte snarare än över filtret.

För att fånga upp gasformiga föroreningar krävs att filtret innehåller aktivt kol eller någon annan adsorbent. Gasformiga föroreningar är en stor grupp med många olika egenskaper. För att klara av att fånga upp alla typer av gaser finns det filter med olika impregneringar. Filterkapaciteten sjunker med tiden då de aktiva ytorna i filtermassan täcks av föroreningar. Till skillnad från partikelfilter fortsätter gasfilter att adsorbera föroreningar även utan luftflöde över filtret. Det är därför viktigt att förvara filtren i gastäta behållare.

### 3.5 Damm

Damm är en vardaglig benämning på fasta partiklar som är suspenderade (svävar fritt) i luft. Tillsammans med dimma, det vill säga vätskeformiga partiklar i luft, utgör de aerosoler. Luften innehåller i normala fall en blandning av gaser samt vätske- och gasformiga partiklar. Man skiljer vanligen på naturliga källor såsom vatten och saltpartiklar från haven eller pollen och sporer, samt antropogena källor. Partiklarnas storlek varierar kraftigt beroende på källa och begränsas uppåt av att när de blir stora nog är påverkan av gravitationen så stor att de sedimenterar snabbt. De luftburna partiklarnas diameter kan vara i storlek från enstaka nm upp till hundratals  $\mu\text{m}$  i diameter. I antal kan det röra sig om cirka 500 partiklar/ml luft i en ren kontorsmiljö upp till miljoner partiklar/ml luft vid en svetsstation utan punktutslug.

### 3.6 Hälsoeffekter

Partikulära föroreningar har varierande hälsoeffekter beroende på storleksfördelning, form och kemisk sammansättning.

Finare partiklar når längre ner i lungorna och kan potentiellt göra större skada. Partiklar med en diameter  $<5 \mu\text{m}$  räknas som respirabla och kan nå de finaste lungblåsorna, alveolerna. Då alveolerna saknar flimmerhår, stannar olösliga partiklar där. Respirabla fibrer som asbest är särskilt farliga. Definitionen på en respirabel fiber är en partikel med en diameter  $<3 \mu\text{m}$ , längd  $>5 \mu\text{m}$  och ett förhållande längd/diameter  $\geq 3$ .

Det är stor skillnad mellan att exponeras för till exempel damm från gipsskivor och stendamm, som innehåller kvarts. Nivågränsvärdet för oorganiskt respirabelt damm är  $5 \text{ mg/m}^3$  som ett medelvärde för en 8 timmars arbetsdag och för kvartsdamm är motsvarande gränsvärde  $0,1 \text{ mg/m}^3$ . Det är därför viktigt att veta vad man exponeras för så att man använder rätt typ av filter och rätt typ av andningsskydd. Listan över potentiella hälsoeffekter är för lång för att hanteras i denna rapport, men några av dem som är aktuella i de miljöer som undersökts i den aktuella studien är kronisk obstruktiv lungsjukdom (KOL), fibros (asbestos, silikos), hjärtkärlsjukdomar och lungcancer (7-11).

## 4 Metoder

### 4.1 Mätning av arbetsplatsskyddsfaktorer

Andningskyddens funktion mättes med hjälp av två direktvisande mätinstrument för damm, Portacount Plus, Modell 8020 (TSI, USA). Instrumentet detekterar partiklar ner till en storlek av  $0,02 \mu\text{m}$  och är utformat för att göra passningsmätningar under kontrollerade förhållanden, det vill säga i en stabil atmosfär med konstant dammhalt. Instrumentet är utformat så att det mäter cykliskt, skiftande mellan en kanal som mäter i masken och en som mäter omgivningsluften. Instrumentet är enligt en standard inställt på att göra en mätning varje minut, men kan justeras ner till ett minimum av 19 sekunder. Då partikelhalterna i en verklig arbetsmiljö kan variera kraftigt både i nivå och över tiden kan instrumentet inte användas för att mäta arbetsplatsskyddsfaktorer. Metoden har därför modifierats. Vanligtvis används endast ett mätinstrument. Vid mätningarna inom detta projekt har två instrument använts, ett som mätt innanför andningskyddet och ett som mätt utanför.



Bild 3-5. Portabel utrustning för mätning av arbetsplatsskyddsfaktor vid användning av andningskydd.

Det huvudsakliga skälet till att provtagningscykeln i normalutförandet är långsam (ett mätvärde per minut) är att dödvolymer i instrumentet innebär att det tar tid innan provluften når fram till den cell mätningen görs i. Instrumentet kan mäta kontinuerligt varje sekund, men programvaran tillåter ingen lagring av dessa data. Instrumentet skickar däremot en signal via en RS-232 port med ett medelvärde av två mätningar (2 sek). De två instrumenten kopplades till en bärbar dator och signalen loggades med hjälp av ett terminalprogram (Hyper Terminal Applet, Hilgraeve, Inc., USA).

Instrumenten och datorn placerades i en ryggsäck så att användarna kunde arbeta mer eller mindre obehindrat med instrumenten på ryggen (se figur 3-5). I de fall arbetsutrymmet inte tillät att användaren hade ryggsäcken på sig ställdes den på golvet. Provtagnings slangarna byttes ut från standard till en enkel tygonslang (I.D 3 mm, O.D 4,5 mm). Längden 165 cm var den av TSI rekommenderade maxlängden. De mjuka slangarna förstärktes med plaströr och armerade PVC-slangar för att förhindra veckning i ryggsäcken.

För en del fabrikat av halvmasker fanns adaptrar som monterades på maskerna och till vilka mätutrustningen anslöts. På så sätt kunde provtagnings slangen monteras utan att påverka maskens utformning (se bild 6). Filtermasker och gummimasker utan adapter stansades hål i och utrustades med en nippel (se bild 7 och 8). Vid mätning i fläktmatade huvor och visir stacks provtagnings slangen in under ”masken”. Då andningskydden inte sluter tätt mot kroppen utan fungerar genom att alstra ett övertryck, påverkar inte slangens placering funktionen. Som kan ses i bild 6 och 8 placerades provtagnings slangen mitt i andningszonen.



Bild 6. Olika adaptrar för mätning av partiklar innanför masken.



Bild 7 och 8. Mätning innanför mask som saknade adapter-tillsats.



Användaren fick ta på sig utrustningen och återuppta sitt normala arbete. Mätningen pågick 10-30 minuter. Under tiden dokumenterades utfört arbete för att i efterhand relateras till mätresultaten. Detaljer som kraftiga kroppsrörelser och justeringar av andningskydden nedtecknades. Användaren fick efter provtagningen bedöma arbetets tyngd enligt en Borg-skala (se tabell 1). Båda instrumenten fick även gå några minuter före och efter mätningen för att säkerställa att mätvärdena stämde överens.

Vid analys av data jämfördes bakgrundshalterna före och efter testen av varje andningsskydd för att säkerställa att instrumenten visade samma värde. I de fall bakgrundshalterna inte stämde överens, normaliserades data. Mätningarna visar att vid en del mätningar då halterna var särskilt höga utanför andningsskyddet, verkar det som om instrumentet som mätte halterna utanför masken utmattades under mätningen, för att efter mätningen visa ett något lägre värde. Instrumentet återhämtade sig dock mellan varje test. Problemet beskrivs i detalj i appendix 3. Halterna i omgivande luft kompenserades för eventuell avmattning.

Tabell 1. Borg-skala

|     |                               |
|-----|-------------------------------|
| 0   | Ingen andfåddhet alls         |
| 0,5 | Extremt lätt (knappt märkbar) |
| 1   | Mycket lätt                   |
| 2   | Lätt                          |
| 3   | Måttlig                       |
| 4   |                               |
| 5   | Kraftig                       |
| 6   |                               |
| 7   | Mycket kraftig                |
| 8   |                               |
| 9   |                               |
| 10  | Extremt kraftig (nästan max)  |

## 4.2 Mätningar av damm och rök i arbetsmiljön

Parallellt med mätning av arbetsplatskyddsfaktorn mättes även halterna av damm och rök i de arbetsmiljöer där andningsskydden användes. Dessa data användes som underlag för en bedömning av hur dammig respektive arbetsmiljö var i relation till de andningsskydd som användes.

För mätning av partikelhalter i svetsrök användes en MIE PDR-1000 Personal DataRAM (Thermo Scientific, USA). Övriga dammätningar gjordes med en Portable Dust Monitor, GRIMM (Aerosol Technik GmbH & Co., Tyskland). Båda instrumenten är direktvisande och Grimm delar även upp halterna i partikelfraktioner (>0,23 µm till >20 µm). Mätområdet för PDR är 0,1-10 µm.

## 4.3 Intervjuer

I samband med mätningarna intervjuades användare samt arbetsledare som svarade för inköp och/eller utdelning av andningsskydd till användarna. Frågorna till användarna berörde

- beskrivning av arbetssituation,
- rutiner kring användning av andningsskydd,
- erfarenheter av andningsskydd
- inställning till andningsskydd,
- tillgång till andningsskydd,
- utbildning samt
- en enkel kunskapsbedömning.

Frågorna kring rutiner rörde användningsområde, användningsfrekvens, underhåll och använda typer och modeller. Frågorna till arbetsledarna rörde samma områden men riktade in sig på ansvar, inköpsrutiner och möjlighet att påverka användarna i deras arbetsrutiner. Frågeformulären kan ses i sin helhet i appendix 1 och 2.

## 5 Resultat

### 5.1 Andningsskydd

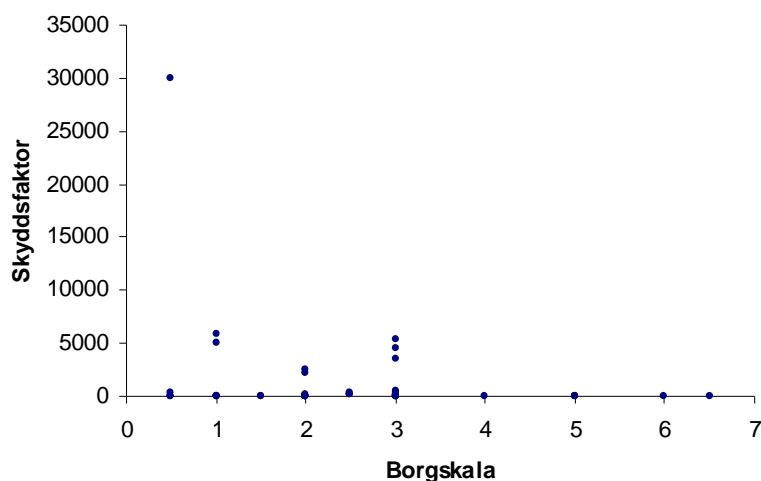
En översikt över uppmätta arbetsplatsskyddsfaktorer för olika typer av andningsskydd presenteras i tabell 2. Utöver medelvärden av skyddsfaktorer beräknade för den totala mätperioden har även den optimala skyddsfaktorn beräknats då det funnits skäl att göra detta. Den optimala skyddsfaktorn beräknades genom att ta ut de perioder där andningsskyddet användes på rätt sätt. Exempelvis var det inte ovanligt att fläktmatade svetsvisir fälldes upp flera gånger under mätperioden, vilket hade stor inverkan på resultatet. Den optimala skyddsfaktorn ger en indikation på hur väl respektive andningsskydd kunde ha fungerat under ideala förhållanden. Mätresultaten redovisas i sin helhet i appendix 4.

Tabell 2. Arbetsplatsskyddsfaktor för respektive grupp av andningsskydd

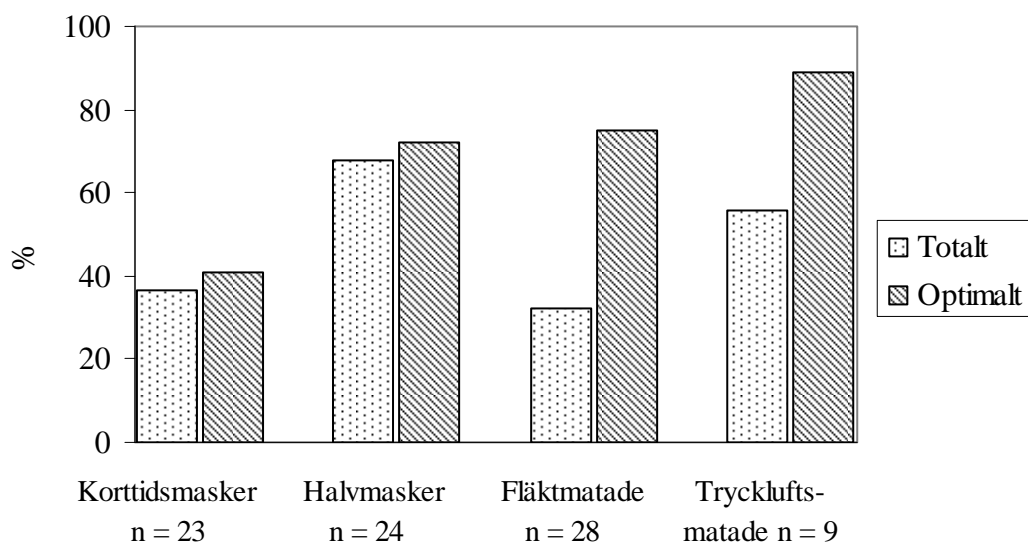
| Andningsskydd                | Arbetsplatsskyddsfaktor |          |        |          |        |     |
|------------------------------|-------------------------|----------|--------|----------|--------|-----|
|                              | Medelvärde              |          | Median |          | Max    | Min |
|                              | Totalt                  | Optimalt | Totalt | Optimalt | Totalt |     |
| Engångsmasker (n=20)         | 36 ± 22                 | 47       | 20     | 27       | 248    | 2   |
| Elektrostatiska filter (n=5) | 17 ± 11                 | 18       | 20     | 22       | 32     | 3   |
| Mekaniska (n=15)             | 43 ± 28                 | 63       | 22     | 30       | 248    | 2   |
| Halvmasker (n=23)            | 1030 ± 740              | 44700    | 175    | 365      | 5300   | 1   |
| Fläktmatade (n=28)           | 1590 ± 2110             | 12400    | 32     | 795      | 30000  | 1   |
| Tryckluftsmatade (n=9)       | 900 ± 1250              | 1790     | 54     | 126      | 5800   | 6   |

De uppmätta testresultaten relaterades till upplevd arbetsbelastning. Även om det inte fanns ett tydligt linjärt samband erhöles de bästa testresultaten vid låg arbetsbelastning (se figur 9).

I figur 10 visas hur andningsskyddens skyddsfaktor överensstämmer med den nominella skyddsfaktorn för respektive typ av andningsskydd.



Figur 9. Uppmätta skyddsfaktorer i förhållande till arbetsbelastning (Borgskala).



Figur 10. Andel andningskydd vars uppmätta skyddsfaktor kommer upp i respektive nominella skyddsfaktor, både för det totala och optimala mätvärdet.

## 5.2 Miljömätningar

Resultaten från mätningarna av bakgrundshalter i de lokaler där andningskydden testades redovisas i tabell 3.

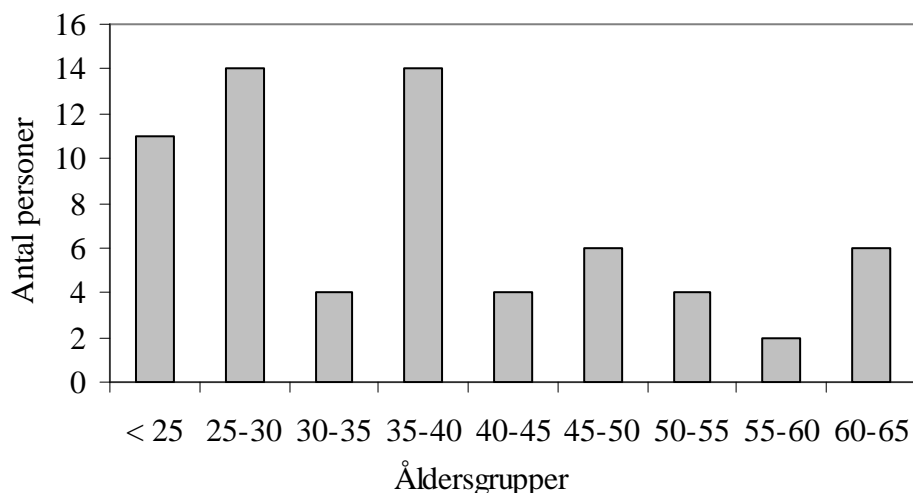
Tabell 3. Bakgrundshalter i lokalerna där andningskydden testades.

|              | Medelvärde (mg/m <sup>3</sup> ) | Max (mg/m <sup>3</sup> ) |
|--------------|---------------------------------|--------------------------|
| pDR (n=51)   | 1,6 ± 0,7                       | 17                       |
| Grimm (n=29) | 89 ± 54                         | 500                      |

## 5.3 Intervjuer

### 5.3.1 Användare av andningskydd

65 personer intervjuades om hur och i vilka situationer de använder andningskydd. Frågor om ålder och anställningstid samt om de fått utbildning i hantering av andningskydd ställdes också. Figur 11 visar personernas åldersfördelning av vilken det framgår att merparten (66 %) av de intervjuade var under 40 år gamla, men att alla åldersgrupper är representerade. Endast 6 kvinnor ingick i undersökningen.



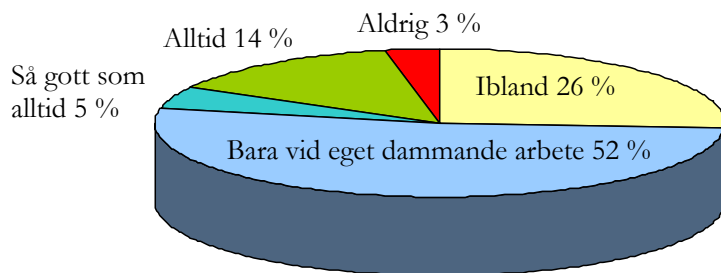
Figur 11. Åldersfördelning bland intervjuade personer.

### **Hur mycket används andningsskydd**

I figur 12 redovisas de intervjuades svar på frågan om i vilken utsträckning de använder andningsskydd. Det bör påpekas att frågan ställdes endast till användare av andningsskydd. På de verkstadsarbetsplatser som besöktes var det uppskattningsvis mellan en tredjedel och upp till hälften, inräknat svetsare och andra som utförde dammande arbetsuppgifter som inte använde andningsskydd alls.

Av dem som svarade att de alltid använde andningsskydd (9 personer, 14 %) arbetade sju med sanering där damning från puts- och betongytor, asbest och PCB-haltiga material etcetera ofta förekom. Med alltid avsågs 100 % eller nära 100 % av tiden de befann sig i sådana miljöer. De två övriga som alltid använde andningsskydd var en svetsare och en som arbetade med syraetsning i en miljö med starkt sura aerosoler.

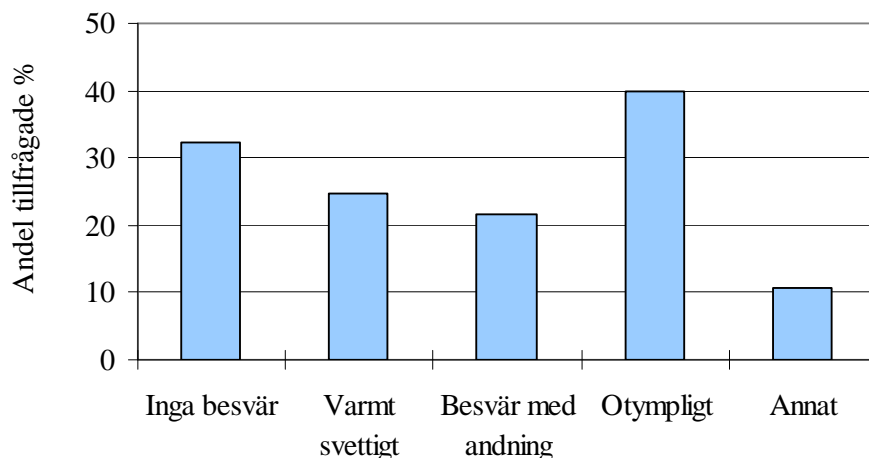
Tre av de intervjuade (5 %) använde andningsskydd så gott som alltid (70 - 90 % av tiden) vilket innebär att de då och då utförde dammande arbetsuppgifter utan att använda skydd. De flesta intervjuade (52 %) uppgav att de bara använde andningsskydd då de själva utförde dammande arbete. Det innebär emellertid inte att de alltid använde andningsskydd vid eget dammande arbete. Utöver de som alltid eller så gott som alltid använde andningsskydd var det ovanligt att någon använde andningsskydd när någon arbetskamrat utförde dammande arbetsuppgifter i närheten. Undantag fanns, bland annat några svetsare som berättade att de själva kunde ta på sig skydd i samband med upplärning eller när någon svetsade i galvaniserat material i närheten. Två av dem som deltog i mätningarna uppgav vid den efterföljande intervjun att de hade andningsskydd men i stort sett aldrig använde dem.



Figur 12. Intervjuades svar på frågan, när använder du andningsskydd?

### Varför används inte andningsskydd

Sammanfattningsvis kan sägas att en stor andel av användarna inte konsekvent använder sina andningsskydd. En förklaring kan vara att man inte alltid upplever den arbetsmiljö man arbetar i som särskilt skadlig. På frågan, tycker du att andningsskydd behövs svarar hela 91 % ja och 8 % svarade att de behövs i bland.



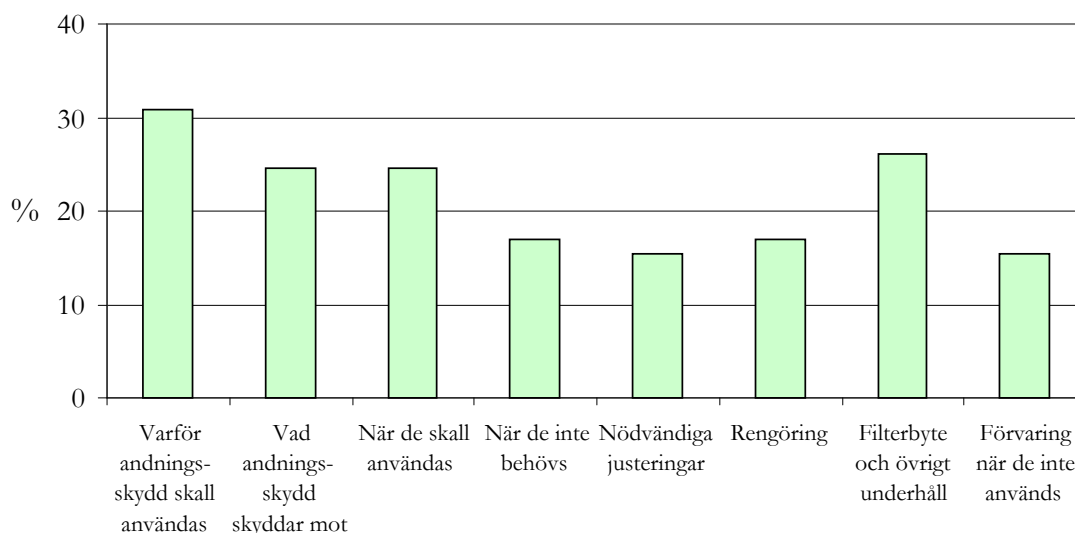
Figur 13. Intervjuades svar på frågan, är det bekvämt att arbeta med andningsskydd?

En tänkbar bidragande orsak till den bristande användningen handlar om hur andningsskydden upplevs. När de intervjuade svarade på frågan om hur det är att arbeta med andningsskydd uppgav 32 % att de inte hade några besvär alls, se figur 13. Många upplevde andningsskydden som otympliga (40 %). Det gällde framför allt användare av fläktmatade andningsskydd och i viss mån de med halvmasker. Att det ofta är varmt och svettigt ansåg 25 %, främst engångs- och halvmaskanvändare, men även två användare av fläktmatade andningsskydd. Användare av engångs- och halvmasker uppgav att det kan vara tungt att andas, vilket knappast är förvånande. Andra besvär som nämndes är att man kan bli trött av att bära halvmask. Tryck- eller fläktmatade andningsskydd kan upplevas som dragiga (ger snuva), ljud från fläkten kan vara störande och flödet av luft kan verka uttorkande på huden. När användarna tillfrågades om ovan nämnda olägenheter påverkade hur mycket de använder andningsskydd svarade 69 % ja. 31 % sa att för dem var skyddsbehovet det avgörande. Trots allt svarade hela 88 % att andningsskydd ändå är ganska lätta att använda.



### Utbildning och information om andningsskydd

På de flesta arbetsplatser hade åtminstone någon användarna av andningsskydd fått information eller utbildning vid något tillfälle. De hade varit på kurs hos någon leverantör av andningsskydd eller fått information i samband med besök av försäljare. I figur 14 redovisas de intervjuades svar angående information och utbildning. Resultatet visar att grundläggande information om andningsskyddens egenskaper, användning och skötsel inte förekom på något organiserat sätt på de arbetsplatser som besöktes inom ramen för den här undersökningen. Det behöver naturligtvis inte innebära att användarna helt saknar nödvändiga kunskaper. En hel del information kan man på egen hand tillägna sig från bruksanvisningar och datablad eller annan litteratur. Utfrågningen visade att sprutlackerare och i viss mån även saneringsarbetare deltagit i kurser eller på annat sätt fått information om hur andningsskydd ska användas och skötas. Få svetsare eller andra verkstadsarbetare hade varit med om sådant. Detta gällde även nyutexaminerade svetsare från yrkesgymnasium.

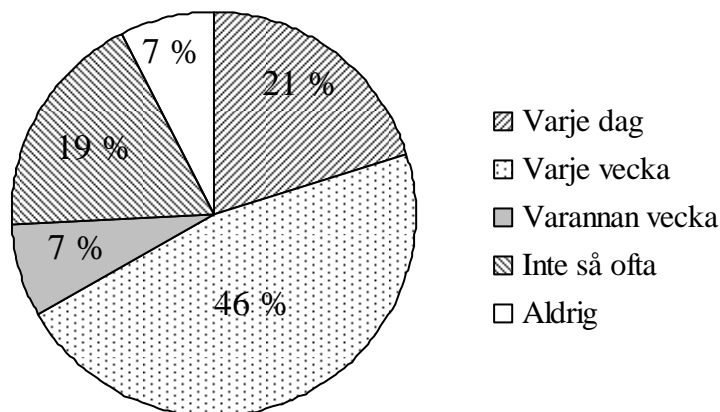


Figur 14. I figuren visas andelen som svarat ja på frågor som rör utbildning eller information om vad andningsskydd skyddar mot och hur de ska användas och skötas.

### Skötsel av andningsskydd

För att få inblick i användarnas rutiner och eventuellt även deras kunskaper om skötsel av andningsskydd ställdes en rad frågor. Skötsel av andningsskydd, till exempel rengöring, byte av filter och översyn så att eventuella brister kan åtgärdas är en förutsättning för att masken ska ge förväntat skydd. Mätningarna visade att dålig passform eller en i något avseende defekt mask ger litet eller ingen skydd.

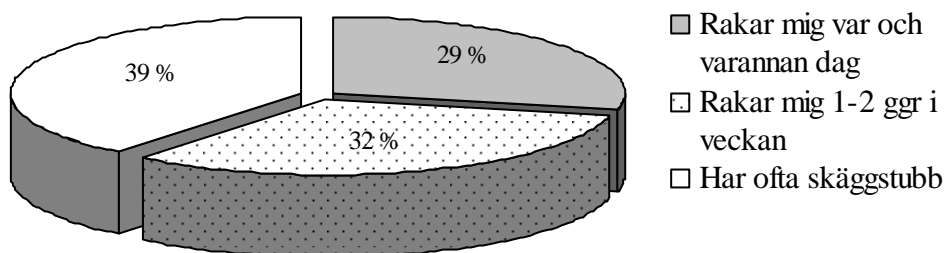
Figur 15 visar att de flesta brukar rengöra sitt andningsskydd minst en gång i veckan. Alla typer av andningsskydd bör hållas rena, men med tanke på passning kan detta vara helt avgörande för halv- och helmasker utan fläkt- eller tryckluftsmatning. Av 20 tillfrågade användare av halvmask brukade sju rengöra sitt andningsskydd minst en gång per dag. Sex användare uppgav att de rengjorde en gång i veckan och sju svarade att de sällan eller aldrig rengjorde sitt andningsskydd. Bland de 23 filtermaskanvändare som utfrågades brukade alla byta skydd ofta, det vill säga minst en gång per dag. Av 34 användare av fläkt- och tryckluftsmatade andningsskydd sade 23 att de rengör sin utrustning minst en gång i veckan varav 4 av dem gjorde det varje dag.



Figur 15. Andningskyddsanvändares svar på frågan, hur ofta rengör du ditt andningskydd?

### **Att vara välrakad krävs för gott skydd**

Halvmaskens utformning i kombination med användarens ansiktsform är avgörande för hur väl masken sluter tätt. För män är det viktigt att vara välrakad. Som framgår av figur 16 rakade sig 29 % ofta med tanke på passning medan de flesta inte är så noga med det. Användare av halvmasker fick också svara på frågan om de känner till att dålig passform, skäggstubb och fåror i ansiktet kan göra att masken tätar dålig? Hela 48 % sade sig inte känna till det. Bland riv och saneringsarbetare var betydelsen av rakning okänd bland 13 av de 17 tillfrågade (76 %). Man kan förmoda att okunskapen beror på att de saknar utbildning.

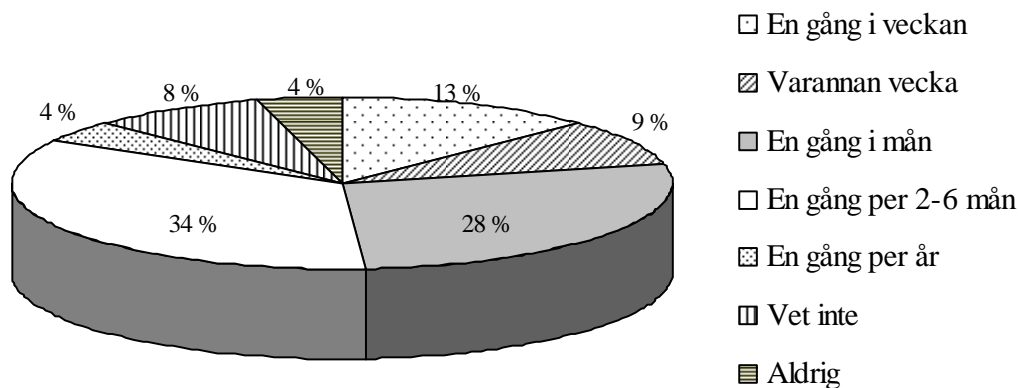


Figur 16. Rakfrekvens bland användare av halvmasker utan fläktmatning.

### **Filterbyte krävs för god funktion**

Det är viktigt att följa tillverkarens anvisningar om byte av filter och förvaring av andningskydd. Många av de intervjuade verkade vara osäkra på hur ofta filtret ska bytas. Det finns inga generella regler för hur ofta man måste byta filter eftersom det beror på vilka halter filtret utsätts för och hur

filtrens prestanda påverkas, det vill säga igensättning av partikelfilter och mättning av gasfiltret. Generellt kan man säga att man bör byta huvudfiltret minst en gång i månaden. Som framgår av figur 17, är det bara 50 % som byter så ofta. Bland dem som hade bäst ordning på byte av filter finns de som utför mycket dammande arbete som sprutmålning och rivning. De kunde känna på andningsmotståndet när filtren började sätta igen.



Figur 17. Hur ofta användarna (47 st) byter huvudfilter i halv- och fläktmatade masker.

Vissa fläktmatade andningsskydd är utrustade med varningslampa som indikerar igensättning vilket kan vara bra. Indikeringen fungerar inte för gasfilter.

Av 61 tillfrågade svarade 8 att de som alternativ till att byta huvudfilter ibland sög rent med dammsugare eller blåste rent filtret med tryckluft, något man inte bör göra eftersom filtret då kan förstöras.

Alla intervjuade avgjorde själva när det var dags att byta filter. 73 % berättade att de hämtade nya filter från ett näraliggande skåp eller förråd. En del fick vända sig till förman eller annan chef för att få ut nya filter. Det gällde speciellt saneringsarbetare som ofta växlade mellan olika arbetsplatser. Detta kan leda till att man inte byter filter tillräckligt ofta då det kan upplevas omständligt.

### **Förvaring av andningsskydd**

Av 63 intervjuade brukade de flesta (59 %) förvara sitt andningsskydd i klädskåp eller verktygsskåp. 35 % lät dem ligga oskyddat ute på sina arbetsplatser. Endast 6 % (4 personer) följde rekommendationen att förvara dem i tätslutande påse. Det senare kan vara avgörande för att upprätthålla gasfilters effektivitet. Ofta levereras masker med en för ändamålet lämplig påse. Tre av dem som hade den rutinen hade fått information om det.

### **Förändring och manipulering av andningsskydd**

Bara 17 av de intervjuade tillfrågades om de själva på något sätt ändrat sitt andningsskydd, det vill säga tagit bort något eller gjort någon annan modifiering. Fem av dem (29 %) hade gjort smärre förändringar, till exempel tagit bort tygdamasken runt hakan i sina fläktmatade svetsvisir. Mätningar av skyddsfaktorer visade tydligt att justeringar av det slaget avsevärt försämrar skyddens effektivitet. I frågan om fläktmatade andningsskydd påträffades tre egenhändigt kombinerade delar av olika märken. Risken med detta är att det kan vara olika klassning på de olika delarna och att tillverkarna inte kan gå i god för att den angivna skyddsnivån kan uppnås.

### Bra passform viktig för funktionen

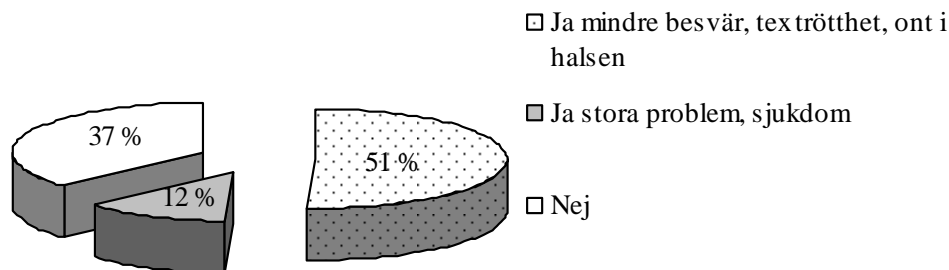
Hur bra halvmasker, helmasker och filtermasker passar, det vill säga hur bra de tätar mot ansiktet beror på ansiktsform och är individuellt som nämnts ovan. Bekvämlighet för användaren är också en viktig faktor som kan variera individuellt. Därför är det en fördel om användarna har möjlighet att testa olika skydd. Tabell 4 visar att flera av de intervjuade har varit med om tester. En tredjedel uppgav att de kan påverka vilka typer av andningsskydd som ska köpas in. På de flesta besökta arbetsplatser fanns mer än en typ av andningsskydd att välja på. Behovet av olika typer av andningsskydd beror naturligtvis på vilka arbetsuppgifter som förekommer men kan också vara betingat av individuella preferenser.

Tabell 4. Andelen av 64 utfrågade som svarade ja på tre frågor om inköp av andningsskydd och personlig utprovning.

|   |  |   |
|---|--|---|
| 1. Har du varit med om utprovning av andningsskydd? | 2. Har du haft möjlighet att lämna egna synpunkter i samband med inköp av andningsskydd? | 3. Har ni olika typer av andnings skydd att välja på? |
| 38 %  | 33 %   | 63 %  |

### Blir man sjuk av att inte använda andningsskydd?

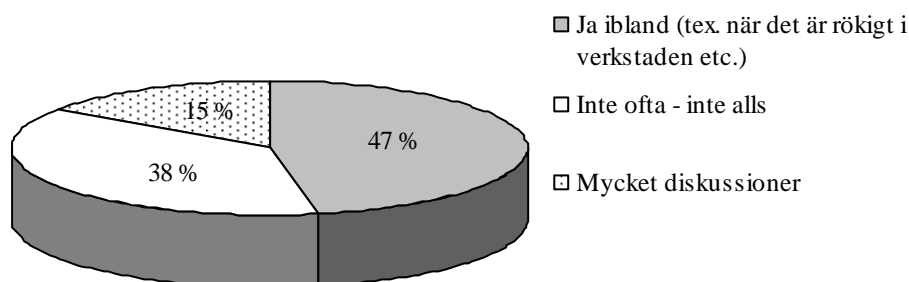
På frågan om besvär orsakat av frånvaro av eller otillräckligt andningsskydd svarade 51 % att de själva eller arbetskamrater de kände till råkat ut för mindre besvär, se figur 18. En signifikant andel av de utfrågade (12 %) hade själva varit med om eller hört talas om stora problem. Dit räknades två fall av galvfrossa, ett svimningsfall på grund höga halter av svart sot samt lunginflammation orsakat av aerosoler från skärvätskor.



Figur 18. Fördelningen av svar på frågan om fysiska besvär (65 svar).

### Övriga kommentarer i intervjuerna

De intervjuade fick även frågan om arbetsmiljö ofta diskuterades på deras arbetsplats. Svaret på den frågan redovisas i Figur 19.



Figur 19. Fördelningen av svar på frågan om arbetsmiljö diskuterades på arbetsplatsen (65 svar).

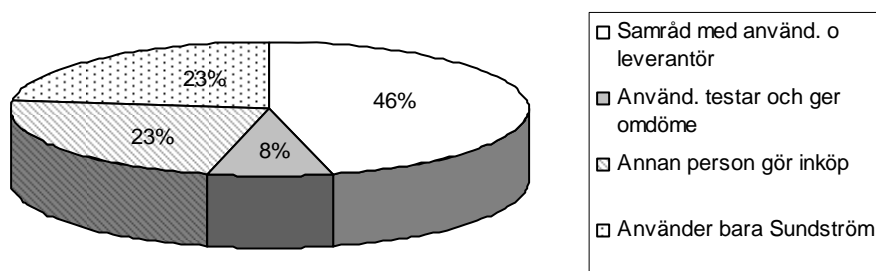
Som följdfråga ställdes, har du några andra funderingar eller synpunkter kring andningsskydd och arbetsmiljö etcetera. Av de tillfrågade 66 personerna hade 17 synpunkter. Fem personer uttryckte oro över om andningsskyddens skyddsverkan verkligen var tillräcklig. Tre önskade bättre arbetsmiljö på de verkstäder där de arbetade och två önskade bättre andningsskydd. Fyra personer önskade mer utbildning om andningsskydd.

### 5.3.2 Chefernas syn på och erfarenheter av andningsskydd

13 chefer intervjuades om företagets rutiner för andningsskydd. Frågor om hur rutinerna fungerar ställdes också. Bland de intervjuade fanns arbetsledare, platschefer, förmän, produktionsledare och produktionstekniker. Samtliga var män. De företag de jobbade för hade mellan 11-1100 anställda (median 30). 69 % av de intervjuade kunde direkt eller indirekt påverka val av de andningsskydd som användes inom företaget.

#### **Rutiner för val av och personlig anpassning av andningsskydd**

Rutiner för val av andningsskydd beskrivs i figur 20. 77 % av företagen hade olika typer av andningsskydd för olika arbetsuppgifter, men knappt hälften av de intervjuade kände till olika typer av filters egenskaper och funktion. Vid knappt hälften av företagen gjordes någon form av utprovning av andningsskydden vid inköp. Det förekom inga kvantitativa eller strikt kvalitativa tester. I de flesta fall gjordes en okulär bedömning eller kontroll av att skyddet satt bekvämt på ansiktet. I ett fåtal fall gjordes ett enkelt test genom att man satte in en tätning i filtret som förhindrar att luft passerar över filtret. Därefter sätts skyddet mot ansiktet, man drar ett djupt andetag och håller andan. Om masken sitter kvar mot ansiktet utan stöd håller skyddet tätt. Om det ramlar av är inte passningen mellan ansikte och mask optimal.



Figur 20. Rutinerna för val av andningsskydd.

### När ska andningsskydd användas?

Vid drygt hälften av företagen bedömde och bestämde användarna själva när arbetet krävde andningsskydd. I resterande företag fanns mer eller mindre strikta rutiner kring användandet. Även om kontroller förekom, förväntades användarna ta eget ansvar.

Även om de som arbetar med dammande arbeten själva använder andningsskydd kan det finnas andra i närheten som utsätts för damm. Endast 31 % av företagen hade regler som anger att vid vissa arbetsuppgifter får inga andra än de som är skyddade närvara.

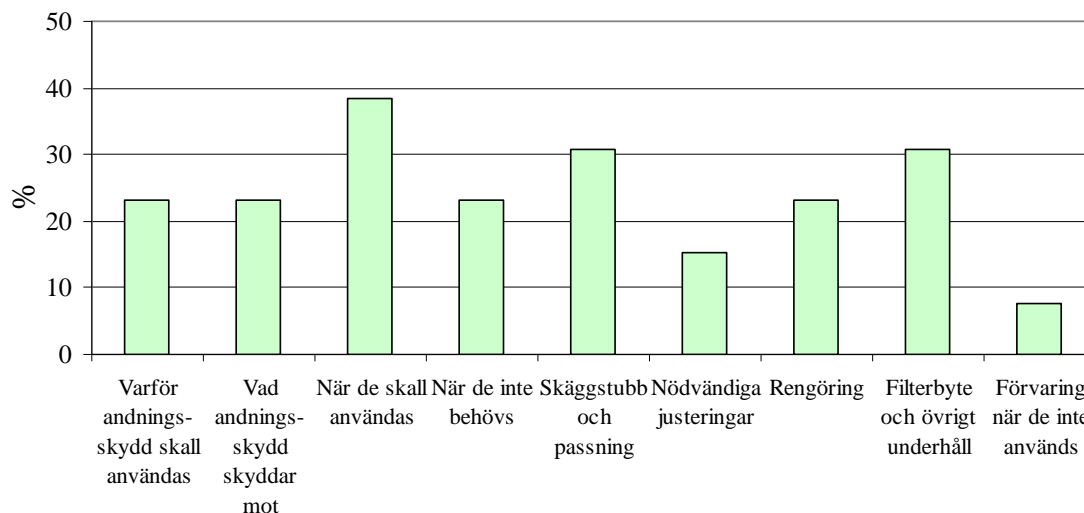
### Tillgång till andningsskydd

Tillgång till andningsskydd och filter varierar mellan företagen. I ungefär hälften av fallen var det fri tillgång via ett gemensamt förråd och i de andra fallen fick användaren be arbetsledare eller skyddsingenjör om utrustning.

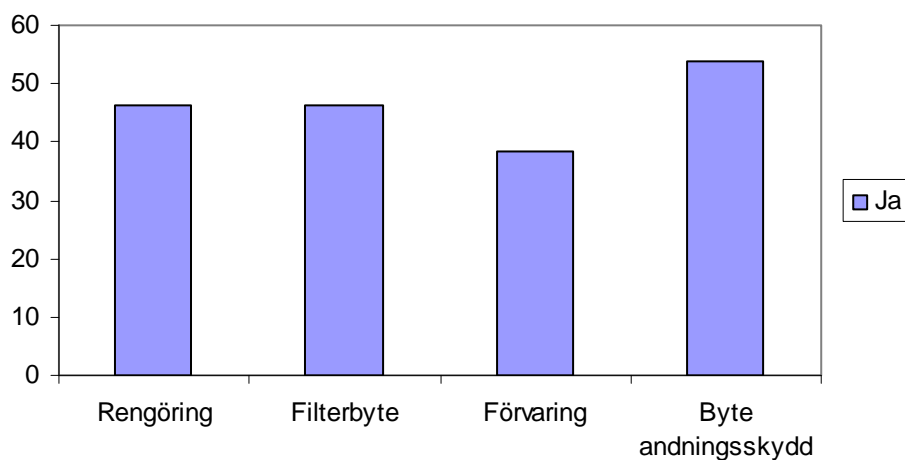
### Utbildning om andningsskydd

Figur 21 visar chefernas erfarenhet av hur utbildning och information om andningsskydd fungerar. Figuren visar att informationen till anställda ofta är bristfällig. Den mest ingående utbildningen finns inom saneringsbranschen där en del av företag arbetar med asbest- och PCB-sanering. Drygt hälften av arbetsledarna trodde att det fanns kunskap bland de anställda om vikten av god passform. Inget av företagen hade instruktioner för hur ofta man bör raka sig.

Figur 22 visar arbetsledarnas egna kunskaper om andningsskydd. Kunskapsnivån är något högre än för användarna, men många av de intervjuade efterlyste utbildning för egen del.



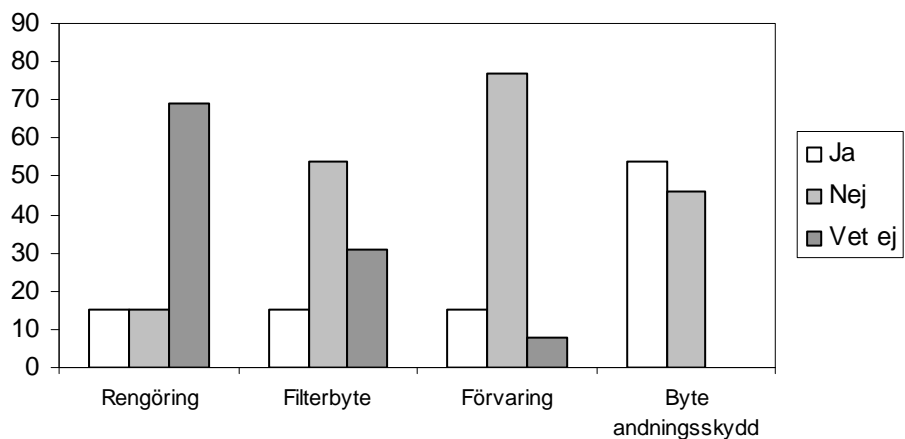
Figur 21. I figuren visas andelen som svarat ja på frågor huruvida företaget utbildar sina anställda rörande handhavande av andningsskydd, deras funktion och när de ska användas.



Figur 22. I figuren visas andelen av de tillfrågade cheferna som svarat ja på frågor om deras egna kunskaper om andningsskydd.

### Hur fungerar skötsel av andningsskydd?

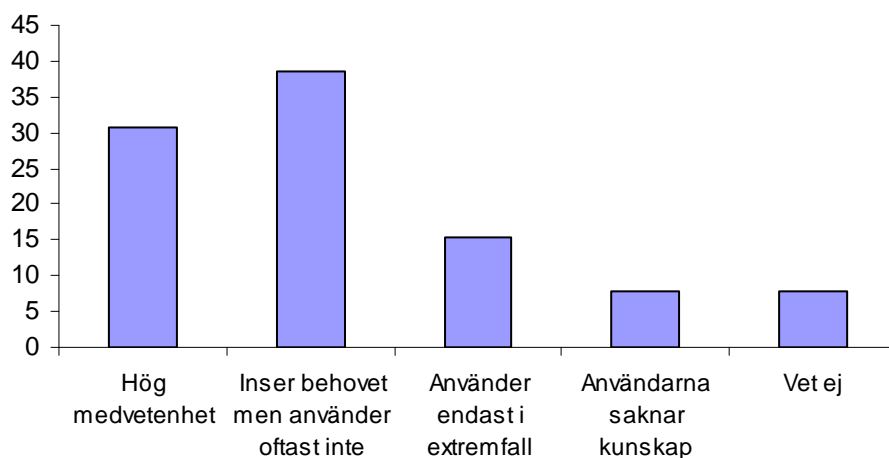
Arbetsledarnas syn på hur handhavandet fungerar på det egna företaget presenteras i figur 23. Det var stor osäkerhet om hur rengöring av andningsskydden fungerade, men 54 % ansåg att filterbyten inte fungerar tillfredställande och 77 % att andningsskydden inte förvaras på ett lämpligt sätt då de inte används.



Figur 23. I figuren visas hur de tillfrågade cheferna upplever att det fungerar på respektive företag rörande handhavande av andningsskydd.

### Attityder till andningsskydd

69 % av cheferna var övertygade om att majoriteten av de anställda tycker att andningsskydd är obekväma på något sätt. Figur 24 visar chefernas uppfattning om de anställda är medvetna om vikten av att använda andningsskydd. Endast 31 % uppfattade att det fanns en hög medvetenhet och att de flesta på företaget använde andningsskydd regelbundet.



Figur 24. I figuren visas vad de tillfrågade cheferna anser om de anställdas medvetenhet om behovet av att använda andningsskydd.

30 % av cheferna kände till eller misstänkte att någon anställd upplevt besvär eller fått hälsoproblem som en möjlig följd av bristande användning av andningsskydd. Arbetsmiljö diskuterades också regelbundet i 77 % av företagen och inte alls endast vid ett företag.

### **Åtgärder som minskar behovet av andningsskydd**

Vid 69 % av företagen användes någon form av åtgärder för att minska halterna av partiklar i arbetsmiljön. Integrerade utsug och utsugsarmar var vanliga vid svetsverkstäder och dammfällor förekom vid de flesta byggarbetsplatserna. Integrerade utsug i verktyg förekom också men i mindre utsträckning.

## **6 Diskussion**

### **6.1 Mätmetod**

Den använda metoden för att mäta arbetsplatskyddsfaktorer har både för- och nackdelar.

Fördelar:

- Hög tidsupplösning och möjlighet att relatera andningsskyddets funktion till olika arbetsmoment och exponeringar.
- Möjlighet att undersöka hur skyddsfaktorn varierar över tiden och med olika exponeringsnivåer. Detta kan till exempel vara intressant då man arbetar med svetsning där svetsrökhalterna kan variera kraftigt.
- Snabb metod - andningsskyddets funktion kan bedömas vid en 20 minuters mätning till skillnad mot provtagning på filter som kräver mycket längre tid för att uppnå detekterbara halter.

Nackdelar och lösningar:

- Utrustningen är avsevärt tyngre och utrymmeskrävande än en pump och en filterprovtagare.



- Vid arbete i trånga utrymmen kan det vara omöjligt att ha ryggsäcken med mätinstrumenten på sig. Ställer man den bredvid sig och flyttar den med sig finns det en risk att slangen sträcks och drar i andningsskyddet. Det är i sådana tillfällen viktigt att man fäster slangen vid något (till exempel svetsvisir), så att användaren känner att slangen är sträckt innan det påverkar andningsskyddets funktion. Om möjligt bör man också övervaka mätningen så att man ser om något går fel.
- Slangen från andningsskyddet till instrumentet fylls med kondensvatten vid mätning under långa perioder, framför allt i kalla miljöer. Erfarenheten är att man inte bör mäta längre än 30 minuter för att vara säker på att undvika att det bildas droppar i slangen. Mäter man utomhus vintertid kan det vara lämpligt att minska mättiden ytterligare och eventuellt isolera slangen. Tryckluft på burk fungerade bra för att rengöra slangen mellan mätningarna.
- Instrumenten är utvecklade för att göra passningstest i en miljö med konstant dammhalt med instrumentet stående plant. Enligt tillverkaren finns det en risk att instrumentets funktion påverkas om det tippas. Det finns en veke som innehåller vätska som potentiellt skulle kunna rinna ur veken och in i detektorcellen. Instrumenten placerades så att vekarna låg horisontellt i ryggsäcken för att minimera denna risk. Skulle vätska hamna i detektorn skulle det märkas då instrumentets funktion skulle påverkas drastiskt. Det hände inte under det nära hundratalet mätningar som gjordes under projektets gång och har inte heller rapporterats av andra som använt liknande metod (12).

## 6.2 Om andningsskyddens skyddsfaktor

Resultaten för engångsmaskerna delades upp i mekaniska och elektrostatiske filter då det debatterats om de elektrostatiske filtren skulle kunna tappa effekt över tiden. Resultaten går dock ej att jämföra, eftersom det statistiska underlaget är för svagt med endast fem mätningar på elektrostatiske filter. Mekaniska och elektrostatiske filter skiljer sig inte åt signifikant (enligt t-test) även om medelvärdet för skyddsfaktorn var lägre för de elektrostatiske filtren.

Resultaten för andningsskyddens skyddsfaktorer jämfördes med den nominella skyddsfaktorn. Det finns dock flera varianter av skyddsfaktorer att jämföra de uppmätta arbetsplatsskyddsfaktor med. Vilka andningsskydd som har ”godkänd arbetsplatsskyddsfaktor” kommer att variera kraftigt beroende på vad man väljer att jämföra med.

Om man studerar andningsskydds avskiljning av partiklar, finns tre mått.

1. **Avskiljningsgraden** över filtren testas i laboratorium. Ett P3-filter har till exempel en avskiljningsgrad på åtminstone 99,95 %, det vill säga en skyddsfaktor på 2000.
2. Den **nominella skyddsfaktorn** motsvarar vad man kan förvänta sig av ett nytt andningsskydd som används av en utbildad användare. För en halvmask med P3-filter är den nominella skyddsfaktorn 48.
3. Andningsskydd har även en **tilldelad skyddsfaktor** vilket motsvarar vad man kan förvänta sig av ett använt andningsskydd som brukas av en otränad person. För en halvmask med P3-filter bedöms den vara 20.

Det är inte realistiskt att jämföra den arbetsplatsskyddsfaktor som uppmätts inom projektet med filtrets skyddsfaktor, eftersom masken och användaren introducerar nya felkällor som minskar andningsskyddets skyddsfaktor. Jämförelse med den tilldelade skyddsfaktorn innebär å andra sidan att man accepterar att användningen av andningsskydd är bristfällig. Den nominella skyddsfaktorn är i de flesta fall mest rimlig att jämföra uppmätt arbetsplatsskyddsfaktor med.

En del av de undersökta andningsskydden hade modifierats eller var en blandning med delar av olika märken. För dessa andningsskydd är de nominella skyddsfaktorerna inte tillämpliga. Resultaten indikerar dock att man med regelbundna utbildningar, underhåll och tester kan med relativt god marginal klara den nominella skyddsfaktorn för respektive typ av andningsskydd, framför allt i frågan om halvmasker. Misskötsel och dålig tillpassning av andningsskydden innebär dock en risk för att skyddet blir betydligt sämre än den nominella skyddsfaktorn.

För att undvika problem med tolkning av resultaten kan det vara enklare att titta på de faktiskt uppmätta skyddsfaktorerna än att göra en jämförelse mot teoretiska riktvärden.

### 6.3 Vilken skyddsfaktor krävs?

Hur hög skyddsfaktor som krävs, beror på arbetsförhållandena när andningsskydden används. Vid arbete på en byggarbetsplats för en nybyggnation kan det räcka med en väl fungerande filtermask medan det vid ett ROT-arbete kan krävas en väl fungerande halvmask. Vid svetsning med väl fungerande punktutslag kan det räcka med en skyddsfaktor på 100. Vid svetsning i ett trångt utrymme utan punktutslag och med dålig ventilation kan det krävas en skyddsfaktor på 10 000. Tillverkare av andningsskydd kan rekommendera typ av filter och andningsskydd för olika användningsområden. Utan kunskap om halten föroreningar i luften går det inte att ange hur ofta filtren måste bytas. Om det inte är möjligt att göra egna mätningar av halten luftföroreningar, till exempel vid mobila eller tillfälliga arbetsplatser inom byggindustrin, kan man finna resultat från andra mätningar i litteraturen och använda försiktighetsprincipen. IVL-rapport B1794 innehåller ett antal typexempel för dammhalter vid byggarbeten (2).

### 6.4 Tänkbara förklaringar till dåligt fungerande skydd

Resultaten från mätningarna utvärderades ofta någon dag efter att mätningarna gjordes, varför felsökning och åtgärd på plats inte alltid kunde göras. Emellertid meddelades alla användare resultatet av mätningarna så fort utvärderingen var klar. Vissa brister var dock så uppenbara att de kunde identifieras.

- Orakade personer som arbetade hårt och med kraftig andhämtning och använde en filtermask. I dessa fall kan läckage vid sidan av masken förväntas.
- Andra exempel var att man använde gasfilter (som inte avskiljer partiklar) vid arbete med dammande uppgifter eller som nämnts tidigare att man modifierat andningsskyddet genom att ta bort tygdamasken runt hakan på svetsvisir.

De oväntat låga uppmätta skyddsfaktorerna från de tryckluftsmatade andningsskydden har två möjliga förklaringar.

- Partikelantalet mättes direkt i tryckluftsslagen vid ett par tillfällen och det visade sig att oren luft matades till andningsskydden. Tryckluften var samma som användes till verktyg, men trots att det fanns ett partikelfilter räckte det inte för att filtrera av den oljedimma som kom in i luften från kompressorn.
- Vid arbete utomhus eller i ej uppvärmda lokaler användes ibland friktionsbaserade förvärmare. Luften pressades genom en strypning, vilket troligtvis påverkar flödet till andningsskyddet. Det fanns tyvärr inga instrument tillhanda för att mäta flödet, men ett

låg flöde kan innebära att det blir bristfälligt övertryck i andningskyddet. Vid kraftig andhämtning kan det leda till att oren luft läcker in i andningskyddet.

I tabell 5 visas ett exempel på hur den matade luftens renhet, handhavande samt modifieringar av andningskydden påverkar resultaten från mätningen av skyddsfaktorer.

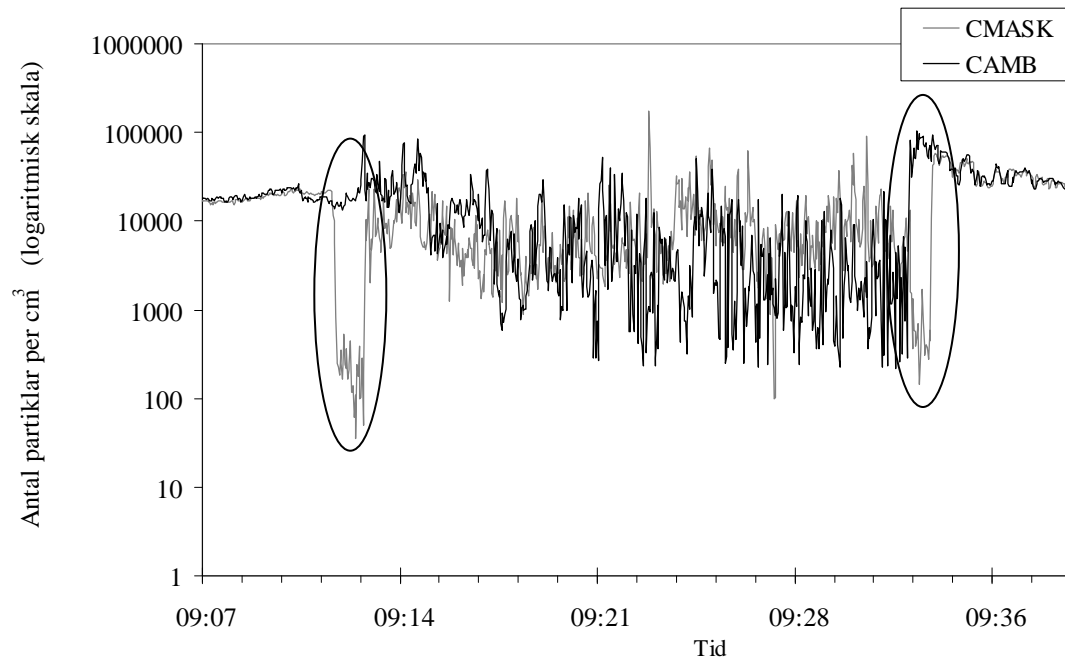
- De som har tagit bort hakdamasken från sina svetsvisir (mätning 7-9) har som bäst en optimal skyddsfaktor på 13 där de med hakskyddet kvar har en faktor 10 – 10 000 bättre funktion (mätning 1-6). Då genomslag av partiklar viktas i uträkningen av skyddsfaktorn är det tydligt att användningssättet har en väldigt stor inverkan på resultaten.
- I de fall där användarna fällde upp svetsvisiret regelbundet under hela mätningen (mätning 1-3, 5-6) var det frågan om en faktor på 40-5000 mellan den totala skyddsfaktorn och den optimala som uppnåddes de korta perioder då visiret var nerfällt.
- Slutligen så kan man se vikten av att fläkten är väl servad och har bra filter. I mätning 6 är ”tilluften” en faktor 10 000 gånger sämre än från de bäst fungerande fläktarna.

Tabell 5. Resultat från mätning av skyddsfaktorer och renheten på luft från andningskyddsfläktar i en svetsverkstad.

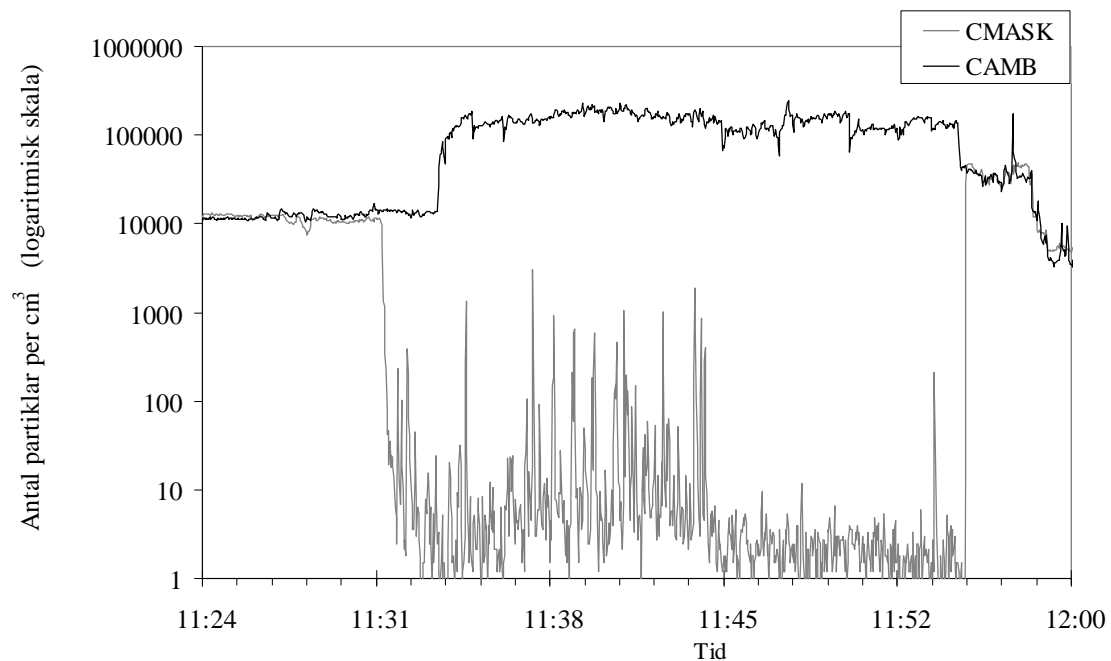
| Mätning | Optimal skyddsfaktor | Total skyddsfaktor | Fläkt (partiklar/cm <sup>3</sup> ) | Hakskydd |
|---------|----------------------|--------------------|------------------------------------|----------|
| 1       | >100 000             | 19                 | <0,1                               | Ja       |
| 2       | 85 000               | 34                 | <0,1                               | Ja       |
| 3       | 14 000               | 11                 | 0,3                                | Ja       |
| 4       | 2100                 | 2100               | <0,1                               | Ja       |
| 5       | 1000                 | 25                 | 1,5                                | Ja       |
| 6       | 173                  | 2                  | 1900                               | Ja       |
| 7       | 13                   | 13                 | <0,1                               | Nej      |
| 8       | 12                   | 3                  | 18                                 | Nej      |
| 9       | 5                    | 2                  | 5,4                                | Nej      |

Vid ett tillfälle gjordes en mätning som visade på extremt dålig funktion på en halvmask. Skyddsfaktorn var 1, det vill säga det var lika mycket damm utanför som innanför masken vid mättillfället (se figur 25). Användaren rakade sig bara en gång i veckan och hade långt skäggstubb vid mättillfället. Filtret hade inte bytts det senaste halvåret utan hade rengjorts med dammsugare vid ett antal tillfällen. Vid återbesök undersöktes det gamla filtret okulärt och det såg ut att finnas stora sprickor i det veckade papperet. Masken rengjordes och filtret byttes, varefter en ny mätning gjordes vid motsvarande arbetsmoment. Även om användaren inte var nyrakad så var skäggstubben avsevärt kortare. Den nya skyddsfaktorn blev 4700, vilket får anses som ett mycket gott resultat (se figur 26).

Det finns idag företag som utför passningstest, det vill säga mätningar av skyddsfaktorer under kontrollerade förhållanden. Då man får ett resultat direkt vid mättillfället är det möjligt att göra en felsökning för att se till att alla skydd fungerar tillfredsställande. Resultat från ett sådant företags felsökning presenteras i appendix 5.



Figur 25. I figuren visas ett exempel på resultat från mätning av arbetsplatsskyddsfaktor. De inringade områdena i början och slutet av mätningen motsvarar när användaren har på sig masken men inte jobbar. När andhämtningen är låg är skyddsfaktorn ungefär 100, men så snart som andhämtningen ökar sjunker den drastiskt.



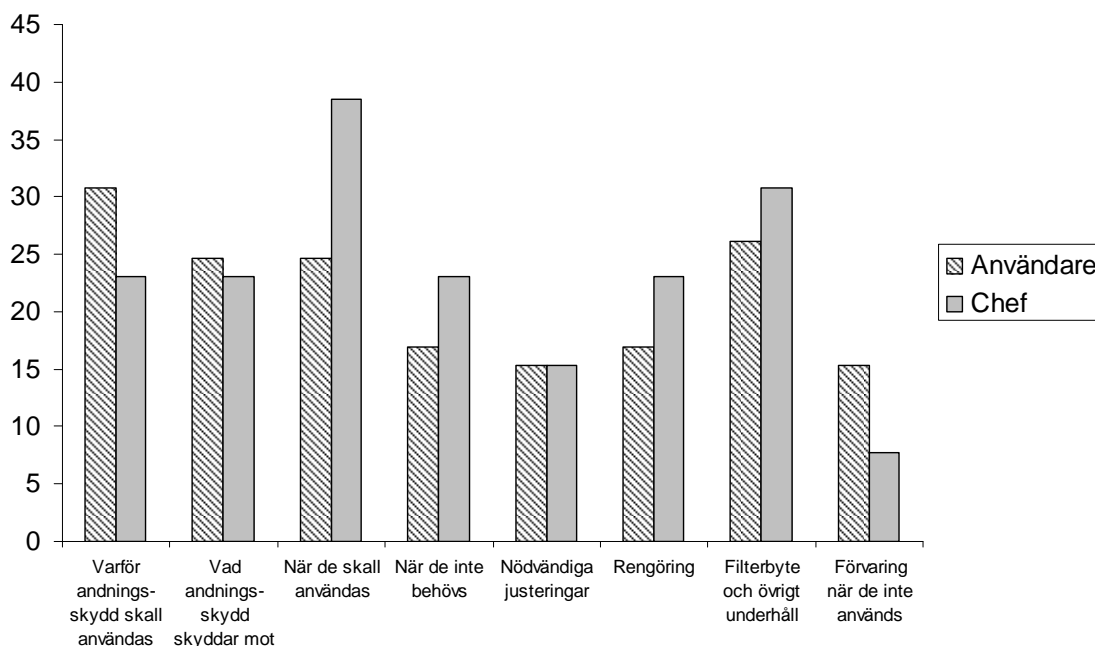
Figur 26. I figuren visas ett exempel på resultat från mätning av arbetsplatsskyddsfaktor. Mätningen är gjord på samma andningskydd som i figur 25, men efter genomfört underhåll.

## 6.5 Om resultatens generaliserbarhet

De slutsatser som dragits från intervjuerna baseras på intervjuer med personer som använder andningsskydd samt deras chefer. I de flesta fall använde långt ifrån alla andningsskydd vid de besökta arbetsplatserna. Enligt de företag som kontaktades, men som inte deltog i studien, används inte andningsskydd överhuvudtaget vid de flesta byggarbetsplatser. Vid besökta arbetsplatser användes andningsskydd bara av 0-50 % av dem som bedömdes behöva använda andningsskydd.

Inom projektet fanns inte utrymme att intervjua alla anställda vid respektive arbetsplats, det vill säga endast användare av andningsskydd intervjuades. Resultatet skulle troligtvis ha blivit annorlunda om alla inkluderats, framför allt när det gäller inställning till andningsskydd och erhållen utbildning.

En jämförelse av svar från användare och chefer visar att synen på hur arbete med andningsskydd fungerar stämmer relativt väl överens. Det fanns en del alarmerande skillnader där bristande kommunikation verkar ligga till grund för brister i företagens rutiner. Till exempel ansåg en del användare att det fanns ett motstånd från arbetsledningen till att man bytte filter regelbundet medan motsvarande arbetsledare menade att de tog fram nya filter om bara användarna bad om det. I figur 27 kan man se hur uppfattningen om utbildning överensstämmer mellan de två parterna.



Figur 27. I figuren visas hur många användare och arbetsledare svarat ja på frågor rörande erhållen respektive tillhandahållen utbildning rörande handhavande av andningsskydd, deras funktion och när de ska användas.

## 7 Slutsats

Studien visar att det skydd andningsskydd i praktiken ger varierar kraftigt. I grunden verkar de flesta andningsskydd ge ett gott skydd och bristerna ligger i de flesta fall i handhavandet. Studien har också visat att andningsskydd i många fall inte används inom verkstads- och byggindustrin även när luftkvaliteten så kräver.

För att ett andningsskydd ska fungera tillfredsställande krävs det:

- Återkommande information kring handhavande av andningsskydd
- Utprovning av personligt andningsskydd
- Regelbundet underhåll (rengöring och filterbyten)
- Att andningsskydden inte modifieras eller hanteras på annat sätt än enligt tillverkarens föreskrifter
- Daglig rakning om andningsskydd med undertryck används
- Rätt andningsskydd för rådande arbetsförhållanden.

## 8 Referenser

1. Howie R M, Johnstone J B G, Weston P, Aitken R J, Groat S. Respiratory protective equipment for asbestos removal work. HSE contract research report No. 112/1996
2. Karlsson A, Christensson B. Effektiva åtgärder mot damm på byggarbetsplatser. Etapp 1. IVL-rapport B1794.
3. Holmér I, Kuklane K, Gao C. Minute volumes and inspiratory flow rates during exhaustive treadmill walking using respirators. *Ann. Occup. Hyg.*, Vol. 51, No. 3, pp. 327–335, 2007.
4. ISO/TS 16976-1:2007. Respiratory protective devices -- Human factors -- Part 1: Metabolic rates and respiratory flow rates.
5. A Long Hard Climb, 2002, Safety Equipment Australia Pty Ltd.
6. Will your respirator let you breathe?, 2002, Safety Equipment Australia Pty Ltd.
7. Antonini J M, Lewis A B, Roberts J R, Whaley D A. Pulmonary effects of welding fumes: Review of worker and experimental animal studies. *Am. J. Ind. Med.* Vol. 49, pp. 407-416, 2006.
8. Luo J-C J, Hsu K-H, Shen W-S. Pulmonary function abnormalities and airway irritation symptoms of metal fumes exposure on automobile spot welders. *Am. J. Ind. Med.* Vol. 43, pp. 350-360, 2003.
9. Hnizdo E, Vallyathan V. Chronic obstructive pulmonary disease due to occupational exposure to silica dust: a review of epidemiological and pathological evidence. *Occup. Environ. Med.* Vol. 60, pp. 237–243, 2003.
10. Currie G P, Watt S J, Maskell N A. An overview of how asbestos exposure affects the lung. *Brit. Med. J.* Vol. 339, pp. 506-510, 2009.
11. Torén K, Bergdahl A, Nilsson T, Järvholm B. Occupational exposure to particulate air pollution and mortality due to ischaemic heart disease and cerebrovascular disease. *Occup. Environ. Med.* Vol. 64, pp. 515–519, 2007.
12. Personlig kommunikation med Leo Steenweg, TNO, Rijswijk, Holland.
13. van der Gijp S, Steenweg L. Respiratory performance during military field trials. *J. Int. Soc. Resp. Prot.* Vol. 21, pp. 135-141, 2004.

## Appendix 1. Intervjuformulär – Användare

Företag: Namn och adress (nya masker):

Namn:

Ålder:

Hur länge har du arbetat inom yrket?

### Arbete

Vilka är dina arbetsuppgifter?

Hur brukar din arbetsdag se ut? (Upplägg)

Gör du själv några arbetsmoment som dammar? Vilka? Hur ofta?

Brukar det finnas flera som arbetar i närheten av varandra, så att det är någon eller några som utsätts för damm från arbete som andra gör?

### Andningsskydd

Brukar du använda andningsskydd?

Hur länge har du använt andningsskydd?

Är det du eller någon annan som bestämt att du ska använda andningsskydd?

Vilken eller vilka typer av andningsskydd använder du? Helmask, halvmask, fläktmatad halvmask, filtermodell?

Fabrikat och modell på andningsskydd?

Typ av filter? P1, P2, P3?

### Åsikter om och erfarenheter av andningsskyddet

Hur tycker du att det/de andningsskydd som du använder fungerar?

- Är det bekvämt att arbeta med andningsskydd på sig?
  - värme,
  - andning
  - annat
- Är det lätt att använda andningsskydden när det behövs?

Tycker du att andningsskyddet behövs?

Påverkar detta (bekvämlighet, lätthet, känsla av behov) hur och hur mycket du använder andningsskyddet?

### Inköp/tillgång till andningsskydd

Har du fått prova ut andningsskydden som passar dig, i samband med att ni köpt in andningsskydd?

Har du på något annat sätt fått lämna synpunkter på vilka andningsskydd ni ska köpa in?

Finns det olika andningsskydd att välja mellan? (Tillgång vid verklig användning)

### Introduktion vid användning

Vem var det som gav dig andningsskyddet/skydden?

Har du vid användningens början fått någon information/utbildning om

- varför andningsskydd ska användas?

- hur andningsskyddet fungerar (tekniskt/vad det skyddar mot)?
- när det ska användas?
- när det inte behövs?

Har du fått någon utbildning/introduktion inför användningen när det gäller:

- justeringar
- rengöring
- filterbyte/annat underhåll
- förvaring när det inte används?

### **Användning**

När använder du andningsskyddet?

- arbetsuppgifter
- luftförhållanden
- när arbetskamrater utför dammande uppgifter i närheten

När du gör ett dammande jobb, brukar arbetskamrater i närheten använda andningsskydd? Finns det dammande arbetsuppgifter som ni har bestämt inte får utföras när någon annan vistas i närheten?

När används det inte? (Finns det arbetsmoment som dammar eller som du tycker bara dammar lite, då du bedömer att du inte behöver andningsskydd – vilka/varför)

Brukar du justera andningsskyddet så att det sluter bättre tätt mot ansiktet? Hur ofta? (Ex. varje dag, när de känns lösa etc.)

### **Underhåll**

Brukar du rengöra andningsskyddet? Hur/när/hur ofta?

Brukar du rengöra filtret på något sätt? När? Hur? (Får man inte – de måste bytas)

Brukar du byta filter? När/hur ofta? Är det någon annan som byter ditt filter?

Varifrån får ni nya filter? (Behöver man säga till om att det behövs, för att få ett nytt eller är det bara att hämta själv?)

Hur förvaras andningsskydden när de inte används?

Hur ofta byter du hela andningsskyddet? Vad/vem bestämmer när det är dags att byta?

### **Faktorer som kan påverka användandet/resultatet av användandet**

Vet du att dålig passform, skäggstubb, fåror i ansiktet och rynkor kan göra att masken tätar dåligt mot huden så att förorenad luft läcker in?

Brukar du ha skäggstubb eller rakar du dig varje dag?

Finns det andra åtgärder som minskar ditt behov av att använda andningsskydd?

### **Övriga frågor**

Tycker du att det finns någon risk med att inte använda andningsskydd? Vilken?

Tycker du att det finns någon risk med att använda andningsskydd? Vilken?

Har du själv eller någon arbetskamrat upplevt besvär som kan bero på bristfälligt skydd?

Brukar ni prata om arbetsmiljö på arbetsplatserna?

Andra funderingar?



**Rökning**

Röker du?

Hur nära inpå provtagningen rökte du?

**Borgskala**

Hur andfådd var du under provtagningen?

## Appendix 2. Intervjuformulär – Arbetsledare

Företag: Namn och adress (nya masker):  
Kontaktperson:  
Telefon och/eller e-post:  
Funktion:  
Antal anställda:  
Hur länge har du arbetat här:

### Arbetsuppgifter

Vilka är dina arbetsuppgifter?

Påverkar du val av andningsskydd eller användning av andningsskydd på något sätt? Hur?

### Om användning av andningsskydd

Vem bestämmer att andningsskydd ska användas och i vilka situationer de ska användas?

### Val av andningsskydd

Hur väljer ni vilka andningsskydd som ska användas?

Har ni olika typer av andningsskydd för olika arbetsuppgifter?

Vet du att det finns olika filtertyper för damm? (P1, P2 och P3 samt mekaniskt och elektrostatiskt) Vet du vilka egenskaper de olika filtren har?

### Inköp

Sker det någon utprovning?

### Introduktion före användning

Vem är det som lämnar andningsskydd till användaren?

Får användaren information om

- varför andningsskyddet behövs?
- vad andningsskyddet skyddar mot?
- när skyddet ska användas?
- inte behöver användas?

Har de som använder andningsskydd fått någon utbildning/introduktion i hur andningsskyddet ska användas, t ex

- tättslutande och ingen skäggstubb för att inte läcka?
- hur det ska underhållas? Rutiner?
  - justeringar,
  - rengöring,
  - filterbyte/annat underhåll
  - förvaring när det inte används

### Användning

Är det bestämt på något sätt när andningsskyddet ska användas.  ja  nej

- arbetsuppgifter,
- luftförhållanden,
- när kollega utför dammande uppgifter?

Finns det några dammande arbetsuppgifter när andra personer inte får vistas i närheten?

Finns det några dammande situationer när andningsskyddet inte behöver användas?

Finns det kännedom att skäggstubb kan öka genomsläpligheten?

Finns det instruktioner om rakfrekvens?

### **Underhåll**

Vet du hur andningsskydden/filter ska rengöras? Fungerar det?

Vet du när filterbyte ska ske? Fungerar det?

Är det bestämt vem som sköter filterbyte? Var finns nya filter?

Är det bestämt hur andningsskydden ska förvaras när de inte används? Fungerar det?

Vet du när hela andningsskyddet ska bytas? Fungerar det?

### **Faktorer som kan påverka användandet/resultatet av användandet**

Vet du vad användarna tycker om att använda andningsskydd? (Andning, värme, lättillgänglighet, behov, risker med användning/icke användning, annat)

Hur upplever användarna behov av andningsskydd?

Finns det andra åtgärder på arbetsplatsen som minskar behovet av att använda andningsskydd?

### **Övriga frågor**

Vet eller misstänker du att det uppkommit någon eller några fått hälsoproblem som kan bero på brister i användning av andningsskydd eller bristande funktion?

Brukar ni prata om arbetsmiljön på arbetsplatserna?

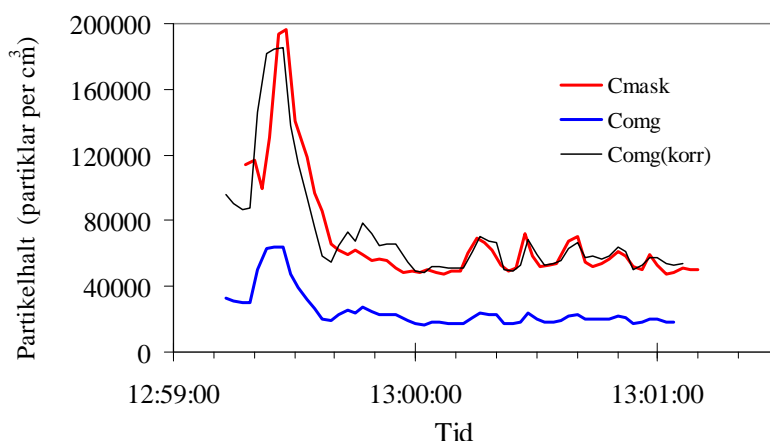
Annan kommentar?

## Appendix 3. Databehandling

Som nämns i kapitel 4.1 är Portacount instrumenten egentligen inte konstruerade för att mäta skyddsfaktorer under verkliga arbetsförhållanden. Eftersom partikelhalten vid dammande arbete oftast växlar mycket snabbt mellan höga och låga värden krävs att mätningarna inuti och utanför masken sker samtidigt. I brist på lämplig kommersiell utrustning användes två Portacount instrument, en metod som utvecklats vid TNO i Rijswijk, Holland (13).

Varannan sekund skickade mätinstrumenten partikelhaltdata till en bärbar dator i form av medelvärde av två integrerade sekundvärden (enheten: partiklar per  $\text{cm}^3$ ). Respektive mätvärden saknade dock tidsangivelse vilket är en förutsättning för att rätt kunna para ihop partikelhalten inuti masken med motsvarande omgivningsvärde. Detta löstes genom att notera tiderna då respektive loggning startades och avslutades. Med hjälp av ett Excelmacro kunde varje mätvärde i efterhand tilldelas en tid med en noggrannhet av bättre än  $\pm 2$  s.

Ytterligare en förutsättning är att båda instrumenten ger samma respons, det vill säga att de visar lika värde vid samma partikelhalt. Tester och analys av erhållna mätdata visade att Portacount instrumenten normalt fungerar bra och visar inbördes lika värden även i mycket dammiga miljöer. Detta konstaterades bland annat på följande sätt. Samtidigt som utrustningen riggades upp inför varje mätning loggade båda instrumenten partikelhalten i omgivande luft. Likaså erhöles en serie mätvärden av omgivningshalten efter mätningarna. Oftast visade båda instrumenten lika under dessa perioder. Samma sak gällde även i fall då försökspersonerna tillfälligt tog av sig masken mitt under en mätning och båda instrumenten mätte på samma luft en kort stund. Men i samband med framförallt MIG-svetsning verkade responsfaktorn för det instrumentet som användes för att mäta omgivningshalter (höga partikelhalter) minska under mätningen så att det efter mätningen visade mycket lägre värden än det andra instrumentet.



Figur 1 Röd och blå linje visar mätresultat av partikelhalten efter att en mätning på en svetsare med MIG-svets just avslutats. Båda instrumenten mäter på omgivningsluft och borde visa samma partikelhaltsnivå, men instrumentet som under mätningen mätte omgivningsluft ger mycket lägre värden. Svart tunn linje är resultatet efter korrigering varvid erhållna partikelhalter i omgivningsluft multiplicerats med faktorn 2.9.

Orsaken till fenomenet är inte klarlagd, dock återhämtade sig instrumentet sig relativt snabbt efteråt, så att vid nästa mätning en timma senare, visade instrumenten oftast lika igen. Analys av erhållna mätvärden i samband med MIG-svetsning tyder på att instrumentet som mätte omgivningsluft på något vis påverkades så att responsfaktorn successivt minskade. Efter att svetsningen avslutas upphör minskningen och responsfaktorn börjar långsamt öka igen. För att kunna använda sådana data behövde en korrigering göras. Kvoten mellan partikelhalterna mätta med de båda instrumenten strax efter mätningen avslutats, då båda instrumenten mätte partikelhalten i omgivande luft, räknades ut och användes för att korrigera omgivningshalterna under mätningen. Korrektionen utgick från att responsfaktorn minskade linjärt under tiden som instrumentet var påverkat av svetsrök. Figur 1 visar skillnaden mellan de båda instrumenten kort tid efter att en mätning avslutats. Instrumentet som mätte omgivningshalt (blå linje) gav mätvärden som var cirka 3 gånger lägre än det andra instrumentet (röd linje). Svart linje är resultatet efter korrigering. Av figuren framgår att den blå linjen har mycket lägre nivå men innehåller i övrigt samma information som den röda, varför en korrektion enligt ovan antogs vara korrekt. Det kan inte uteslutas att även det andra instrumentet, särskilt under mätningar med låg skyddsfaktor, också kan ha påverkats på ett liknande sätt men i lägre grad. Det betyder i så fall att de absoluta haltnivåerna underskattas. Men å andra sidan bör kvoten mellan halten i omgivningen och den inuti masken, det vill säga skyddsfaktorn, bli korrekt. Korrigeringen användes för att justera mätdata i samband med MIG-svetsning men smärre justeringar av samma slag behövde även göras vid en del andra mätningar. Korrektionsfaktorer använda i samband med MIG-svetsning var mellan 3 och 18. Vid övriga mätningar, var korrektionen mindre än 1.5.

## Appendix 4. Mätresultat

Tabell 1. Resultat från 86 mätningar av skyddsfaktorer.  
Som referens har nominell skyddsfaktor angivits.

| Typ av skydd | Filtertyp           | Skyddsfaktor |         | Nominell skyddsfaktor |
|--------------|---------------------|--------------|---------|-----------------------|
|              |                     | Total        | Optimal |                       |
| Filtermask   | FFP2 <sup>a</sup> E | 30           | 30      | 20                    |
| Filtermask   | FFP2 <sup>a</sup>   | 11           | 11      | 20                    |
| Filtermask   | FFP3 E              | 6            | 6       | 50                    |
| Filtermask   | FFP3 E              | 2,9          | 2,9     | 50                    |
| Filtermask   | FFP3 E              | 22           | 22      | 50                    |
| Filtermask   | FFP3 E              | 32           | 32      | 50                    |
| Filtermask   | FFP3 E              | 65           | 190     | 50                    |
| Filtermask   | FFP3                | 88           | 150     | 50                    |
| Filtermask   | FFP3                | 2            | 30      | 50                    |
| Filtermask   | FFP3                | 3            | 29      | 50                    |
| Filtermask   | FFP3                | 2            | 97      | 50                    |
| Filtermask   | FFP3                | 59           | 59      | 50                    |
| Filtermask   | FFP3                | 15           | 15      | 50                    |
| Filtermask   | FFP3                | 2,6          | 8       | 50                    |
| Filtermask   | FFP3                | 80           | 80      | 50                    |
| Filtermask   | FFP3                | 14           | 14      | 50                    |
| Filtermask   | FFP3                | 27           | 27      | 50                    |
| Filtermask   | FFP3                | 2860         | 2860    | 50                    |
| Filtermask   | FFP3                | 2,3          | 2,3     | 50                    |
| Filtermask   | FFP3                | 59           | 59      | 50                    |
| Filtermask   | FFP3                | 22           | 22      | 50                    |
| Filtermask   | FFP3                | 225          | 225     | 50                    |
| Filtermask   | FFP3                | 10           | 10      | 50                    |
| Filtermask   | FFP3                | 62           | 62      | 50                    |
| Halvmask     | P3                  | 51           | 204     | 48                    |
| Halvmask     | P3                  | 340          | 340     | 48                    |
| Halvmask     | P3                  | 4080         | 4080    | 48                    |
| Halvmask     | P3                  | 412          | 1220    | 48                    |
| Halvmask     | P3                  | 305          | 1940    | 48                    |
| Halvmask     | P3                  | 165          | 10400   | 48                    |
| Halvmask     | P3                  | 22           | 235     | 48                    |
| Halvmask     | P3                  | 68           | 2270    | 48                    |
| Halvmask     | P3                  | 240          | 240     | 48                    |
| Halvmask     | P3                  | 2640         | 2640    | 48                    |
| Halvmask     | P3                  | 390          | 390     | 48                    |
| Halvmask     | P3                  | 500          | 500     | 48                    |
| Halvmask     | P3                  | 185          | 1000000 | 48                    |
| Halvmask     | P3                  | 5300         | 5300    | 48                    |

Tabell 1. Fortsättning från föregående sida.

| Typ av skydd          | Filtertyp       | Skyddsfaktor |         | Nominell skyddsfaktor |
|-----------------------|-----------------|--------------|---------|-----------------------|
|                       |                 | Total        | Optimal |                       |
| Halvmask              | P3              | 5000         | 5000    | 48                    |
| Halvmask              | P3              | 9            | 24      | 48                    |
| Halvmask              | P3              | 82           | 82      | 48                    |
| Halvmask              | P3              | 23           | 23      | 48                    |
| Halvmask              | P3              | 20           | 27      | 48                    |
| Halvmask              | P3              | 19           | 19      | 48                    |
| Halvmask              | P3              | 1            | 1       | 48                    |
| Halvmask              | P3              | 4700         | 39000   | 48                    |
| Halvmask              | P3              | 6            | 6       | 48                    |
| Halvmask              | P3              | 6            | 6       | 48                    |
| Halvmask              | P3              | 56           | 56      | 48                    |
| Fläktmatad huva       | P3              | 185          | 590     | 500                   |
| Fläktmatad huva       | P3              | 200          | 8100    | 500                   |
| Fläktmatad skärm      | A2 <sup>b</sup> | 7            | 20      | 50                    |
| Fläktmatad skärm      | A2 <sup>b</sup> | 8            | 9       | 50                    |
| Fläktmatad skärm      | P3              | 2440         | 2440    | 50                    |
| Fläktmatad skärm      | P3              | 30           | 390     | 50                    |
| Fläktmatad skärm      | P3              | 160          | 400     | 50                    |
| Fläktmatad skärm      | P3              | 360          | 360     | 50                    |
| Fläktmatad skärm      | PSL             | 34           | 85000   | 50                    |
| Fläktmatad skärm      | PSL             | 3            | 12      | 50                    |
| Fläktmatad skärm      | PSL             | 13           | 13      | 50                    |
| Fläktmatad skärm      | PSL             | 25           | 1000    | 50                    |
| Fläktmatad skärm      | PSL             | 2            | 5       | 50                    |
| Fläktmatad skärm      | PSL             | 2100         | 2100    | 50                    |
| Fläktmatad skärm      | PSL             | 11           | 14000   | 50                    |
| Fläktmatad skärm      | PSL             | 2            | 173     | 50                    |
| Fläktmatad skärm      | PSL             | 19           | 100000  | 50                    |
| Fläktmatad skärm      | PSL             | 3            | 26      | 50                    |
| Fläktmatad skärm      | PSL             | 500          | 57000   | 50                    |
| Fläktmatad skärm      | PSL             | 3600         | 25300   | 50                    |
| Fläktmatad skärm      | PSL             | 1            | 4       | 50                    |
| Fläktmatad skärm      | PSL             | 45           | 2460    | 50                    |
| Fläktmatad skärm      | PSL             | 38           | 110     | 50                    |
| Fläktmatad skärm      | PSL             | 5            | 80      | 50                    |
| Fläktmatad skärm      | PSL             | 55           | 1500    | 50                    |
| Fläktmatad skärm      | P3              | 14           | 4200    | 500                   |
| Fläktmatad skärm      | P3              | 30000        | 30000   | 500                   |
| Fläktmatad helmask    | P3              | 4600         | 13000   | 2000                  |
| Tryckluftsmatad skärm | -               | 1680         | 1680    | 50                    |
| Tryckluftsmatad skärm | -               | 28           | 110     | 50                    |
| Tryckluftsmatad skärm | -               | 170          | 240     | 50                    |
| Tryckluftsmatad skärm | -               | 326          | 326     | 50                    |
| Tryckluftsmatad skärm | -               | 24           | 126     | 50                    |

Tabell 1. Fortsättning från föregående sida.

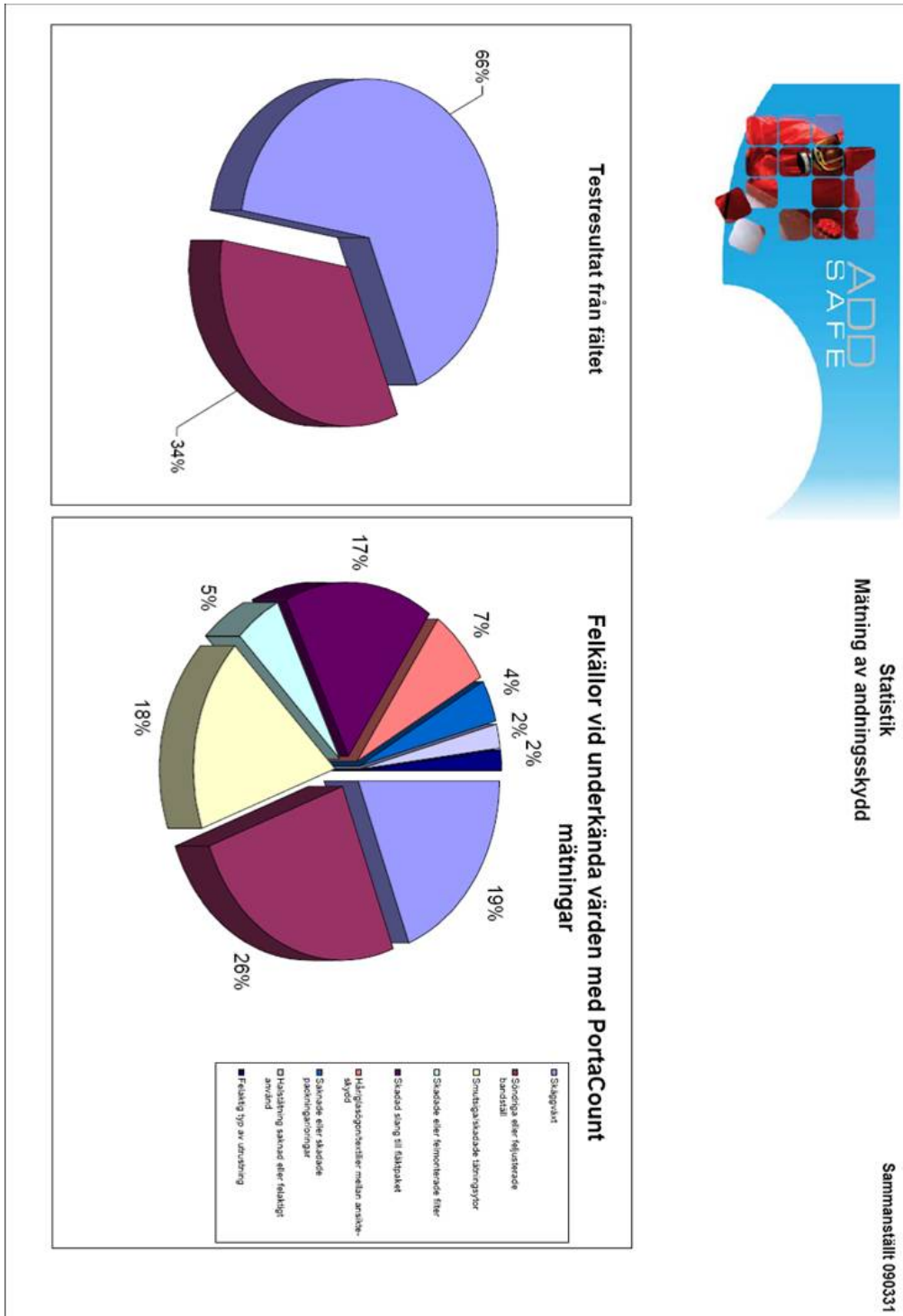
| Typ av skydd          | Filtertyp | Skyddsfaktor |         | Nominell skyddsfaktor |
|-----------------------|-----------|--------------|---------|-----------------------|
|                       |           | Total        | Optimal |                       |
| Tryckluftsmatad skärm | -         | 30           | 90      | 50                    |
| Tryckluftsmatad skärm | -         | 6            | 7       | 50                    |
| Tryckluftsmatad skärm | -         | 5800         | 13500   | 50                    |
| Tryckluftsmatad skärm | -         | 54           | 54      | 50                    |

<sup>a</sup> Användarna trodde att det var FFP3 filter, men kontroll visade att det var FFP2.

<sup>b</sup> Användarna trodde att dom hade partikelfilter, men kontroll visade att det var gasfilter (A2).



## Appendix 5. Felsökning





## Statistik Mätning av andningsskydd

Sammanställning 090331

| Förelägg   | antal mätningar | underkända vid första mätning | Skapsvård  | Sindriga eller feljusterade bandställen | Smutsigastskadade tämningsytor | Skadade eller felmonterade filter | Skadad slang till fläkpaket | Härjningsgontextiler mellan ansikte-skydd | Skadade eller skadade packningar/örmingar | Halsstämning saknad eller felaktigt använd | Felaktig typ av utrusning |
|------------|-----------------|-------------------------------|------------|---|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|---|---|--|---------------------------|
| 1          | 1               | 0                             |            |   |                                |                                   |                             |   |   |  |                           |
| 2          | 3               | 0                             |            |   |                                |                                   |                             |   |   |  |                           |
| 3          | 2               | 0                             |            |   |                                |                                   |                             |   |   |  |                           |
| 4          | 15              | 2                             | 2          |   |                                |                                   |                             |   |   |  |                           |
| 5          | 3               | 1                             |            | 1                                       |                                |                                   | 2                           |   |   |  |                           |
| 6          | 7               | 3                             | 1          |   |                                |                                   |                             |   |   |  |                           |
| 7          | 2               | 0                             |            |   |                                |                                   |                             |   |   |  |                           |
| 8          | 3               | 0                             |            |   |                                |                                   |                             |   |   |  |                           |
| 9          | 8               | 3                             |            |   | 2                              |                                   |                             | 1   |   |  |                           |
| 10         | 3               | 2                             | 2          |   |                                |                                   |                             |   |   |  |                           |
| 11         | 5               | 2                             |            |   |                                |                                   |                             |   |   |  |                           |
| 12         | 6               | 3                             |            |   |                                | 1                                 |                             |   | 2   |  |                           |
| 13         | 2               | 1                             |            |   | 3                              |                                   |                             |   |   |  |                           |
| 14         | 6               | 2                             |            |   |                                | 2                                 |                             |   |   |  |                           |
| 15         | 9               | 2                             |            |   |                                |                                   |                             |   |   |  |                           |
| 16         | 4               | 1                             | 1          |   |                                |                                   |                             |   |   | 2  |                           |
| 17         | 2               | 0                             |            |   |                                |                                   |                             |   |   |  |                           |
| 18         | 3               | 0                             |            |   |                                |                                   |                             |   |   |  |                           |
| 19         | 2               | 1                             |            |   |                                |                                   | 1                           |   |   |  |                           |
| 20         | 6               | 2                             |            |   |                                |                                   | 1                           |   | 1   |  |                           |
| 21         | 1               | 1                             |            |   |                                |                                   |                             |   |   |  | 1                         |
| 22         | 2               | 1                             |            |   |                                |                                   |                             |   |   |  |                           |
| 23         | 3               | 0                             |            |   |                                |                                   |                             |   |   |  | 1                         |
| 24         | 7               | 3                             |            |   | 2                              |                                   |                             |   | 1   |  |                           |
| 25         | 6               | 3                             |            | 2                                       |                                |                                   |                             | 1   |   |  |                           |
| 26         | 3               | 1                             |            | 2                                       |                                |                                   |                             |   |   |  |                           |
| 27         | 5               | 2                             | 1          | 2                                       |                                |                                   | 1                           |   |   |  |                           |
| 28         | 2               | 1                             |            |   | 1                              |                                   |                             |   |   |  |                           |
| 29         | 3               | 1                             |            | 2                                       | 0                              |                                   |                             | 1   |   |  |                           |
| 30         | 11              | 9                             |            | 2                                       |                                |                                   |                             | 1   |   |  |                           |
| 31         | 4               | 0                             |            | 1                                       | 4                              | 2                                 | 4                           | 2   |   |  |                           |
| 32         | 4               | 0                             |            |   |                                |                                   |                             |   |   |  |                           |
| 33         | 2               | 1                             |            |   |                                |                                   |                             |   |   |  |                           |
| 34         | 2               | 0                             | 1          |   |                                |                                   |                             |   |   |  |                           |
| 35         | 6               | 2                             |            |   |                                | 1                                 |                             |   | 1   |  |                           |
| 36         | 7               | 2                             | 1          |   |                                |                                   |                             | 1   |   |  |                           |
| 37         | 7               | 3                             | 4          |   |                                |                                   |                             |   | 3   |  |                           |
| 38         | 2               | 0                             |            | 5                                       |                                |                                   |                             |   |   |  |                           |
| 39         | 7               | 3                             | 2          |   |                                | 3                                 |                             |   | 1   |  |                           |
| 40         | 3               | 3                             | 1          |   |                                |                                   |                             |   | 3   |  |                           |
| 41         | 4               | 0                             |            |   |                                |                                   |                             |   |   |  |                           |
| 41         | 2               | 2                             | 2          |   |                                |                                   |                             |   |   |  |                           |
| <b>185</b> | <b>63</b>       | <b>34</b>                     | <b>19%</b> | <b>25</b>                               | <b>18%</b>                     | <b>5</b>                          | <b>17%</b>                  | <b>7</b>                                  | <b>4%</b>                                 | <b>2</b>                                   | <b>2%</b>                 |

Felfrekvens: 34%  
Antal Fel: 99