

Effektiva åtgärder mot spridning av skärvätskedimma och luftvägsproblem från skärvätskor

Bengt Christensson, Ann-Beth Antonsson & Erica Bloom

Författare: Bengt Christensson, Ann-Beth Antonsson, Erica Bloom

Medel från: AFA Försäkring

Rapportnummer: B 2224

Upplaga: Finns endast som PDF-fil för egen utskrift

© IVL Svenska Miljöinstitutet 2015

IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60, 100 31 Stockholm

Tel: 08-598 563 00 Fax: 08-598 563 90

www.ivl.se

Rapporten har granskats och godkänts i enlighet med IVL:s ledningssystem

Läsanvisning

Denna rapport innehåller en detaljerad beskrivning av de studier som gjorts för att undersöka hur skärvätskedimma sprids från skärande bearbetning och i verkstadslokaer och en diskussion om vilka åtgärder som krävs för att minska exponeringen för skärvätskedimma.

Är du främst intresserad av åtgärder som minskar luftvägsbesvär från skärvätska?

Då hittar du en sammanfattande information i avsnitt 10 och slutsatser i avsnitt 11. Vill du ha mer detaljinformation kan du läsa i avsnitten 8 där respektive underavsnitt avslutas med **slutsatser**. Slutsatserna ger en kort sammanfattning av det viktigaste under respektive underrubrik. Avsnitt 9 beskriver hur man kan använda sig av direktvisande instrument för att identifiera källor och spridningsvägar för skärvätskedimma.

Är du intresserad av hur vi genomfört studien?

Då kan du läsa rapporten från början. Metoderna beskrivs kortfattat i rapporten och mer utförligt i bilagorna.

Vill du fördjupa dig i detaljer från de enkätstudier som genomförts om olika typer av besvär från skärvätskor?

Detta beskrivs i Bilaga 3.

Vill du veta mer om de mätningar vi gjort och kanske också jämföra dina egna mätresultat med våra?

Läs avsnitt 9. Bakgrundsinformation finns också i avsnitt 6.3 och 8.3. Detaljinformation om mätningarna finns i Bilaga 4.

Förord

Detta projekt hade inte varit möjligt att genomföra utan ett samarbete med och stöd av åtta företag där anställda vid flera av företagen har i större eller mindre omfattning upplevt besvär som orsakats av exponering för skärvätska. Arbetet i projektet har varit inriktat på att kartlägga spridningen av skärvätskedimma från föroreningskälla till personal med syftet att finna åtgärder som stoppar eller kraftigt minskar spridningen. Projektet har drivits i samråd med en referensgrupp med följande sammansättning:

Cecilia Andersson	Industriarbetsgivarna
Rosalie Andersson	If Metall
Ulrika Andersson	Volvo Group Trucks Technology
Malin Nilsson	Teknikföretagen
Roger Ohlén	Seco Tools

Referensgruppen har varit mycket värdefull för projektet och har bland annat bidragit till goda kontakter med de företag vi samarbetat med.

Bilderna i rapporten är med få undantag tagna av personal från respektive besökt företag. Resterande bilder är tagna av IVL:s personal. Samtliga bilder är tagna i samband med arbetsplatsbesöken.

Bengt Christensson Ann-Beth Antonsson Erica Bloom

Innehållsförteckning

Läsanvisning	3
Förord.....	4
Sammanfattning	8
Summary	9
1 Bakgrund	10
2 Projektets mål.....	10
3 Om hälsoeffekter av skärvätskor	10
3.1 Det har blivit bättre, men nya problem dyker upp	11
4 Forskning om skärvätskor	11
5 Åtgärder som är effektiva, men inte tillräckliga.....	12
6 Utgångspunkter för projektet.....	13
6.1 Åtgärdsarbete pågår i många företag	13
6.2 Multifaktoriella åtgärder behövs	13
6.3 Fokus på åtgärder mot spridning av skärvätskedimma	14
6.4 Gränsvärden och riktvärden.....	14
7 Metoder.....	15
7.1 Projektet har drivits i samråd med företag	15
7.2 Så här har vi arbetat vid företagsbesöken	15
7.3 Utvärdering av åtgärder.....	16
8 Resultat och diskussion.....	16
8.1 Förekomst av besvär vid arbete med skärvätskor	16
8.2 Uppmätta dammhalter vid operatörernas arbetsplatser	18
8.3 Samband mellan uppmätta halter och besvär	23
8.4 Orsaker till spridning av skärvätskedimma och besvär samt tänkbara åtgärder.....	23
8.4.1 Lokalernas utformning	24
8.4.2 Allmänventilation	24
8.4.3 Tilluftens kvalitet	25
8.4.4 Processventilation.....	26
8.4.5 Inkapsling.....	32
8.4.6 Operatörernas arbete vid maskinerna	36
8.4.7 Skärvätskor.....	37
8.4.8 Tankrum och transport av spånor och skärvätska	39
8.4.9 Skötsel av skärvätskor.....	40
8.4.10 Alternativ till bearbetning med skärvätska.....	41
8.5 Hudexponering	42

9	Metoder för att kartlägga tänkbara orsaker till luftvägsbesvär från skärvätskor	42
9.1	Vad och hur ska man mäta?	42
9.2	Var ska man mäta?.....	43
10	Förslag till åtgärder	44
10.1	Åtgärder vid ny- och ombyggnation.....	44
10.2	Det löpande arbetet och underhåll.....	46
10.3	Strategi för att kartlägga problem med luftvägsbesvär från skärvätskor och åtgärda problemen	46
10.4	Vad kostar åtgärderna?.....	47
11	Slutsatser	47
12	Referenser.....	48
	Bilaga 1. Checklista för besök på företagen i projektet och metoder för insamling av uppgifter vid arbetsplatsbesök.....	50
	Bilaga 2. Mätmetoder för partiklar och mikroorganismer.....	52
1.	Mätmetoder och referensvärden - partiklar.....	52
1.1.	Mätstrategier för mätningar av partikelhalten	52
1.2	Mätinstrument för mätning av partikelhalt.....	53
1.3	Mätning av nanopartiklar.....	54
1.4.	Mätning av halt och förekomst av mikroorganismer	54
	Bilaga 3. Enkäter.....	56
1.	Enkätfrågor om besvär	56
2.	Redovisning och sammanställning av enkätsvaren.....	56
3.	Enkätresultat för frågorna om besvär	58
4.	Enkätfrågor om arbetet med skärvätska.....	60
5.	Sammanställning av enkätsvar om arbetet med skärvätska	60
6.	Enkätfrågor om arbetsmiljö och några åtgärder	62
7.	Svar på enkätfrågor om arbetsmiljö och åtgärder	63
	Bilaga 4. Mätresultat – partiklar och mikroorganismer	66
	Mätresultat för företag A	66
	Mätresultat för företag B.....	68
	Mätresultat för företag C.....	73
	Mätresultat för företag D	82
	Mätresultat för företag E.....	86
	Mätresultat för företag F.....	91
	Mätresultat för företag G	93
	Mätresultat för företag H.....	95
	Mätningar som utförts på arbetsplatser som inte omfattas av enkätundersökning	96
	Bilaga 5. Resultat från företagens egna mätningar	98

1.	Partiklar.....	98
2.	Formaldehyd och andra organiska föreningar	99

Sammanfattning

Förekomst av utbrott av luftvägsbesvär har rapporterats vid arbete med skärvätskor. Tidigare forskning om luftvägsbesvär från skärvätskor visar att flera ämnen som förekommer i skärvätskedimma kan bidra till besvären. Studier har gjorts vid åtta företag för att undersöka hur skärvätskedimma sprids i arbetsmiljön och hur spridning av och exponering för skärvätskedimma kan undvikas.

Samma skärvätska kan uppfattas som både mycket bra och mycket problematisk på olika företag. Detta tyder på att mikrobiologiska faktorer bidrar till besvären. Skötseln av skärvätskan är viktig för att minska förekomsten av besvär. Val av skärvätska och skärvätskans kemiska sammansättning har också stor betydelse.

Inom projektet har mätningar gjorts av partikelhalten i luft som indikator på skärvätskedimma. Denna mätmetod har visat sig vara effektiv för att identifiera källor som sprider skärvätskedimma.

Projektets slutsatser är att besvär kan uppkomma även med bra skärvätskor och även om skärvätskan sköts väl. Därför är det klokt att utforma arbetsmetoder, maskiner, inkapslingar och ventilation så att spridning av och exponering för skärvätskedimma undviks. Befintliga inkapslingar och ventilation fungerar ofta inte tillräckligt bra för att effektivt fånga in skärvätskedimman.

Insatser som minskar spridning av och exponering för skärvätskor är bland annat att säkerställa att befintliga inkapslingar och ventilation av maskiner fungerar väl, vilket de ofta inte gör idag. Dagen praxis ger inte tillräckligt bra skydd mot skärvätskedimma. Genom god utformning, kan luftvägsbesvär undvikas, även om skärvätskan skulle infekteras och mikroorganismer växa till. Dessutom behöver arbetsmetoderna ses över så att exponering för skärvätskedimma undviks.

Åtgärder behövs för att hindra skärvätska från att ansamlas i ventilationssystemet. Luftrenare som placeras i ventilationssystemet direkt efter de maskiner där skärvätska används är en effektiv åtgärd som minskar förekomsten av skärvätska i frånluften och ger möjlighet att bättre dimensionera processutsug.

Summary

Studies have been made at eight companies to evaluate how mist from metal working fluids, MWF, is spread in the working environment and how spreading of and exposure to MWF mist can be avoided.

Research shows that several substances can contribute to and cause respiratory complaints and illness due to MWF mist. There is a great variation in the prevalence of complaints and illness. The same MWF can be assessed as both good and poor in different companies. This indicates that microbiological factors contribute to the complaints and illness. The maintenance of the fluids is important to reduce complaints. Selection of fluid and the chemical composition of the fluid are important as well.

The strategy applied in this project was to measure the concentration of particles as an indicator of mist from MWFs. The strategy has proven to be effective in identifying emission sources. It is however important to be aware of the presence of other particle sources that may affect the measurements.

One main conclusion from the project is:

- Complaints and illness due to MWF mist may occur with many MWFs, even those which are judged to be “good” and those which are well maintained. Consequently it is wise to design working methods, machines, casing and ventilation in such a manner that emission of and exposure to MWF mist is avoided. The current praxis for encapsulation and process ventilation has proven to be insufficient, as spreading of MWF mist occurs, despite encapsulation and process ventilation.

Measures that reduce emission and exposure to MWF mist are e.g.

- Ensure that there are casings of the machines and that there are no leakages from the casings. Such leakages were frequently found in the studied companies.
- Ensure that the ventilation is effective. This requires sufficient exhaust air flow is. In the studied companies, ventilation was frequently not effective enough.
- Measures to reduce accumulation of MWF in the ventilation ducts are needed. A good solution is a filter or cyclone that captures the MWF mist in the exhaust air close to the machines and reduces transport of MWF mist into the ventilation system. If the mist is not captured, there is a huge risk of accumulation of MWF pools in the ducts. Most of the studied companies did not have filters or cyclones.
- In addition to this, the working methods have to be adjusted to reduce exposure to MWF mist, e.g. reduced use of pressurized air and avoiding working inside casings of machines.

With a good design of machines and ventilation in combination with good work practice, respiratory complaints and illness can be avoided, even if there is microbiological growth in the MWF.

1 Bakgrund

Under senare år har det både internationellt och i Sverige konstaterats ett antal ”utbrott” av luftvägsbesvär främst inom verkstadsindustri (Burton et al 2012). Orsaken har antagits vara att anställda exponerats för aerosol (dimma) från skärvätskor. Insatser för att minska förekomsten av skärvätskedimma i arbetsmiljön har ofta minskat, men sällan eliminerat problemen.

Det är oklart vad det är som orsakar ”utbrotten”. I vetenskaplig litteratur finns ett stort antal artiklar som redovisar resultat från mätningar av olika typer av luftföroreningar inklusive bakterier, mögel och toxiner från bakterier, främst endotoxiner. Man har även artbestämt mögel och bakterier för att undersöka om något särskild art kan kopplas till besvären. Hittills har dock inga studier kunnat visa att en enda faktor kan förklara luftvägsbesvären mer än på enskilda arbetsplatser. Även om man inte vet vilket eller vilka ämnen som orsakar luftvägsbesvären, måste man vidta åtgärder för att minska besvären.

I AFA Försäkrings statistik, ligger verkstadsindustrin relativt högt när det gäller godkända arbetsskador. Statistik saknas för sjuklighet på grund av luftvägspåverkan som misstänks bero på skärvätskor. 2005 och 2006 stod ”Metallarbete och övrigt industriellt arbete” för 299 av totalt 1 100 godkända arbetssjukdomar, vilket motsvarar 27 % av samtliga arbetssjukdomar (AFA Försäkring 2009). Dessa arbetssjukdomar beror bland annat på exponering för skärvätskor och svetsrök..

2 Projektets mål

Målet med detta projekt är att utveckla råd till arbetsplatser om hur besvär i form av luftvägsproblem som misstänks bero på skärvätskor kan minskas med hjälp av effektiva och väl fungerande åtgärder.

Projektets slutsatser och rekommendationer ska vara tillämpbara i och kunna användas av svensk verkstadsindustri. Om rekommendationerna omsätts i handling, räknar vi med att de ska vara så effektiva att:

- Ingen ska behöva drabbas av allergisk alveolit efter arbete med skärvätskor.
- Förekomsten av luftvägsbesvär ska minskas drastiskt vid arbete med skärvätskor.

3 Om hälsoeffekter av skärvätskor

Arbetsmiljöproblem vid skärande bearbetning är ett välkänt problem. Samtidigt är det ett problem som förändrats över tid. För femtio år sedan användes mest raka mineraloljor (rena oljor utan inblandning av vatten). Därefter har skäroljorna utvecklats och idag används i stor utsträckning skärvätskor som är emulsioner av syntetiska ämnen, raffinerade mineraloljor eller vegetabiliska oljor och vatten. De raka oljorna används fortfarande, men i betydligt mindre omfattning.

Sättet att använda skärvätskor har också förändrats. För femtio år sedan sköljde ofta skärvätskan över bearbetningsytan. Idag finns även system där tillförseln av skärvätskan kontrolleras och styrs betydligt noggrannare. Tidigare var den skärande processen ofta öppen och arbetet sköttes till stor del manuellt, vilket innebar en omfattande hudkontakt med skärvätskor, som i många fall ledde till hudbesvär och eksem. Idag styrs skärande bearbetning i stor utsträckning av datorer. Det manuella arbetet och även hudkontakten med skärvätskor har därmed minskat.

Parallellt med att skärvätskornas innehåll och användning har förändrats, har även hälsoriskerna vid arbete med skärvätskor förändrats. Den gamla tidens raka mineraloljor innebar risk för cancer. Cancerrisken minskade i och med att oljorna började raffineras och cancerframkallande ämnen, främst PAH (polyaromatiska kolväten, exempelvis benzo(a)pyren) avlägsnades från skäroljan. Med ökande bearbetningshastigheter ökade behovet av kylning och mineraloljorna ersattes med vattenemulsioner med olika tillsatser. Bland tillsatserna fanns i början ämnen som kunde bilda cancerframkallande ämnen. Än idag finns tillsatser som kan ge olika former av besvär, främst allergiska. Det kan också ingå eller bildas komponenter som kan eller misstänks ha andra allvarliga hälsoeffekter, till exempel cancer, reproduktionsstörande.

3.1 Det har blivit bättre, men nya problem dyker upp

Utvecklingen innebär att riskerna för cancer minskat drastiskt. Hudbesvär på grund av hudkontakt med skärvätskor har också minskat. Samtidigt har många industrier med skärande bearbetning noterat mer diffusa problem. Problemen beskrivs som diffusa luftvägsproblem som verkar kunna utvecklas till allvarliga luftvägsproblem som astma eller allergisk alveolit. Dessa problem finns även dokumenterade i den vetenskapliga litteraturen och förekommer i flera länder (Rosenman 2009, Barber 2012, Burton et al 2012).

4 Forskning om skärvätskor

Internationellt finns omfattande forskning om skärvätskor och arbetsmiljö. En del av forskningen är inriktad mot mätmetoder för skärvätskor. Hur luftföroreningar från skärvätskor ska mätas och vilka ämnen som är mest relevanta att mäta ur hälsosynpunkt är frågor som bearbetas och som ännu inte fått något enkelt och entydigt svar (Gordon 2004). Under senare år har allt större intresse ägnats mikroorganismer i skärvätskor och många studier rör förekomst av mikroorganismer i skärvätskor och exponering för mikroorganismer från skärvätskor via arbetsplatsens luft (Park et al 2009a). Flera studier rör alkanolaminer i skärvätskor (Henriks-Eckerman 2007). Flera studier har gjorts av endotoxinförekomst (Laitinen et al 1999, Park et al 2001). Endotoxiner är bakteriegifter som bildas av gramnegativa bakterier, vilka är vanligt förekommande i fuktiga miljöer.

Vid Arbets- och miljömedicinska kliniken i Göteborg har metoder för analys av luftföroreningar från skärvätskor utvecklats (Lillienberg et al 2008). Fokus ligger på mikrobiologiska komponenter i skärvätske aerosolen men även formaldehyd och alkanolaminer har analyserats. Mätningar har gjorts vid tre verkstadsindustrier. Halten skärvätskedimma i arbetsplatsluften varierade mellan 0,19 och 0,25 mg/m³. Flera andra studier visar liknande låga halter av aerosoler. Det svenska gränsvärdet för skärvätskor gäller för oljedimma och tillämpas på den vattenfria delen av skärvätskan. Nivågränsvärdet (som gäller som medelvärde för 8 timmar) är 1 mg/m³. Det finns dessutom ett korttidsvärde på 3 mg/m³ som inte bör överskridas under någon 15-minutersperiod.

Många studier visar ett samband mellan exponering för skärvätskedimma och luftvägssymptom. Vid Arbets- och miljömedicin, Universitetssjukhuset i Linköping studeras besvär från näsan hos personer, med som kommer i kontakt med skärvätska i sitt arbete. Syftet med studien är att undersöka graden av inflammation i näsan hos skärvätskeexponerade personer, med och utan besvär. Syftet är att undersöka om det finns ett dos-effektsamband mellan exponering för skärvätskedimma och graden av inflammation i näsan samt upplevda besvär från näsan. Analyser av nässköljvätska kommer förhoppningsvis också att visa vilka proteiner som kan fungera som tecken på tidig inflammation i nässlemhinnan.

Suuronen konstaterar att andningsbesvären ökade för operatörerna vid och över 0,17 mg/m³ (170 µg/m³) som medianvärde för totaldamhalten i verkstädernas lokalluft (Suuronen 2009).

Analys av 17 skärvätskor visade att hudsensibiliserande ämnen som formaldehyd (fanns i alla skärvätskor), alkanolaminer (15 skärvätskor) mm var dåligt deklarerade i skärvätskornas säkerhetsdatablad. Faktum var att alla säkerhetsdatablad hade brister (Suuronen 2009). Tillväxten av bakterier begränsas i regel genom tillsats till skärvätskan av organiska ämnen som bildar formaldehyd. Formaldehyd är ett ämne som i låga halter ger upphov till irritation i ögon och andningsvägar. Löst i vatten kan den även orsaka allergiska eksem. Formaldehyd är klassificerad som cancerframkallande och sensibiliserande. För att minska behovet av baktericid är det viktigt att vidta de åtgärder som beskrivs i broschyren Minska risken för allergier - Skärvätskor. Det är viktigt att tillsättning av baktericiden anpassas till behovet. Överdoser av baktericid kan vara tillräckligt för att orsaka hud- och luftvägsirritation (NIOSH 1998)

5 Åtgärder som är effektiva, men inte tillräckliga

Inom IVL:s och Prevents gemensamma projekt "Allergiforum" konstaterades att arbete med skärvätskor var en vanlig orsak till eksem bland dem som arbetade med skärande bearbetning. En skrift med konkreta råd om åtgärder utvecklades "Minska risken för allergier och eksem – Skärvätskor" (2002). Allergiforum liksom skriften om skärvätskor ingår nu i KemiGuiden, även detta ett projekt som IVL och Prevent driver gemensamt.

Vilka faktorer som påverkar den uppmätta exponeringen för luftföroreningar från skärvätskor har undersökts (Park et al 2009b). Faktorer av betydelse är bland annat:

- vilket årtionde mätningen gjordes (vilket bland annat förklaras av hur användningen av skärvätskor förändrats över tid vilket beskrivs ovan),
- vilken mätmetod som användes,
- vilken typ av skärvätska som användes,
- ventilation och
- förekomst av annat dammalstrande arbete i lokalen (som svetsning och slipning) eftersom dessa moment kan störa mätningen av skärvätskedimma, om mätning görs med direktvisande instrument för partiklar.

En amerikansk studie (Bracker et al 2003) handlar om en intervention efter ett utbrott av allergisk alveolit. Problembilden är likartad den som rapporterats från svenska verkstadsindustrier. Den allergiska alveoliten uppges bero på en immunologisk reaktion mot inandade partiklar. Symptomen inkluderar hosta, tryck över bröstet, andnöd, frossbrytningar, feber, illamående, viktminskning och gradvis tilltagande andnöd. De ämnen som orsakar dessa symptom härrör vanligen från bakterier, svamp eller protein från djur. Även små oorganiska partiklar kan inducera allergisk alveolit.

Den amerikanska studien redovisar också effekterna av insatser för att minska förekomsten av allergisk alveolit. Interventioner genomfördes (i slutet av 1990-talet) löpande under två år. Interventionen bestod bland annat av:

- ✓ Rengöring av behållare för skärvätskor. Ett program för underhåll av behållarna infördes. Programmet inkluderade kontroll av pH, koncentration och bakterier, monoetanolamin infördes för pH-justering, en ny syntetisk kylvätska introducerades vid vissa maskiner och oljeavskiljare.
- ✓ Dimkylning avvecklades vid en maskin
- ✓ Övergång till raka oljor istället för emulsioner vid cirka hälften av maskinerna
- ✓ Inkapsling av maskiner och anslutning av utsug till maskinerna
- ✓ Utbildning av anställda

- ✓ Möten med anställda om de åtgärder som genomfördes och diskussion om hur de fungerade och behov av ytterligare åtgärder.
- ✓ Minskning av övertidsarbete (så att exponeringstiden minskade)
- ✓ Förbättrad allmänventilation genom att spjäll eller lanterniner i taken öppnades
- ✓ Andra aerosolkällor som dammavskiljare med vätska samt ångblästring flyttades ut från lokalen med skärande bearbetning.

Åtgärderna ledde till att cirka hälften av de anställda var tillbaka i arbete efter två år. Dessförinnan hade flera försökt återgå i arbete men inte lyckats eftersom den allergiska alveoliten återkom vid återgång i arbete.

Det bör noteras att i arbetet med interventionen gjordes mätningar på förekomsten av luftföroreningar. Det var dock svårt att etablera några entydiga samband mellan förekomst av något eller några ämnen i luften och ohälsa. Detta illustrerar att orsakerna bakom ohälsa kan vara komplexa, men att interventioner för att minska ohälsa trots det kan genomföras med lyckat resultat.

Den amerikanska studien är intressant, men den ger inte någon slutlig lösning på problemen med skärvätskor. Användningen av skärvätskor har dessutom förändrats efter interventionen.

6 Utgångspunkter för projektet

6.1 Åtgärdsarbete pågår i många företag

Projektets syfte är att ge råd om åtgärder som minskar problemen med luftvägsbesvär och allergisk alveolit efter exponering för skärvätskedimma. Flera av de företag vi varit i kontakt med har själva drivit ett aktivt och ambitiöst arbete med att minska problemen. De åtgärder som vidtagits innefattar flera av de åtgärder som beskrevs i den amerikanska interventionsstudien som refererades ovan. Stora summor (många miljoner enbart i Sverige) läggs idag på åtgärder, trots stor osäkerhet om åtgärdernas effekt. Dessa åtgärder utförs trots att uppmätta halter i arbetsplatsluften ligger på nivåer som normalt bedöms som mycket låga, så låga att luften normalt sett skulle beskrivas som mycket bra.

Trots förekomsten av besvär och sjuklighet finns det inga dokumenterade tydliga samband mellan exponering för något visst ämne i skärvätskor och besvär. Detta innebär att det inte finns en känd och tydlig gräns när exponeringen för skärvätska är så låg att besvär eller hälsoproblem undviks. Givetvis är risken för besvär liten om halten skärvätskedimma är extremt låg.

6.2 Multifaktoriella åtgärder behövs

Mot bakgrund av tidigare studier, finns det inga enkla och självklara åtgärder som eliminerar problemet med luftvägsbesvär från skärvätskor. Sannolikt krävs en kombination av åtgärder och dessutom kommer åtgärderna sannolikt att variera mellan olika företag.

Den amerikanska beskrivningen av en genomförd intervention illustrerar det som blivit allt tydligare när vi inom IVL arbetat inom våra egna projekt för att minska arbetsskador. Det räcker sällan med en enda åtgärd för att lyckas med interventioner. Multifaktoriella interventioner ger bäst effekt, vilket även litteraturen visar. Den utmaning vi stått inför i detta projekt var att avgöra vilka faktorer som är viktiga att bearbeta i en intervention och att komma fram till vilka konkreta åtgärder som de facto löser problemet.

6.3 Fokus på åtgärder mot spridning av skärvätskedimma

Med tanke på förekommande besvär och sjukdomar är det troligt att en stor del av problemen orsakas av mikroorganismer. Korrelationen mellan totalhalter av mikroorganismer i luft (svamp och bakterier) och uppkomna besvär är dock dålig. Det finns studier som visar på korrelation mellan besvär och exponeringen för bakterier och andra studier som visar på samband med förekomst av mycobakterier men också mögelsvamp.

Det kan inte utslutas att det finns kemiska ämnen i skärvätskorna som också bidrar till besvären. Enligt säkerhetsdatabladerna för de nio mest använda skärvätskorna vid de besökta företagen innehåller alla irriterande tillsatser. Dessa ämnen kan i kombination med mikroorganismer kanske vara orsaken till besvären.

Mot denna bakgrund har vi valt att inte försöka identifiera något enskilt ämne eller någon mikroorganism som skulle kunna utpekas som orsak till besvären. Istället har vi valt att fokusera på förekomsten av skärvätskedimma och åtgärder som minskar exponeringen för skärvätskedimma. Om exponeringen för skärvätskedimma minskar, minskar sannolikt även exponeringen för det eller de ämnen som ger upphov till luftvägsbesvären. Dessutom minskar sannolikt också hudkontakten med skärvätskor som kan ge upphov till hudbesvär som irritation, uttorkning och eksem.

6.4 Gränsvärden och riktvärden

Här presenteras gränsvärden för oljedimma och halter från andra miljöer har för att ge referensvärden som förhoppningsvis underlättar förståelsen av de uppmätta partikelhalterna som diskuteras i rapporten.

För bedömning av arbetstagares exponering finns hygieniska gränsvärden och rekommenderade mät-/analysmetoder. Gränsvärdet för oljedimma är 1 mg/m^3 som medelvärde för exponeringen under en hel arbetsdag (nivågränsvärde; åtta timmars exponering) och 3 mg/m^3 för en kortare period (korttidsvärde som genomsnitt för 15 minuters exponering) (Arbetsmiljöverket 2011). Gränsvärdena gäller för den vattenfria delen av skärvätskan inklusive alla ej flyktiga tillsatser. För tillsatser med egna gränsvärden gäller givetvis att tillsatsen även skall underskrida sitt eget gränsvärde. Mätningen skall ske i andningszonen med membranfilter placerat i en kassett för provtagning av totaldamm [Principer och metoder för provtagning och analys av ämnen på listan över hygieniska gränsvärden. Arbete och hälsa nr 2000:23. Arbetslivsinstitutet, Stockholm 2000].

Lägre gränsvärden diskuteras. NIOSH (National Institute for Occupational Health and Safety, USA) föreslog redan 1998 $0,5 \text{ mg/m}^3$ totalt och $0,4 \text{ mg/m}^3$ för den bronkiala fraktionen av oljedimma (NIOSH 1998). Med bronkial fraktion avses den del av de inhalerbara partiklarna som kan passera struphuvudet och nå lungorna. I Sverige finns inget gränsvärde för den bronkiala fraktionen. Vid mätning samlas partiklarna på filter för senare analys (NIOSH 2003). För bronkiala partiklar används en föravskiljare för avskiljning av större partiklar.

I rapporten diskuteras halter under 1 mg/m^3 . Därför redovisas fortsättningsvis halterna i $\mu\text{g/m}^3$. $1 \text{ mg/m}^3 = 1000 \mu\text{g/m}^3$. De föreslagna gränsvärdena från NIOSH är således 400 och $500 \mu\text{g/m}^3$ samt från Arbetsmiljöverket 1000 och $3000 \mu\text{g/m}^3$.

Vanliga partikelhalter i bostäder och kontor är i storleksordningen $10 - 20 \mu\text{g/m}^3$ (mätt som PM_{10}) [Christensson]. På kontor kan värdena vara något högre vid kopieringsmaskiner och platser där fler personer ofta passerar. Högre halter förekommer exempelvis där rökning tillåts och i kök vid matlagning,

främst vid stekning. På daghem i lekhallar och skolor där flera barn är aktiva på begränsad yta är normalt partikelhalterna kring $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (totalhalt). I lager kan högre värden förekomma beroende på trafik, typ av truck (el eller förbränningsmotor), ventilation, städning mm. Vid uppmätta halter kring $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (mätt som totaldamm) kan de förhöjda halterna jämfört med bakgrunden beror på läckage från processen men också på andra källor i lokalen, exempelvis damm som rörs upp av passerande fordon eller människor och partiklar som sprids från fordon (avgaser) eller från andra processer som svetsning, slipning mm. I industrihallar där skärvätskor används, är det troligt att halter kring $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och högre (totalhalt) beror på läckage av processluft till lokalluft, om det inte finns andra föroreningskällor i närheten eller stora brister i ventilation och städning (Christensson). Bakgrundshalten i industrilokaler ligger ofta på nivåer kring $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och högre. Inom tyngre industri brukar bakgrundshalterna vara mycket högre, ofta i storleksordningen $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

7 Metoder

7.1 Projektet har drivits i samråd med företag

Projektet har drivits i samråd med verkstadsföretag där det i varierande omfattning förekommit luftvägsproblem som misstänks bero på skärvätskor. De deltagande verkstadsföretagen var intresserade av att vidta eller hade redan vidtagit åtgärder för att minska dessa problem. Flera företag har genomfört åtgärder men var inte alltid nöjda med effekten av åtgärderna.

Fokus i projektet har varit åtgärder. Inom projektet har vi studerat och utvärderat vidtagna åtgärder vid åtta företag. I första hand har företag valts ut som ligger långt framme när det gäller åtgärder för att skapa en god arbetsmiljö vid användning av skärvätskor, men som trots det har haft problem med skärvätskorna. Även företag som använder alternativ till dagens teknik och/eller dagens produkter, till exempel torr bearbetning, minimalsmörjning eller skärvätskor med ny sammansättning har besökts.

Inledningsvis planerades besök vid fem verkstadsföretag där anställda påtalat luftvägsproblem som misstänktes bero på skärvätskor. Fler företag ville delta och vi tvingades säga nej till några. Totalt besöktes åtta företag, främst större verkstadsföretag. På grund av det ökade antalet företag, minskades antalet återbesök på företagen. Några av företagen besöktes flera gånger för att samla in kompletterande information eller för mätning efter att åtgärder vidtagits.

7.2 Så här har vi arbetat vid företagsbesöken

Respektive företag besöktes under en dag av två personer från IVL. Under besöken följdes en checklista med övergripande frågor om arbetsmiljön i verkstadslokalerna och mer detaljerade frågor om arbetsplatserna med skärande bearbetning. Checklistan redovisas i bilaga 1. I princip följde vi skärvätskans väg genom fabriken och noterade de punkter där skärvätskan kunde komma ut i lokalluften eller där personalen på annat sätt kunde bli exponerad.

Eventuellt läckage från processen eller exponering på annat sätt kontrollerades med direktregistrerande instrument för partiklar (P-Trak och GRIMM och pDR), luftflödesmätare och uppsamlade provtagning för bestämning av svamp och mikroorganismer. Mätningarna utfördes normalt under mycket kort tid i regel några minuter, eftersom syftet var att kartlägga platser och arbetsmoment där det förekom förhöjda halter. Syftet med mätningarna har alltså **inte** varit att kartlägga anställdas exponering för skärvätskor. Mättiden varierade från de kortaste mätningarna som varade några sekunder till de längsta som kunde vara i cirka 30 minuter. Provtagningen för analys av mikroorganismer tog tio till tjugo minuter.

På respektive företag intervjuades i regel flera personer och eventuella tidigare utredningar efterfrågades. Uppgifter om vilka åtgärder som vidtagits för att minska problemen samlades in liksom tidigare erfarenheter av de genomförda åtgärderna samt eventuella uppföljningar och utvärderingar. Dessutom samlades uppgifter in som gällde lokaler, ventilation, process, skärvätskor och deras underhåll mm. Lokalerna kontrollerades i regel även med avseende på synliga fuktskador eftersom en del symptom från exponering för skärvätskedimma också kan orsakas av fuktskadade byggnader. Allmänventilationen noterades eftersom otillräcklig ventilation kan bidra till sämre luftkvalitet och därmed till besvären. Processens utformning påverkar givetvis behovet av åtgärder.

På respektive företag studerades ett urval av arbetsplatser, främst de med skärande bearbetning och lokaler där skärvätskan lagrades, renades och vid behov justerades. På arbetsplatserna noterades vidtagna åtgärder och i vilken omfattning som åtgärderna förhindrat kontaminering av ytor utanför inkapslingen och spridning av skärvätske aerosol från skärprocessen till arbetsplatsluften. Dessutom noterades eventuella andra exponeringsvägar t ex stänk vid renspolning, renblåsning med tryckluft, behov av arbete innanför inkapsling. Även vid korta arbetsmoment mättes halten skärvätske aerosol. Slutligen noterades användning av personlig skyddsutrustning. Mätmetoderna och använd mätutrustning beskrivs i bilaga 2.

Som komplement till intervjuer och mätningar svarade berörd personal efter besöket på en enkät med frågor om arbetsmiljö, exponering, åtgärder och besvär. Enkätfrågorna redovisas i bilaga 3.

7.3 Utvärdering av åtgärder

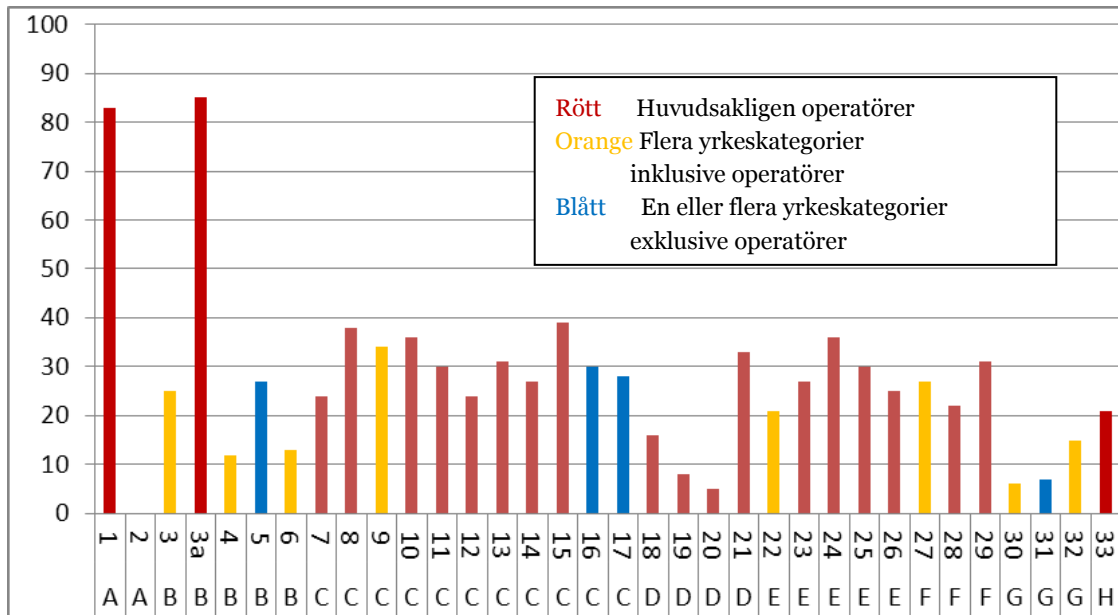
Åtgärderna har utvärderats genom att mäta förekomst av partiklar. Mätningar har när så varit möjligt gjorts före och efter åtgärd. Målet var att använda skärvätskedimma som indikator på exponering. Det bör dock noteras att mätmetoden ger utslag även för andra partiklar som förekommer tillsammans med skärvätskedimma, exempelvis mikroorganismer, främst svampar och men även bakterier. I de flesta fallen har det enbart varit möjligt att mäta halterna efter åtgärd eftersom företagen påbörjat åtgärdsarbetet tidigare oberoende av vårt projekt. När vi enbart gjort eftermätningar, har vi relaterat halterna till hur höga halterna normalt bör vara om åtgärden eller åtgärderna har avsedd funktion.

De åtgärder som utvärderats är bland annat inkapsling av maskiner för att undvika exponering för processluften men även lokal- och allmänventilations funktion har utvärderats. Även arbetsmoment där personal kan exponeras t ex vid arbete innanför inkapslingen, manuell tryckluftsanvändning, underhåll och rengöring studerades. Uppgifter om rutinerna för underhåll och byten av skärvätska insamlades. Idag finns även metoder som skall minska behovet av tillsats av baktericider och fungicider. Dessa åtgärder diskuteras i rapporten.

8 Resultat och diskussion

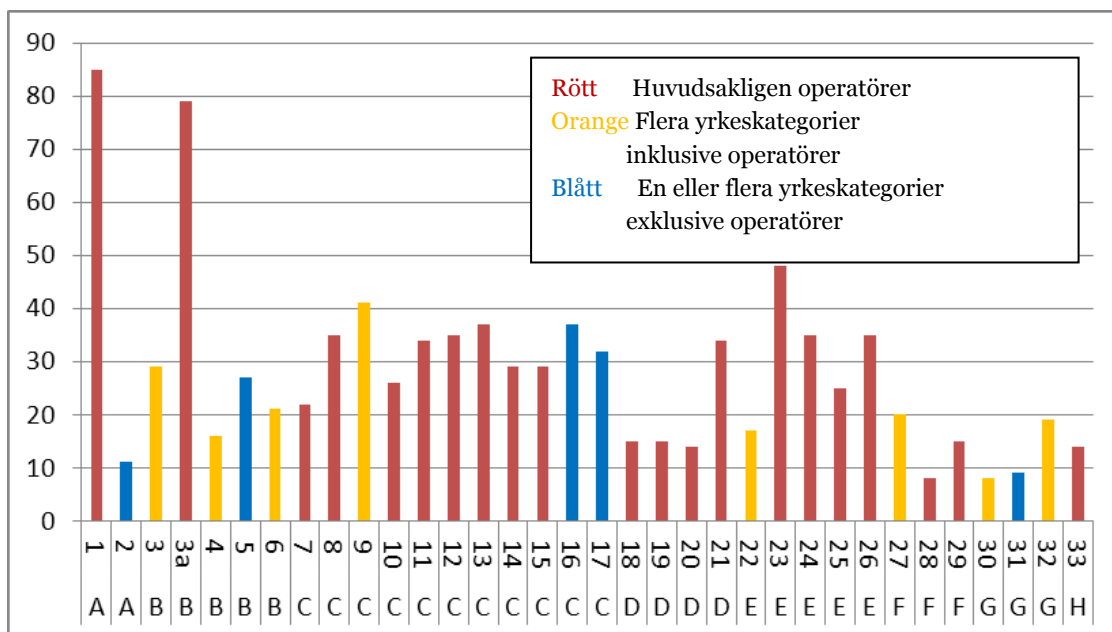
8.1 Förekomst av besvär vid arbete med skärvätskor

Anställda på de besökta företagen har besvarat en enkät, se Bilaga 3. I figur 1 redovisas svaren på frågor om förekomst av luftvägsbesvär och i figur 2 hudbesvär. För varje företag har svaret delats upp på mindre grupper med mer enhetliga arbetsuppgifter eller grupper som arbetar i olika lokaler, arbetsområden eller olika produktionslinor.



Figur 1. Förekomst av luftvägsbesvär. Tabellen är en summering av svar på flera frågor om luftvägsbesvär och omfattning av besvären där 100 erhålls om alla har kraftiga besvär och 0 (se grupp 2, som inte uppgav några besvär) om inga har besvär. Om alla skulle ha mindre besvär erhålls 50. Bokstäverna anger företag och de lodräta siffrorna grupp. Grupp 3a är operatörer som tillsammans med annan personal ingår i grupp 3. Svarsfrekvens och gruppstorlek framgår av sammanställningen av enkätsvar i bilaga 3.

Av figuren framgår att upplevelsen av luftvägsbesvär varierar kraftigt mellan olika grupper från inga eller endast marginella besvär till upplevelse av kraftiga besvär. Skillnaderna är stora inte bara mellan företag utan även inom företag, se t.ex. företag B.



Figur 2. Förekomst av hudbesvär. Tabellen är en summering av svar på flera frågor om hudbesvär och omfattning av besvaren där 100 erhålls om alla har kraftiga besvär och 0 om inga har besvär. Om alla skulle ha mindre besvär erhålls 50. Grupp 3a är operatörer som tillsammans med annan personal ingår i grupp 3. Svarsfrekvens och gruppstorlek framgår av sammanställningen av enkätsvar i bilaga 3.

Som framgår av figur 2 varierar upplevelsen även av hudbesvär mellan företagen men även inom företagen. I diskussionen nedan om orsaker till spridning av skärvätskedimma och besvär samt diskussion om tänkbara åtgärder hänvisas det till enkätresultaten enligt figur 1 och 2 och Bilaga 3.

8.2 Uppmätta dammhalter vid operatörernas arbetsplatser

I detta avsnitt har uppmätta dammhalter vid operatörernas arbetsplatser sammanställts. Mätningarna har dels gjorts inom detta projekt., dels gjorts tidigare på uppdrag av de besökta företagen.

Flera, men långt ifrån alla mätningar som gjorts inom detta projekt har utförts på grund av att anställda rapporterat besvär som misstänks bero på exponering för skärvätska inklusive skärvätskedimma. I tabell 1 redovisas uppmätta halter vid operatörernas arbetsplatser uppdelat på mätningar med:

- Inkapslings lucka/dörr stängd och ingen tryckluft eller renspolning.
- Inkapslingen öppnad och med eller utan renblåsning med tryckluft eller renspolning.
- Arbetsplatser med maskiner i närheten som inte var inkapslade.

Tabell 1. Uppmätta halter av partiklar på främst operatörers arbetsplatser. Redovisade värden är baserade på medelvärden från respektive mätplats som redovisas i bilaga 2. Först anges medelvärdet, därefter medianvärdet. Redovisade min- och maxvärden inom parentes avser lägsta och högsta medelvärde. Under rubriken antal mätplatser ses först antal medelvärden baserat på mätningar med GRIMM (Inhalerbart, bronkialt och respirabelt damm och därefter antal medelvärden mätt med pDR (totaldamm)).

Mätningen avser	Antal mätplatser	Inhalerbart $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bronkialt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Respirabelt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Totalt $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Operatörer, inkapslad process, ej öppet, ej tryckluft, ej rensolning	46/20	200; 140 (41-1200)	150, 96 (35-1000)	89, 60 (22-560)	120, 95 (30-460)
Operatörer, inkapslad process, öppet och/eller tryckluft och/eller spolning	16/11	2400; 680 (81-27000)	990, 240 (44-11000)	140, 82 (25-800)	560, 130 (25-1600)
Operatörer, maskiner på eller i närheten som inte är inkapslade	6/3	600, 420 (140-1200)	520, 380 (120-1100)	300, 230 (50-690)	220, 120 (79-460)

Endast enstaka och kortvariga höga halter uppmättes när maskinernas inkaspling var stängd och ingen renblåsning eller rensolning förekom. Så fort rengöring förekom eller maskinerna inte var inkapslade förekom betydligt högre värden. Förutom exponering för skärvätskedimma via luft förekom även exponering via hud på grund av stänk eller direktkontakt med fuktiga ytor.

På en operatörs arbetsplats förekom minimal smörjning, se vidare i avsnitt 8.4.10.

8.2.1.1 Tidigare mätningar

Vid de besökta företagen har konsulter, företagshälsovården och/eller arbetsmedicinska kliniker utfört mätningar tidigare, se tabell 2. De värden som uppmätts inom projektet kan jämföras med dessa mätningar som normalt är gjorda personburet under längre mätperioder och med uppsamlade teknik (filterprovtagning), det vill säga den metod som rekommenderas för jämförelse med gränsvärden. Ytterligare mätningar redovisas i Bilaga 5.

Skillnaden i mätmetod beror på målsättningen med mätningarna. De mätningar som gjorts inom vårt projekt har som mål att kartlägga orsaken till spridning av skärvätskedimma och diskutera åtgärder. De tidigare mätningarna har haft som mål att jämföra exponering med gällande gränsvärden. Som synes låg samtliga uppmätta värden vid de tidigare mätningarna under nivågränsvärdet på $1 \text{ mg}/\text{m}^3$. Trots detta har det i samtliga företag förekommit besvär som misstänks bero på exponering för skärvätskedimma och samtliga företag har av det skälet investerat i åtgärder för att minska exponeringen för skärvätskedimma.

Tabell 2. Mätdata, från tidigare mätningar som erhöles i samband med besöket. Vissa mätresultat från 2011 erhöles efter besöket. Beteckningen för IVL:s mätning på arbetsplatsen eller plats i närheten anges i tabellen. IVL:s mätningar ses i bilaga 4.

År när mätningen utfördes. Arbetsmoment/ Arbetsplats. (Löpnumret återfinns i bilaga 4)	Mätmetod	Antal mät- platser	Totalt, oljedimma $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bronkialt, PM_{10} $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2009. Operatör. Cirka 370 minuters provtagning. För jämförelse se 23.	Personburen, uppsamlade	1	280. Totaldamm 290	-
2009. Operatör. Cirka 370 minuters provtagning. För jämförelse se 23.	Personburen, uppsamlade	1	300. Totaldamm 320	-
2011. Operatör. För jämförelse se 23.	Personburen, uppsamlade	1	260. Totaldamm 310	-
2010. Operatör. Cirka 380 minuters provtagning. För jämförelse se 24.	Personburen, uppsamlade	1	<60. Totaldamm <120	-
2010. Operatör. Cirka 380 minuters provtagning. För jämförelse se 24.	Personburen, uppsamlade	1	<70. Totaldamm <130	-
2010. Operatör. Cirka 380 minuters provtagning. För jämförelse se 25.	Personburen, uppsamlade	1	<160. Totaldamm <160	-
2010. Operatör. Cirka 380 minuters provtagning. För jämförelse se 25.	Personburen, uppsamlade	1	<170. Totaldamm <170	-
2011. Operatör. För jämförelse se 25.	Personburen, uppsamlade	1	<100. Totaldamm <100	-
2011. Operatör. Cirka 340 minuters provtagning. För jämförelse se 26.	Personburen, uppsamlade	1	<70. Totaldamm <150	-
2011. Operatör. Cirka 340 minuters provtagning. För jämförelse se 26.	Personburen, uppsamlade	1	<70. Totaldamm <150	-
2011. Operatör. Cirka 340 minuters provtagning. För jämförelse se 26.	Personburen, uppsamlade	1	240. Totaldamm 310	-
2008. Operatör. För jämförelse se 28	Personburen, uppsamlade	1	<56 (skärvätska?)	-
2008. Operatör. För jämförelse se 28	Personburen, uppsamlade	1	-	<570 (inhalerbart)

Tabell 2, fortsättning. Mätdata, från tidigare mätningar som erhöles i samband med besöket.

2008. Arbetsplats. För jämförelse se 28	Stationär provtagning	1	<110 Totaldamm	-
2008. Operatör. Ej med i enkäter och mätningar tidigare. Grupp 37	Personburen, uppsamlade	1	<60 (skärvätska?)	-
2008. Arbetsplats. Ej med i enkäter och mätningar tidigare. Grupp 37	Stationär provtagning	1	<56 (skärvätska?)	-
2008. Arbetsplats. Ej med i enkäter och mätningar tidigare. Grupp 37	Stationär provtagning	1	<57 (skärvätska?)	-
2008. I ventilationskanal. Ej med i enkäter och mätningar tidigare. Grupp 37	Stationär provtagning	1	<69 (skärvätska?)	
2008. Operatör. Ej med i enkäter och mätningar tidigare. Grupp 37	Personburen, uppsamlade	1	-	<560 (inhalerbart)
2008. Arbetsplats. Ej med i enkäter och mätningar tidigare. Grupp 37	Stationär provtagning	1	-	<580 (inhalerbart)
2008. I ventilationskanal. Ej med i enkäter och mätningar tidigare. Grupp 37	Stationär provtagning	1	-	<690 (inhalerbart)
2008. I materiallager. Ej med i enkäter och mätningar tidigare. Grupp 38	Personburen, uppsamlade	1	-	<560 (inhalerbart)

Slutsats: Flera men inte alla mätningar som företagen låtit göra har utförts på grund av att anställda påtalat besvär av skärvätskan. Mätningarna utfördes normalt över längre tid med uppsamlade utrustning. Samtliga uppmätta halter var alltid klart under nivågränsvärdet för respektive ämne. I några fall var halterna högre, men alltid med god marginal under gränsvärdet.

De halter som uppmättes under korta tider och med direktvisande instrument i detta projekt varierar kraftigare. Ibland speglar halterna kortvariga moment där det förekommer höga halter.

8.2.1.2 Uppmätta halter av nanopartiklar

Mätningarna visar att halten nanopartiklar normalt sett inte är högre på operatörernas arbetsplatser än i tilluft och omgivningsluft. På enstaka platser längs produktionslinjer kan dock högre värden förekomma. Vid mätning på arbetsplatser där bearbetande maskiner inte var inkapslade var det dock vanligt med högre halter av nanopartiklar. Högre värden uppmättes även vid bearbetning i en maskin utan skärvätska och vid ett tillfälle då det uppstått ett fel i återföringen av skärvätska. I lokaler där heta arbeten förekom på andra närbelägna arbetsplatser kunde högre halter nanopartiklar registreras, vilket sannolikt berodde på förekomsten av andra näraliggande föroreningskällor. I tabell 3 finns en sammanställning över uppmätta halter av nanopartiklar på operatörernas arbetsplatser samt vid minimal smörjning och i tankrum. I tabellen inkluderas några referensvärden (uppmätta halter i tilluften respektive utomhus) som jämförelse.

Tabell 3. Uppmätta halter av nanopartiklar (antal/cm³) på operatörers arbetsplatser, vid minimal smörjning och i tankrum. Redovisade värden är medelvärden från respektive mätplats. Först redovisas medelvärdet, därefter medianvärdet. Redovisade min- och maxvärden inom parentes avser lägsta och högsta medelvärde från respektive mätplats. För tre arbetsplatser finns endast ett noterat värde och för en arbetsplats har endast högsta och lägsta värde noterats. Det högsta värde som nanoinstrumentet kan registrera är 500 000 partiklar/cm³ luft. Om instrumentet visar 500 000 partiklar/cm³ är den sanna halten 500 000 eller ännu högre.

Mätningen avser	Antal mätplatser	Antal nanopartiklar/cm ³
Operatörers arbetsplats där processen var inkapslad och det inte fanns någon känd nanopartikelkälla i närheten.	25	12 000, 1 000 (4 100-29 000)
Operatörers arbetsplats där inte alla bearbetande maskiner var inkapslade	5	110 000, 81 000 (57 000-230 000)
Operatörsarbetsplats med svetsning i närheten	1	52 000
Operatörs arbetsplats nära torr bearbetning	1	20 000
Operatörs arbetsplats nära minimal smörjning	1	150 000-500 000
Minimal smörjning. Bearbetning pågår, mätning vid operatörens arbetsplats	1	150 000-500 000
Minimal smörjning. Maskin i drift, nu mätning 5-10 m från arbetsplatsen, snett nedanför.	1	150 000
Tankrum	1	2 500-44 000
Tilluft	1	12 000
Utomhus*	2	4 300, 4 300 (3 100-5 500)

Anmärkning*Normala halter utomhus med det aktuella instrumentet brukar vara 2 000-15 000 partiklar/cm³.

Högsta värde som mätinstrumentet för nanopartiklar kan visa är 500 000 partiklar/cm³. Eftersom instrumentet visade högsta värdet vid en mätning vid minimal smörjning var halten sannolikt ännu högre.

Resultaten från arbetsplatserna med sämre inkapsling av maskinerna tyder på att användning av skärvätska kan sprida nanopartiklar. Om det är den maskinella utrustningen eller skärprocessen framgår inte av mätningarna. Höga halter förekom dock vid minimal smörjning och förhöjda halter förekom när svetsning förekom i närheten. Torr bearbetning gav en liten ökning av halten nanopartiklar utanför inkapslingen.

8.3 Samband mellan uppmätta halter och besvär

Vid de flesta företag som besöktes, har personal fått besvär vid halter som med god marginal är lägre än gränsvärdet. Det finns till och med arbetsplatser där personal fått besvär vid mycket låga halter (i jämförelse med gränsvärdet). På någon eller några få arbetsplatser kan exponeringen ha varit betydligt högre, kanske till och med i nivå med aktuella nivågränsvärden.

Medelvärden av uppmätta partikelhalter (inhalerbart) för grupperna där summan av besvär var högre än genomsnittet var $310 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Motsvarande värde för grupperna med besvär under medelvärdet var $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Korrelationen mellan besvär och uppmätta partikelhalter är dock dålig. Som exempel har företaget där personalen har minst besvär partikelmedelhalten (inhalerbart) $480 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vilket är högst medelhalt av samtliga besökta företag. Det går alltså inte att använda uppmätta partikelhalter på en arbetsplats för att förutsäga förekomsten av besvär. Detsamma gäller resultatet från de utförda mätningarna av mögel och bakterier. En granskning av litteraturen visar på liknande resultat. Det förekommer även miljöer där man använder skärvätskor och där man kan påvisa samband mellan förekomst av till exempel mögel och besvär. I andra miljöer finns samband mellan bakterier eller endotoxiner och besvär.

Vår tolkning är att skärvätskorna kan orsaka besvär men att besvären kan induceras av olika agens, exempelvis

- ämnen i skärvätskorna
- bakterier och mycobakterier
- mögel
- bakteriegifter
- mögelgifter

Vilket ämne som inducerar besvären varierar och det är därför svårt att påvisa enkla statistiska samband mellan exponering och besvär. Luftvägarna kan exponeras endast om dessa ämnen förekommer som luftföroreningar, till exempel ingår i en aerosol av skärvätska (skärvätskedimma). Få ämnen kan förekomma i gasfas. Viktigast är formaldehyd som används som baktericid och som successivt bildas ur olika organiska tillsattningsämnen i skärvätskor. I företagens egna mätningar av formaldehyd har halten alltid varit betydligt lägre än Arbetsmiljöverkets nivågränsvärde ($0,3 \text{ ppm}$ och $370 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Huvudsakliga källan för exponering av luftvägarna är skärvätskedimman med föroreningar i form av kemiska ämnen eller mikroorganismer. Oavsett vilken agens som orsakar besvären, så kan besvären minska om exponeringen för skärvätskedimma minskar. Med denna förklaringsmodell kan förekomsten av höga halter av skärvätskedimma som inte ger upphov till besvär förstås som att just denna skärvätska inte innehöll de agens som ger upphov till besvären.

En aerosol av mikroskopiska droppar av skärvätska har en stor kontaktyta mot luften. Det medför att vattnet sannolikt avdunstar mycket fort och på mindre än en sekund efter aerosolbildningen är de mikroskopiska skärvätskedropparnas sammansättning nära koncentratets sammansättning. Skärvätskans sammansättning och ingående ämnens egenskaper i kombination med den högre koncentrationen som uppkommer i hos skärvätskeaerosolen på grund av att vattnet gradvis avdunstar är kanske en förklaring eller bidragande orsak till att så många får besvär trots låga halter i arbetsplatsluften.

8.4 Orsaker till spridning av skärvätskedimma och besvär samt tänkbara åtgärder

I detta projekt har fokus lagts på tekniska faktorer som lokalernas utformning, ventilation, maskinernas inkapsling och arbetsrutiner. De flesta besökta företag har haft inkapslingar och processventilation vid

maskiner där skärvätskedimma användes. Trots det har det förekommit besvär och ibland besvär i stor omfattning. Som visas nedan, beror det med stor sannolikhet på att befintliga inkapslingar och processventilation inte varit tillräckligt bra, vilket lett till att skärvätskedimma trots dessa åtgärder sprids till arbetsmiljön.

De uppmätta halterna av skärvätskedimma har varierat kraftigt. Det beror bland annat på att mätningar har gjorts vid olika arbetsmoment och den valda mätstrategin gör det möjligt att snabbt och relativt enkelt identifiera de arbetsmoment som kan sprida mycket skärvätskedimma (höga halter) och arbetsmoment som inte sprider lika mycket (låga halter). Förenklat kan man säga att dessa korta mätningar ger en bra bild av vilka arbetsmoment som har betydelse för exponeringen och därmed en bild av vilka arbetsmoment som bör åtgärdas. Nedan och i Bilaga 4 redovisas resultatet från sådana kortvariga mätningar vid olika arbetsmoment.

Mätningar med personburen utrustning under en hel arbetsdag ger en betydligt bättre bild av individens exponering och det är enbart sådana mätningar som kan jämföras med nivågränsvärdet. Problemet med mätningar under längre tid med uppsamlade utrustning är dels att ingen information erhålls om olika arbetsmoments bidrag till exponeringen och dels att nivågränsvärdet är otillräckligt som indikator på besvärsofri exponering.

8.4.1 Lokalernas utformning

Under besöken besiktigades lokalerna okulärt med avseende på främst fuktskador. Besiktningen var mycket ytlig vid jämförelse med den besiktning som utförs i samband med utredningar av sjuka hus. Anledningen till besiktningen var att de besvär med hälsan som orsakas av exponering för skärvätska till viss del överensstämmer med de besvär orsakade av så kallade sjuka hus.

På ett företag hade man haft fuktskador på samma avdelning där flera anställda upplevt besvär av skärvätskan. Företaget hade inte kopplat personalens besvär till fuktskadorna. Även anställda som inte arbetat i den fuktskadade byggnadsdelen hade påtalat besvär. Vid besöket var fuktskadorna åtgärdade och åtgärder hade också vidtagits för att minska personalens exponering för skärvätskedimma.

Vid övriga besök syntes inga skador och på fråga så kände man inte till några fuktproblem. Vid besök i större industrihallar gjordes ingen besiktning av lokalen utan endast den del av lokalen som var närmast de besökta arbetsplatserna.

Slutsats: Fuktskador kan ge likartade problem som skärvätskedimma. Det är därför klokt att kontrollera att det inte förekommer fuktskador och att åtgärda eventuella fuktskador.

8.4.2 Allmänventilation

Tillräckliga uppgifter för att beräkna nominella luftväxlingen erhöles från fyra av de åtta besökta företagen. Luftväxlingen var som lägst en gång per timme och som mest två gånger per timme. Ett företag uppgav att sommartid ökar luftväxlingen från två till tre.

Två företag hade enbart deplacerande ventilation och hos övriga var det enbart eller i huvudsak omblandande ventilation. Vid två av företagen fanns en mix av ventilationslösningar. Intrycket var att när verksamheten vuxit hade ventilation kompletterats. I två lokaler hade allmänventilationen kompletterats med ett extra kraftigt inblås för att förbättra miljön lokalt på en respektive några arbetsplatser.

På tre av företagen hade ventilationen nyligen förbättrats eller så pågick förbättringsarbete. Två av dessa företag hade grupper av anställda där andelen med besvär var bland de högsta i denna studie. På ett av företagen var en vanlig uppfattning att tidigare ventilation bidragit till att så många fick besvär. Recirkulering av luft från processventilationen ansågs ha bidragit till förekomsten av besvär.

Slutsats: Allmänventilationen bör ses över, så att luftomsättningen är tillräcklig. Vad som är ”tillräckligt” är svårt att definiera. Rent allmänt är låga bakgrundshalter (i praktiken partikelhalter under 100 - 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en bra indikator på om ventilationen är tillräcklig. Om inkapsling och processutsug är effektiva kan en luftomsättning (effektivt luftutbyte) vara tillräcklig, men även lokalernas utformning och maskinbelastning har betydelse. Om det är trångt mellan maskinerna och takhöjden låg behövs ett högre luftutbyte.

8.4.3 Tilluftens kvalitet

På några företag kontrollerades tilluftens kvalitet med avseende på partiklar, bild 1. Vid ett besök vintertid på ett företag var halten i tilluften kraftigt förhöjd på flera avdelningar. Personalen klagade och upplevde också att de hade besvär av dålig luftkvalitet. Vid återbesök sex månader senare var halten i tilluften normalt låg. En roterande värmeväxlare var alldeles kletig av olja vid besöket vintertid men okulärt fri från olja vid återbesöket. Förmodligen har frånluften delvis recirkulerats vid låga utetemperaturer. Det är en lösning som tidigare förekom i kontor för att spara energi för uppvärmning av tilluften, speciellt under kalla dagar. I denna typ av anläggningar finns ibland ett temperaturstyrt spjäll som vid låga temperaturer minskar uteluften och ökar returluften för att hålla uppe temperaturen inomhus. Sommartid brukar samma spjäll utlösa för att minska tillförseln av varm uteluft och då för att hålla nere temperaturen. Liknande återföring av frånluft har också förekommit av samma skäl i stora industrilokaler vintertid för att kunna hålla rimlig temperatur.

Idag är återluft inte tillåten enligt AFS 2009:2 Arbetsplatsens utformning) om den recirkulerade luften kan innehålla föroreningar.



Bild 1. Kontroll av partiklar i tilluften från ett deplacerande don. Mätning med samtliga tre partikelinstrument som användes i projektet.

Tilluften innehöll cirka 360 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ inhalerbara partiklar. Normalt innehåller tilluft som passerat finfilter cirka 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Vid kontroll cirka sex månader senare var halten cirka 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ uppmätt som totaldamm.

Slutsats: Man bör kontrollera om det förekommer återluft. Mätning av partikelhalten i tilluften kan visa om det förekommer (avsiktlig eller oavsiktlig) recirkulering av frånluft. Partikelhalten i tilluften bör vara lägre än halten utomhus. Används finfilter bör inte halten i tilluften överstiga cirka 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

8.4.4 Processventilation

8.4.4.1 Om dimensionering av luftflöden i processventilation

Väl utformad processventilation vid inkapslade maskiner innebär att processluften inte läcker ut i lokalluften. Processventilationen skall dimensioneras för att alltid hålla ett mindre undertryck i inkapslingen och kunna forceras om luckan till inkapslingen måste öppnas. Vid öppning av lucka eller dörr skall flödet vara dimensionerat så att processluften innanför inkapslingen snabbt förs bort och ersätts av lokalluft. Målet är att även om personal tillfälligt måste arbeta innanför inkapslingen ska de inte exponeras för skärvätskedimma.

Mätningar visar att operatörerna kan exponeras för höga halter vid arbete innanför inkapslingen. Det beror bland annat på att processutsuget ofta har för liten kapacitet. På fråga hur man dimensionerar processutsugen var ett vanligt svar att flödet var "det maximala möjliga". Högre flöde kunde man inte ha för då fångade processluften in alltför mycket skärvätska, bild 2, det vill säga det var inte behovet att förhindra att skärvätska läckte ut från processen till lokalluften som var styrande. På flera arbetsplatser kunde man se hur stora mängder skärvätska rann ut genom frånluftsdonet i inkapslingen när processutsuget stängdes av. Hur stor volym som rann ut kontrollerades inte, men det rörde sig om litervis med skärvätska.



Bild 2. Ansamling av skärvätska i en svacka på flexibla anslutningen av maskin till frånluftskanalen.

Slutsats: Syftet med processventilation är att fånga in och föra bort processluft med skärvätskedimma. Detta syfte behöver styra dimensionering av flödet. För att kunna dimensionera processflöde behövs åtgärder som förhindrar att skärvätska följer med frånluften och ansamlas i ventilationskanalerna. Processventilationen behöver därför kompletteras med åtgärder som avskiljer skärvätskedimma innan processluften transporteras genom ventilationskanalerna.

8.4.4.2 Avskiljning av skärvätska från processluften

Ansamlingen av skärvätska i ventilationskanalerna är ett problem som behöver åtgärdas. Det finns många problem förknippade med ansamling av skärvätska. Ett är att skärvätskan kan bli liggande i kanalerna under lång tid och då ökar risken för tillväxt av mikroorganismer. När mängden skärvätska blir tillräcklig, är risken stor att den rinner tillbaka till maskinen och kan då infektera och kontaminera skärvätska som används i maskinen. Vi har också noterat att det kan droppa skärvätska från skarvar i ventilationskanaler. Ansamling av skärvätska i kanalerna kan naturligtvis också påverka ventilationens funktion.

Ansamlingen av skärvätska kan inte åtgärdas genom att minska ner på flödena, eftersom processventilationen då blir mindre effektiv och då inte längre fyller sitt syfte. Istället krävs åtgärder som på något sätt avskiljer skärvätskedimman innan luften transporteras bort från maskinen och vidare in i ventilationskanalerna. Direkt efter maskin kan man ha en avskiljare som avskiljer i stort sett all skärvätska. Bild 3 visar ventilationskanaler med avskiljning och dränering som transproterar bort den avskilda skärvätskedimman.



Bild 3. Exempel på avskiljning och dränering av skärvätska ur frånluften.

I projektet kontrollerades återluften från två avskiljare, se tabell 4, båda av fabrikatet Absolent (bild 4). Ett av Absolent-filtren var mycket effektivt och inga partiklar kunde uppmätas efter filtret. Det andra Absolent-filtret hade mindre effektiv avskiljning. Halten i utblåset var högre än bakgrundshalterna i lokalen. Orsakerna till detta kontrollerades inte, men kan bero på brist på underhåll, felmontering eller felfunktion. Eftersom det finns en risk att föroreningarna till viss del återförs rekommenderas att processluften efter rening släpps ut utomhus (bild 5). Med bra luftrening kan energi återvinnas utan att värmeväxlaren snabbt tappar verkningsgrad på grund av kontamination från skärvätskan.

Tabell 4. Partikelhalten i frånluften från några luftrenare av fabrikatet Absolent. Samtliga mätningar utförda på luftrenare under normal drift i de besökta fabrikena

Placering	Inhalerbart $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bronkialt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Respirabelt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Nanopartiklar antal/ cm^3
Absolent-filter 1, väl fungerande	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	<1 (0-2)
Absolent-filter 2, som inte fungerade lika bra.	200 (200-200)	170 (170-170)	80 (80-80)	Ingen mätning



Bild 4. Absolentfilter med utblåset upptill och intaget nere till vänster. Ingen mätning utfördes på filtren som bilden visar.



Bild 5. Rader med avskiljare (grå på bilden) med utblåsen anslutna till en frånluftskanal.

Slutsats: För att undvika att skärvätska ansamlas i ventilationskanalerna, behöver skärvätskedimman avskiljas från frånluften, innan den når ventilationssystemet. Det kan göras med en enklare luftrenare till exempel droppavskiljare, cyklon, grovfilter mm för att återvinna skärvätska. Den reade luften bör sedan ventileras ut och eventuellt renas i ytterligare steg med bra avskiljningsgrad för att minska utsläppen av skärvätskedimma. Ytterligare rening (exempelvis med HEPA-filter) förbättrar möjligheterna att återvinna värmeenergi. För att säkerställa att luftrenare fungerar väl över tid, behöver underhållsrutiner följas och filter bytas regelbundet.

8.4.4.3 Kan reнад processluft återföras till lokalen?

Arbetsmiljöverkets föreskrifter om Arbetsplatsens utformning, AFS 2009:2 reglerar återföring av reнад processluft. Processluft t.ex. med skärvätskedimma får återföras till lokalen, men bara om:

- Den reνας så att den är så fri från föroreningar som är praktiskt möjligt. Halten luftföroreningar ska vara betydligt lägre än gällande hygieniska gränsvärden.
- Eventuellt haveri i luftreningen måste kunna upptäckas snabbt, t ex med hjälp av mätinstrument.
- Vid haveri ska processen stoppas eller den förorenade luften ledas ut eller till annan luftrenare.

22 § Frånluft som återförs till arbetslokaler eller personalutrymmen som återluft eller cirkulationsluft ska renas så att den tillförda luften normalt uppfyller kraven på tilluftskvalitet enligt 19 §.

Om frånluft från processventilation används som återluft eller cirkulationsluft ska eventuellt genomsläpp av luftföroreningar som beror på bristande funktion i någon reningsanordning snabbt kunna konstateras, om det behövs med hjälp av instrument. Frånluften ska då föras till en annan reningsanordning eller direkt till det fria eller så ska processen eller hanteringen stoppas.

19 § Tilluft till lokaler som innehåller arbetsplatser eller personalutrymmen ska vara så fri från luftföroreningar som är praktiskt möjligt. Tilluftens halt av luftföroreningar ska vara väsentligt lägre än de hygieniska gränsvärdena där sådana finns.

21 § Ventilationssystem med återluft får installeras endast om en särskild utredning har visat att de är lämpliga. Återluftsföring ska normalt kunna stängas av helt.

24 § Föroreningar från process, hantering eller dylikt får inte via återluft eller överluft föras till lokaler där sådan förorening normalt inte alstras.

Frånluft som innehåller

- ämnen som är upptagna i grupp A eller B i bilaga 1 till Arbetsmiljöverkets föreskrifter om kemiska arbetsmiljörisker,
- biologiska agens i riskklass 3 eller 4 enligt Arbetsmiljöverkets föreskrifter om mikrobiologiska arbetsmiljörisker – smitta, toxinpåverkan, överkänslighet eller
- svetsrök från fast installerat utsug får inte återföras via återluft eller cirkulationsluft.

Om avskiljningen är effektiv så kan teoretiskt sett processluften återföras till lokalluften, men då måste haverier kunna upptäckas snabbt, utrustningen ha tillräcklig avskiljning och underhållet fungera perfekt. Dessutom får det inte finnas gasformiga luftföroreningar som kan passera genom luftrenaren. Gasformiga föroreningar kan tas upp med aktivt kol eller annat lämpligt media.

Vid arbetsplatsbesöken har det berättats att det har inträffat utbrott av luftvägsbesvär där flera anställda fått luftvägsbesvär. Utbrottet inträffade på ett företag där man haft luftrenare med otillräcklig avskiljning, som släppte ut processluften i lokalerna. Till och med i angränsande lokaler var luften så irriterande att personal fick besvär. Personalens besvär uppgavs bero på utsläppet av processluft, trots att halterna av oljedimma och andra luftburna ämnen som misstänktes kunna orsaka besvären med marginal understeg gränsvärdet.

Slutsats: Vi rekommenderar att processluft ventileras ut och inte släpps ut i arbetslokalen. Med energiåtervinning (värmeväxling) kan denna lösning också bli ekonomiskt intressant. Att släppa ut processluften i lokalerna ställer stora krav på underhåll, filterbyte och mätning för att kontrollera att reningen fungerar.

8.4.4.4 Kanaler för processluften

Vid arbetsplatsbesöken har konstaterats att det förekommit skärvätska i ventilationskanalerna. Ibland har det varit åtskilliga liter skärvätska som runnit ut ur punktutsug när ventilationen stängts av. Läckage har även noterats vid skarvar som inte var täta, se bild 6.

Med montering av enklare luftrening (droppavskiljning, cyklon, grovfilter etc) nära maskin minskas mängden skärvätska i kanalerna, och det uppkommer inga problem med ansamling av skärvätska i kanalerna. Vid sämre avskiljning finns risk för skärvätska i kanalerna, se bild 2. Sådan ansamling kan

undvikas om ventilationskanaler monteras med en liten lutning så att skärvätskan kan tappas av på lämpligt ställe.

Slutsats: För att undvika att det ansamlas skärvätska i kanalerna, rekommenderas att luftrenare monteras för att samla upp skärvätskedimma innan den kommer in i ventilationssystemet. Som en kompletterande åtgärd kan kanalerna monteras så att de lutar för att skärvätskan ska rinna till och tappas av på lämpligt ställe. Detta alternativ innebär en risk för infektion om skärvätska från kanalerna återförs till skärvätskebehållaren.



Bild 6. En droppe hänger under en otät skarv på kanalen.

8.4.4.5 Sughuvar

På alla platser för skärande bearbetning fanns med något enstaka undantag åtgärder för att fånga in och ventileras bort skärvätske aerosolen för att minska spridningen till lokalluften. På några arbetsplatser fanns sughuvar ovanför bearbetningsstället. I regel var sughuvarna relativt gamla, se bild 7 och 8 och kombinerades med gummiduk, som mer eller mindre väl kapslade in maskinen.

Ibland var avståndet mellan sughuv och källa i storleksordningen en meter. Om sughuven har en yta på flera kvadratmeter krävs stora luftflöden för att aerosolen ska fångas in effektivt. Sughuvar är känsliga för drag till exempel från närbelägna portar eller lufrörelser som alstras av person- och truckförflyttningar. Sannolikt fungerade sughuvar något bättre förr när skärolja istället för skärvätska användes eftersom den högre bearbetningstemperaturen då bidrog till termik (uppåtstigande varm luft) som bidrog till att sughuven kunde fånga in föroreningarna effektivare. Med dagens effektiva kylning blir det inte samma termik. I tabell 5 ses en sammanställning över mätningar gjorda på platser där sughuvar fortfarande används.

Tabell 5. Partikelhalter uppmätta vid två arbetsplatser med sughuv. I arbetslokalerna med sughuvar fanns också annan inkapslad bearbetning där skärvätska användes i andra delar av produktionslinjerna. Det fanns även andra föroreningskällor som sannolikt bidragit till de uppmätta värdena.

Mätpunkt	Inhalerbart $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bronkialt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Respirabelt $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Arbetsplatsens fanns längs produktionslinjen med sughuven som ses på bild 7.	590 (400-950)	520 (380-750)	340 (250-460)
Arbetsplatsens fanns längs produktionslinjen med sughuven som ses på bild 8.	1200 (690-1700)	1000 (590-1500)	560 (300-770)

Arbetsgrupperna där huvarna fanns tillhör inte arbetsplatserna med högst andel besvär. 38 och 35 var värdena för luft- respektive hudbesvär i arbetsgruppen som arbetade vid huven på bild 7. Motsvarande siffra för huven på bild 8 är 15 - 19.

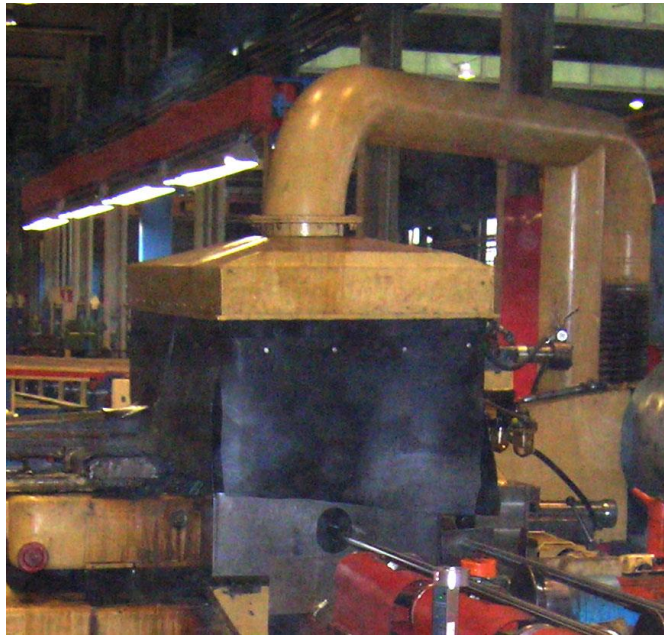


Bild 7 och 8. Sughuvar. För att öka utsugens effektivitet har man försett huvarna med avskärmande gummiduk och anpassat gummiduken till maskinens form. Med gummiduken förbättras sughuvens effektivitet. Även störning på grund av drag minimeras.

Trots de höga halterna hade operatörer i lokalen med huven på bild 8 lite besvär av skärvätskan jämfört med andra grupper i projektet. En tänkbar förklaring är att i denna industri flyter produktionen på bra och det krävs därför förhållandevis få ingrepp, varför exponeringstiden för skärvätskedimma var kort.

Slutsats: Sughuvar fångar inte in skärvätskedimma särskilt effektivt.

8.4.5 Inkapsling

Moderna maskiner är ofta inkapslade och styrs automatiskt, vilket kan ge intrycket av att skärvätskedimma inte kan spridas till lokalen och att operatörer inte behöver arbeta i maskinen, där halten skärvätskedimma är som högst. Denna bild stämmer dock inte med verkligheten i många företag. Det är fortfarande vanligt med inkapslingar av maskiner där det är öppet nertill och ofta även upptill. Det kan finnas onödigt stora öppningar för tryckluft, el, vatten mm. Dessa inkapslingar kan betraktas mer som stänkskydd än som inkapsling som stänger inne skärvätskedimma. Det är i praktiken inte möjligt att hindra processluft från att komma ut i lokalluften om maskinerna inte är bättre inkapslade.

Slutsats: Inkapslingar som inte är täta utan har öppningar exempelvis för tryckluft, el och vatten läcker skärvätskedimma till omgivningen. Om maskinens inkapsling är tät sker den huvudsakliga exponeringen när inkapslingen öppnas.

Öppningar i inkapslingen

För att en inkapsling ska vara effektiv måste den aerosol som bildas innanför inkapslingen föras bort med processutsug och ersättas med ny luft, som strömmar in genom öppningar i inkapslingen. Undertrycket innanför inkapslingen behöver vara tillräckligt för att processluft inte skall läcka ut genom öppningarna. Det är inte ovanligt med inkapslingar med så stora öppningar att det krävs orealistiskt stora frånluftsflöden för att skapa undertryck. En vanlig brist är att inkapslingen börjar cirka en decimeter över golvet. På golvet kan det ligga en plåt för uppsamling av läckoljor och stänk, spån och slipmull som inte fångats upp på rätt ställe. Andra inkapslingar kan ha stora hål för in- och utmatning av gods där hålen är så stora att undertrycket i praktiken är otillräckligt för att föra bort all processluft. Ett exempel, se bild 9 och tabell 6. Detta gäller i regel äldre anläggningar, men det finns moderna maskiner med onödigt stora öppningar för bland annat tryckluft, el, vatten, skärvätska, returledningar och avlopp. Även i nya maskiner finns det ibland stora öppningar.



Bild 9. Öppning för bearbetade detaljer. Inringat på bilden ses GRIMM, det partikelmätande instrumentet.

Tabell 6. Ett exempel på att inkapsling med stor öppning medför att processluft även läcker ut i lokalluften. I tabellen ett exempel från mätning nära en öppning och en närliggande och en lite längre ifrån liggande arbetsplats.

Placering	Inhalerbart $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bronkialt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Respirabelt $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Resultat med provplaceringen som bild 9 visar.	340 (160-700)	270 (110-600)	140 (62-340)
Arbetsplats några meter från utmatningen. Platsen var inte bemannad under hela arbetstiden.	200 (100-250)	150 (88-200)	80 (56-110)
Arbetsplats på större avstånd från maskin, tillhörande samma produktionslinje. Här är halterna ibland nere på nivåer som är mycket svåra att underskrida även utan maskinell bearbetning.	120 (86-180)	95 (81-120)	54 (48-65)

För operatörerna som bland annat arbetar vid maskinen som ses på bild 9 var värdena för luft- och hudbesvär 33 respektive 34.

Slutsats: En tänkbar åtgärd är att öppningar för ut- eller inmatning av material kan begränsas med enkla luckor som öppnas av godset och stängs av undertryck eller fjäderbelastas. Åtgärderna bör inte medföra några större kostnader per maskin. När en stor del av öppningarna sluts kan processventilationen behöva ses över.

Andra orsaker till läckage

Läckage från inkapslingar till lokalluften konstaterades även på arbetsplatser där öppningarna var relativt små eller maskinerna i det närmaste skulle vara täta (bild 10). Eftersom maskinerna skulle vara täta eller relativt täta var processutsugen dimensionerade för små luftflöden. Det finns flera tänkbara orsaker till det oväntade läckaget från denna typ av maskiner.

Med tiden kan skärvätskan luckra upp lister och andra tätningar. Det är inte alltid lätt att se att det är otätt. Därför är det viktigt att det processutsug som ska finnas är utformat för att klara mindre läckage. I tabell 7 ses ett exempel på halter som sannolikt beror på otätheter i inkapslingen.

På en annan arbetsplats steg halterna utanför inkapslingen när automatisk renblåsning gjordes innanför inkapslingen. Vid dimensionering av processutsuget hade man inte beaktat renblåsningen. I tabell 7 presenteras mätvärden från arbetsplatsen. En del maskiner har tryckluftsventiler innanför inkapslingen, vilka ger tryckstötter som kan misstänkas orsaka tillfälliga läckage. Här saknas mätvärden.

Föremål och verktyg som roterar med hög hastighet kan beroende på verktygets eller detaljens form och storlek bilda luftflöden som för ut luft ur inkapslingen trots undertryck. Särskilt om stora detaljer roterar kan också stora volymer spridas utanför inkapslingen. Exempel på värden från ett extremt exempel redovisas i tabell 7.



Bild 10. Mätning av halten utanför inkapslingen på en slipmaskin

Tabell 7. Exempel på läckage från förväntat "väl fungerande" inkapslingar. För respektive mätplats anges hur stor andel av de anställda på arbetsplatsen som anger att de har besvär från luftvägar eller hud, se vidare i Bilaga 1. Observera att besvärsfrekvenserna är en sammanställning från grupper på flera arbetsplatser. Nedan ses mätvärden från en av respektive grupps arbetsplatser.

Placering	Inhalerbart $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bronkialt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Respirabelt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Totalt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Besvärsfrekvens enligt enkät, luftvägar/hud
Utanför inkapsling vid fönster. Läckage som orsakas av uppluckrade tätningar.	520 (270-730)	450 (220-630)	240 (110-340)	-	5/14
Vid arbetsplats. Mätning under mer än en arbetscykel. De redo-visade maxhalterna förekom strax efter renblåsningssteget. I övrigt var halterna mycket låga.	170 (14-14000)	61 (13-350)	28 (10-150)	-	31/15
Mätning utanför inkapsling. Roterande detalj orsakar läckage från inkapslingen. Resultat från en av fyra mätningar utanför inkapslingen.	1600 (120-3000)	1000 (84-1900)	260 (40-470)	-	85/79
Samma som föregående, men mätvärden från arbetsplatsen.	360 (110-700)	180 (84-290)	56 (38-69)	-	85/79
Mätning utanför slipmaskin, se bild 10.	-	-	-	350 (13-980)	27/20

På ett av företagen med högst besvärshänsfrekvens har nyligen omfattande åtgärder vidtagits i form av allmänventilation, inbyggnad av maskiner och installation av processventilation. Besvärerna kan bero på exponering i den tidigare arbetsmiljön. Mätresultatet ovan visar att man ännu inte nått ända fram med åtgärderna.

Slutsats: Processventilationen bör dimensioneras för att klara mindre läckage och eventuella övertryck på grund av renblåsning, tryckluft etc. i alla steg i processen. Dessutom bör man ha underhållsrutiner så att otäta lister mm byts innan läckaget blir för stort. När det gäller luftflöden som alstras på grund av verktygets eller godsets rotation är det svårare att ge generella förslag till lösning. Kanske kan man förändra utrymmet, luftflödets riktning och/eller hastighet med skärmar. Andra möjliga åtgärder är bättre tätning och högre frånluftsflöde.

Arbete när dörr eller lucka till inkapslingen är öppen

Inkapslingen måste ibland öppnas för arbete innanför inkapslingen. Behovet av arbete beror på grad av automatisering, verktygsslitage och produktionsseriernas storlek. På de besökta företagen har det förekommit allt ifrån tillverkning utan att någon operatör behövt ingripa under besöket till operatörer som manuellt laddar maskinen med en detalj åt gången för att sedan ta ut och renblåsa detaljen. Ibland utfördes den manuella renblåsningen innanför inkapslingen. Beroende på detaljernas storlek och inkapslingens utformning kunde operatören ibland ha delar av armarna innanför och ibland var detaljen så stor att både en och två personer samtidigt befann sig inuti det inkapslade utrymmet.

Ett sätt att minska exponeringen vid dessa arbetsmoment är att vänta ett tag efter det att maskinen stoppats, innan luckan till inkapslingen öppnas, för att skärvätskedimma ska hinna ventileras ut. Beroende på processutsugets flöde och placering samt inkapslingens volym varierade tiden innan halterna innanför inkapslingen var i nivå med lokalluften. I tabell 8 redovisas resultatet av en mätning med öppen lucka.

Tabell 8. Mätning av partiklar när inkapslingen öppnas under mätningen eller är öppen under mätningen. I tabellen ses först lägsta och högsta medelvärde från arton mätplatser samt därunder inom parentes lägsta och högsta mätvärde.

Inhalerbart $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bronkialt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Respirabelt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Totalt $\mu\text{g}/\text{m}^3$
110-27000 (31-30000)	58-11000 (19-12000)	28-800 (812-900)	63-3800 (34-4500)

Utöver exponering för skärvätskedimma kan också hudkontakt förekomma t ex när man kommer åt blöta delar av inkapslingen med kroppen, armar och ibland också händer. Vid renblåsning kan stänk komma på operatören. Det kan också droppa på kläderna när detaljen lyfts ur maskin. Särskilt när maskinen rengörs är risken stor att få skärvätska på andra delar av kroppen än händer och armar. Förvånande ofta använde operatörerna inte skyddshandskar. Det var stora skillnader i användning av skyddshandskar mellan de besökta företagen och mellan olika grupper inom samma företag. Det förekom operatörer som vid rengöring till och med använde händerna för att ta ut de vassa spånen trots att specialverktyg hade tagits fram för detta arbetsmoment.

Under tiden som arbetet sker innanför inkapslingen exponeras personalen för höga halter även om halterna gradvis minskar med tiden.

Det finns arbetsplatser där exponeringen innanför inkapslingen är låg. De lägre halterna beror sannolikt på att processutsuget varit effektivt och halterna sjunkit snabbt eller att man väntat på att utrymmet innanför inkapslingen vädras ut innan arbetet innanför inkapslingen påbörjas.

Slutsats: Arbeta med öppen dörr eller lucka till inkapslingen bör undvikas. Om sådant arbete måste göras, kan en fördröjningsmekanism användas, så att dörren/luckan inte kan öppnas förrän en tid efter det att maskinen stannats. På så sätt hinner skärvätskedimman ventileras ut innan operatören börjar arbete vid öppen dörr/lucka eller inuti maskinen.

8.4.6 Operatörernas arbete vid maskinerna

8.4.6.1 Renblåsning, renspolning

Ett arbetsmoment som kan sprida skärvätskedimma är renblåsning med tryckluft. Renblåsning förekommer bland annat för att blåsa rent maskin främst invändigt, bearbetade detaljer/produkter/gods och verktyg. Ibland spolas detaljerna fria från skärvätska eller rena från spån med skärvätska. Även maskin kan spolas ren med skärvätska. I båda grupperna med högst andel besvär (se avsnitt 8.1) förekom arbete med renblåsning respektive renspolning.

Uppmätta halter vid manuell renblåsning och renspolning av bearbetade produkter redovisas i tabell 9.

Tabell 9. Mätning vid manuell renblåsning och renspolning av produkter efter skärande bearbetning. Mätresultat från fem mätplatser vid renblåsning och en vid renspolning. För totaldamm endast en mätning vid renblåsning. I tabellen anges det lägsta och högsta medelvärdet för respektive mätplats och arbetsmoment. Inom parentes anges lägsta och högsta enskilda mätvärde vid samtliga mätningar.

Arbetsmoment	Inhalerbart $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bronkialt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Respirabelt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Totalt $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Renblåsning	81-2200 (52-2200*)	44-1600 (34-1600*)	25-180 24-340*	120 (85-440)
Renspolning	1300 (97-6300)	280 (86-910)	150 (50-700)	79 (34-120)

Anmärkning: * Vid mätning på en mätplats var instrumentet av misstag inställt på ett värde per minut vilket medförde att högre värden under kortare tid inte sparats.

Eftersom det kan spridas skärvätskedimma och stänka på kläder och hud vid renblåsning och renspolning hade flera företag vidtagit åtgärder för att minimera exponeringen. Exponering kan ofta undvikas genom att renblåsning integreras i den automatiserade processen eller sker maskinellt i en särskild tvättmaskin. Det finns också företag som har särskild lokal för tvätt av produkterna.

Andra lösningar som förekommer är:

- förlängt munstycke på tryckluftspistolen,
- reducerat tryck i pistolen
- suga bort skärvätska istället för att blåsa
- använda trasa istället för tryckluftspistol (tyvärr torkade man ibland av med trasan utan att skydda händerna med handskar)

- renblåsning manuellt i delvis avskärmat utrymme med utsug för att begränsa spridningen till lokalluften

På de flesta platserna användes tryckluftspistol utan modifieringar. Även arbetsättet och detaljens utformning påverkade givetvis stänk och aerosolbildning.

Slutsats: Automatisk och inkapslad tvätt och renblåsning är att föredra framför manuell. Åtgärder som kan minska (men inte eliminera) exponeringen för skärvätskedimma är att suga bort skärvätska eller torka med trasa, att minska trycket eller använda tryckluftspistol med förlängt munstycke. Används tryckluft/remspolning av de bearbetade produkterna bör det inte ske öppet i lokalen utan avskärmat med utsug så att spridningen till lokalluften begränsas.

8.4.6.2 Rengöring av maskinerna

Rengöring av maskiner invändigt är ett arbete som normalt utförs av operatörerna. Det förekommer att operatörer rengör maskinerna dagligen men också att rengöringen utförs av annan personal. Det är vanligt att rengöring sker en gång per vecka. På arbetsplatser med skiftgång, innebär det att fler operatörer delar på en maskin vilket innebär att varje operatör bara behöver göra ren maskinen en till två gånger per månad.

I flera maskiner finns bra utmatning av spån/mull medan man i andra maskiner själv måste avlägsna mull och spån. Det fanns arbetsplatser där operatörerna föredrog att plocka ut spån med bara händer. Ett skäl som uppgavs var att spånen skär sönder handskarna.

På äldre utrustning finns ofta en spillplåt där olja och vatten samlas upp tillsammans med spån och mull. Ibland saknas plåten och spillet hamnar på golvet under maskin. Vid rengöring av golv och spillplåten är det främst kläder och hud som exponeras. Ofta behöver operatören använda tryckluft för att få bort spån och mull som hamnat på svåråtkomliga ställen i maskinen. Vid renblåsning med tryckluft och vid spolning med tryck kan aerosol bildas. Några mätningar har inte utförts vid rengöring av maskinen.

Det förekommer att maskinerna spolades både in- och utvändigt med skärvätska. På en arbetsplats spolades en maskin ren in- och utvändigt med skärvätska och trycket ungefär som vanligt vattenledningstryck. Eftersom slangöppningen var relativt stor blev det ingen kraftig stråle så personalen utsattes enbart för stänk. Hur maskinerna görs rena varierar och rengöringens betydelse för exponeringen har inte studerats vid IVL:s besök.

Slutsats: Även om inga mätningar har gjorts inom detta projekt, visar andra studier att rengöring av maskiner med tryckluft ska undvikas eftersom det kan sprida skärvätskedimma. Spolning med skärvätska med högt tryck bör undvikas, eftersom sådan spolning kan sprida skärvätskedimma och även ökar hudkontakten med skärvätskan. För att undvika hudkontakt är en rekommendation att skölja ytor med risk för frekvent hudkontakt med vatten efter spolningen.

8.4.7 Skärvätskor

Tjugofyra skärvätskor används, har använts eller testats hos de åtta företagen under de senaste cirka tio åren. Vid besöken användes femton skärvätskor. En av dessa användes på två fabriker och hade samma produktbeteckning men olika sammansättning. Många recept är relativt snarlika med små variationer i sammansättning. Totalt deklarerar trettiotvå riskklassificerade ämnen enligt säkerhetsdatablad för de femton skärvätskorna. En typisk skärvätska har cirka fem riskklassificerade ämnen. De flesta riskklassificerade ämnena är aminer.

Enligt faroklassningen och riskfraserna är

- alla skärvätskorna märkta hälsovådlig,
- cirka 90 % farliga att förtära;
- cirka 80 % frätande
- cirka 80 % irriterande
- cirka 70 % risk för allvarliga ögonskador
- cirka 70 % risk för hudirritation
- cirka 60 % farliga att inandas
- cirka 60 % irriterande för ögonen
- cirka 50 % miljöfarligt och mycket giftigt eller skadligt för vattenlevande organismer
- cirka 30 % är farliga vid hudkontakt
- risk för nedsatt fortplantningsförmåga och fosterskador

På företag H utfördes storskaligt försök med en nyutvecklad skärvätska med förväntningar om bättre arbetsmiljö, men försöket avbröts eftersom de förväntade förbättringarna inte infriades.

Skärvätskans sammansättning och ingående ämnens egenskaper i kombination med den högre koncentrationen som uppkommer i skärvätske aerosolen på grund av att vattnet gradvis avdunstar (Berg, Fallentin et al 1979) är kanske en förklaring eller bidragande orsak till att så många får besvär trots låga halter i arbetsplatsluften.

Vid företagsbesöken ställdes frågor om orsaken till byte av skärvätska. För sex byten saknades förklaring. Minst tre byten gjordes på grund av besvär eller misstanke om besvär. Vi kunde notera att samtidigt som man byter ut en skärvätska på ett företag på grund av besvär kan samma skärvätska användas på andra företag utan att besvär påtalas. Andra orsaker till byte var att det blev halt och kladdigt av en skärvätska (som ett annat företag använde utan att notera detta problem), korrosion, biologiskt instabil (kraftigt tillväxt av mikroorganismer) eller att man vill undvika vissa kemiska ämnen. Flera ämnen diskuterades på företagen. Särskilt var man orolig för morfolin, vilket är en komponent i flera skärvätskor.

Biocidförordningen EU 528/2012 infördes 1 september 2013. Under en period fram till 2017 förekommer övergångsbestämmelser. Skärvätskor omfattas till en början inte av direktivet. För närvarande pågår utveckling av "gröna" skärvätskor. Sannolikt bidrar både kommande krav och de påtalade luftvägs- och hudbesvären från skärvätskor till att driva utvecklingen mot mindre irriterande och mindre hälsofarliga produkter. På marknaden finns idag flera skärvätskor som är fria från borater, baktericider och fungicider. Speciellt intressant är att följa om man lyckas förhindra tillväxt av mikroorganismer utan biocider i dessa nya skärvätskor.

Försök pågår på flera företag med nya skärvätskor och andra har för avsikt att också testa dem. Det är dock inte alltid säkert att de nya produkterna är bättre för operatörerna. På ett företag ökade besvären vid test av ny skärvätska särskilt framtagna för att minimera miljö- och hälsopåverkan.

Ett alternativ till biocider är att förhindra tillväxt med andra metoder. En metod är användning av UV-ljus. Lösningen finns installerad på flera företag i Sverige. Någon utvärdering av denna teknik har inte gjorts inom ramen för detta projekt.

Slutsatser: Åtskilliga skärvätskor används och har använts vid företagen. Nya skärvätskor testas och stort intresse riktas mot de som lanserats under de senaste åren som ska vara bättre för både arbetsmiljö och yttre miljö. Under projektet har dock ännu inte någon skärvätska som används varit problemfri, även om god skötsel av skärvätskorna kan minska tillväxten av mikroorganismer. Så länge skärvätskor används som orsakar besvär måste exponeringen för skärvätske aerosolen minimeras, antingen med inkapsling och punktutslug eventuellt i kombination med ökad automatisering eller byta till en skärvätskefri

bearbetningsmetod. Om UV-ljus är en tillräckligt effektiv metod och därmed ytterligare en alternativ problemlösning vet vi ännu inte.

8.4.8 Tankrum och transport av spånor och skärvätska

I de besökta företagen fanns i regel minst en större central tank för skärvätska och ofta fler. Förutom en eller flera centrala tankar fanns det någon eller några maskiner med egen tank. På två företag fanns en mindre tank per maskin. På ett av dessa företag fanns en mindre central tank för några maskiner.

Skötseln av skärvätskorna utfördes på större företag av en eller flera processtekniker eller av underhållspersonal. På något mindre företag hade ofta en person motsvarande arbetsuppgift på deltid. I lokalen för centraltankarna (tankrum) var det inte tydligt var det mesta arbetet utfördes så mätningar utfördes på olika platser i respektive tankrum. I tankrummen var halterna normalt låga men flera högre värden förekom. I tabell 10 ses medelvärdet av alla medelvärden som uppmätts i tankrum och inom parentes lägsta och högsta enskilda mätvärde. I några få tankrum var halterna betydligt högre än i andra. Höga partikelhalter (mätplatsmedelvärden) uppmättes vid utmatning av briketter (inhalerbart 640, bronkialt 190 och respirabelt 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Högre mätplatsmedelvärden uppmättes i ett annat tankrum (1100, 480 och 300) för samma storleksfraktioner. Någon förklaring till dessa högre värden har vi inte. Inga mätningar av totaldamm utfördes på platserna där de högre halterna uppmättes. Partikelhalterna ovanför tankar påverkades inte eller mycket lite av större skärvätskeflöden, till exempel när en större tank fylls.

Tabell 10. Medelvärden av mätplatsmedelvärden uppmätta i tankrum. Inom parentes lägsta och högsta enskilda mätvärde. För nanopartiklar redovisas enbart högsta och lägsta mätvärde.

Inhalerbart $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bronkialt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Respirabelt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Totalt $\mu\text{g}/\text{m}^3$
250 (19-1600)	122 (15-1100)	71 (14-780)	94 (39-400)

Transporten av skärvätska till och från tank görs ibland i rännor under gallerdurk eller durkplåtar. Pumpar finns som transporterar skärvätskan. På ett företag uppmättes höga halter (1500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) inhalerbart och bronkialt damm en bit ifrån en operatörs arbetsplats, halterna visade sig vara högst strax över durkplåten. Även halten mindre partiklar var kraftigt förhöjd med 940 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ för respirabla andelen av dammet och upp till 100000 nanopartiklar/ cm^3 . Under gallerdurken fanns en ränna för transport av skärvätska. På arbetsplatsen hade personal klagat men före mätningarna var orsaken till klagomålen okänd och några höga halter förväntades inte eftersom all bearbetning var inkapslad och försedd med utsug. Spridning av föroreningar från rännan var en ej förutsedd spridningsväg för skärvätskedimman. Mätning ovanför liknande plats på en annan plats i fabriken visade låga halter (200 inhalerbart, 79 bronkialt och 27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respirabelt). De höga halterna beror på tekniskt fel i utrustningen för skärvätsketransport.

Slutsats: Halten skärvätskedimma i tankrummen är normalt sett låg. Detta gäller även i närheten av rännor och andra inte helt slutna system för transport av skärvätska. Vid fel i den maskinella utrustningen kan emission av skärvätskedimma till lokalluften inte uteslutas. Om det förekommer klagomål om besvär alternativt dålig luft bör partikelhalten kontrolleras med ett direktvisande instrument.

8.4.9 Skötsel av skärvätskor

Flera av de åtta besökta företagen tillhör de större i Sverige när det gäller skärande bearbetning. Det minsta företaget hade cirka tio operatörer på den besökta arbetsplatsen medan den största arbetsplatsen hade över hundra operatörer.

Vid företagsbesöken har vi noterat att skötseln av skärvätskorna fungerat väl vid de flesta av de besökta företagen. Det finns ansvariga för kontroll och justering av skärvätskor och det finns rutiner för det löpande underhållet. Prov skickades dessutom till respektive skärvätskeleverantörs laboratorium för kontroll en gång per månad. Flest justeringar gällde tillsats av biocider för att minska förekomsten av mikroorganismer följt av tillsättning av koncentrat och justering av pH. Inget statistiskt samband fanns mellan behov av justering av skärvätska och gruppernas besvärsfrekvens. Bland företagen som hade större justeringsbehov av främst biocid fanns dock företag med grupp av anställda med högre andel som hade besvär. Justering på grund av förekomst av svamp var ovanligt, endast en sådan notering fanns. Informationen om justering av skärvätskorna varierade, men för sex av företagen erhöles information för minst de sex senaste månaderna före besöket.

Skärvätskesystem och maskiner rengörs fortlöpande och skärvätskan byts vid behov. På vissa arbetsplatser byts skärvätskan förutom när det behövs enligt analys även med jämna tidsintervall, ofta baserat på tidigare erfarenhet. Normalt sker byte en gång per år men kortare intervall kan förekomma främst på maskiner med egen tank. Det finns också motsatsen där samma skärvätska har varit i drift under flera år. Hos företagen cirkuleras skärvätskan kontinuerligt för att motverka tillväxt av anaeroba bakterier. Det fanns dock enstaka maskiner där man ibland inte cirkulerade skärvätskan kontinuerligt.

Operatörerna vid respektive maskin är på de större företagen normalt inte involverade i denna skötsel av skärvätskorna. Möjligen kan det förekomma att enstaka operatörer använder skärvätskorna ibland till sådant som de inte är avsedda för och inte förstår vikten av att hålla skärvätskorna så rena som möjligt. **Ett exempel:** På en arbetsplats fanns en svamp som togs fram för fotografering, se bild 11. Efter fotografering av svampen kastade operatören tillbaka den i skärvätskan.

Det är viktigt att de anställda som kommer i kontakt med skärvätska får information om hur skärvätskan fungerar och att det är tydligt hur den ska och inte ska användas.



Bild 12. Svamp som växte i en maskin. Storlek cirka 35 cm lång, 15 cm bred och 12 cm hög.

Slutsats: Det är viktigt att inte bara de som ansvarar för skötseln av skärvätskorna utan även operatörerna får information och utbildning om vilka faktorer som har betydelse för att skärvätskan ska hållas så fri från föroreningar och mikroorganismer som möjligt.

8.4.10 Alternativ till bearbetning med skärvätska

På två arbetsplatser förekom bearbetning med alternativa metoder där skärvätska inte användes eller användes på ett mer kontrollerat sätt. Dessutom förekom industrirobotar på flera arbetsplatser.

8.4.10.1 Minimal smörjning

På en arbetsplats förekom minimal smörjning, dvs. skärvätskan tillsätts med ett väl kontrollerat och minimalt flöde. Bearbetningen var inte inkapslad. Luften upplevdes som normal för verkstadsmiljö. Inga synliga eller kännbara tecken fanns på höga halter av skärvätskedimma, men mätresultaten visar på höga halter av främst nanopartiklar, se tabell 11.

Tabell 11. Mätning på en arbetsplats med minimalsmörjning (minimal smörjning). I tabellen visas medelvärdet för alla partikelfraktioner utom nanopartiklar samt lägsta och högsta mätvärde. För nanopartiklar ses enbart lägsta och högsta mätvärde.

Placering	Inhalerbart $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bronkialt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Respirabelt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Nanopartiklar antal/ cm^3
Maskin ej i drift	110 (66-170)	88 (29-130)	62 (15-99)	
Bearbetning pågår, mätning vid operatörens arbetsplats	270 (63-1500)	160 (59-310)	90 (41-140)	150 000-500000
Maskin i drift, nu mätning 5-10 m från arbetsplatsen, snett nedanför.	-	-	-	150000 (enbart ett mätvärde noterat)

Det finns idag en oro för höga exponeringar för nanopartiklar. Vissa ämnen (exempelvis titandioxid) ger en betydligt större hälsopåverkan som nanopartiklar jämfört med större partiklar av samma ämne. Eventuell hälsoeffekt av nanostora partiklar från minimal smörjning har inte kontrollerats i litteraturen.

Slutsats: Minimal smörjning kan sprida stora mängder nanopartiklar. Om minimal smörjning används, behöver åtgärder vidtas för att fånga in och ventilerar bort dessa nanopartiklar innan de hinner spridas till arbetsmiljön.

8.4.10.2 Torr bearbetning

För viss metallbearbetning går det att använda torr bearbetning, d v s utan användning av skärvätska. Speciella skär används som klarar den högre temperaturen som orsakas av att den skärande bearbetningen inte kyls eller smörjs av skärvätska. Istället för skärvätskedimma bildas metallrök och metalledamm. Vid det besökta företaget var processen väl inkapslad och inga förhöjda partikelhalter kunde uppmätas utanför inkapslingen.

Slutsats: Torr bearbetning innebär att det bildas och sprids metalledamm från bearbetningen istället för skärvätskedimma. Om bearbetning ska göras med torr metod, behöver åtgärder vidtas för att fånga in och ventilerar bort metalledammet innan det hinner spridas till arbetsmiljön.

8.4.10.3 Industrirobotar

På flera företag fanns industrirobotar som utförde olika arbetsmoment, dock inte skärande bearbetning. Robotarna kunde plocka bearbetade produkter, ibland rengöra med tryckluft och flytta detaljen till nästa

led i produktionen mm. Normalt rörde sig robotarna över en relativt stor yta och hanteringen var inte inkapslad och inte försedd med utsug. I närheten fanns bemannade arbetsplatser. Robotarbetsplatser bidrar ofta till spridning av aerosol till lokalluften om de till exempel blåser rent produkter från skärvätska.

Slutsats: Robotarna klarar förmodligen av exponeringen för skärvätskedimman, men personal på närbelägna arbetsplatser kan exponeras. Det finns därför skäl att vidta åtgärder för att hindra att skärvätskedimma sprids till angränsande arbetsplatser, exempelvis genom inkapsling, avskärmning, placering i separat utrymme och processventilation.

8.5 Hudexponering

Enligt enkäterna har en stor del av personalen som kommer i kontakt med skärvätska hudbesvär. Om åtgärder vidtas för att minska spridning av skärvätska utanför maskinerna minskar också hudexponeringen.

Vid arbete innanför inkapsling, rengöring av maskin samt renspolning eller renblåsning är det lätt att få skärvätska på kläder och hud. Vid arbete innanför inkapslingen och vid rengöring av maskin är åtkomligheten viktig för att underlätta arbetet och därmed minska risken för kontakt med skärvätskan. Renblåsning och enspolning har tidigare diskuterats.

Det är också viktigt att vid behov använda skyddshandskar och skyddskläder. Alla som hade hudbesvär använde till exempel inte handskar. Det är också viktigt att arbetskläderna byts ofta för att minska hudexponeringen.

Givetvis är det viktigt att arbetsplatserna är rena och fria från skärvätskerester. På flera platser fanns kladdiga räcken, handtag, manöverpaneler mm. Vid städning är det viktigt att även andra ytor än golvet är fria från skärvätska.

Slutsats: Enkätsvaren visar att hudbesvär är relativt vanligt vid arbete med skärvätskor. Därför är det viktigt att undvika hudkontakt med skärvätskor, bland annat genom att automatisera rengöring och renblåsning i maskiner, att inte använda skärvätska för att spola rent maskinen, underlätta åtkomst vid arbete inuti maskinen så att man inte behöver störa emot ytor och får skärvätska på kläder och på kroppen. Om hudkontakt inte kan undvikas, ska skyddshandskar användas och vara av material som inte släpper igenom skärvätskorna. Arbetskläder behöver bytas regelbundet.

9 Metoder för att kartlägga tänkbara orsaker till luftvägsbesvär från skärvätskor

9.1 Vad och hur ska man mäta?

I detta projekt har vi använt oss av direktvisande instrument för partiklar/damm för att kartlägga förekomst av skärvätskedimma. Ur ett medicinskt perspektiv kan detta ifrågasättas, eftersom det sannolikt finns ett antal agens som kan förekomma i partiklarna som ger upphov till luftvägsbesvären. Ett stort antal studier har dock inte kunnat peka ut vilket ämne som det är mest relevant att mäta på utan tyder snarast på att det finns många olika agens som kan ge upphov till likartade problem. Mätning av alla dessa är både svårt, dyrt och tar tid eftersom prover måste skickas på analys.

Mot denna bakgrund har vi valt att mäta partiklar, eftersom de agens som är tänkbara orsaker till problemen samtliga finns i den skärvätske aerosol som förekommer vid användning av skärvätska. Fördelarna med mätning av partiklar är:

- Partikelmätning är en relativt snabb och enkel mätning och det finns direktvisande och bärbara instrument som kan användas för att snabbt mäta på många olika punkter i en lokal och kartlägga föroreningskällor och spridningsvägar.
- Mätningen fångar in förekomst av sådana luftföroreningar som med stor sannolikhet är nödvändiga för att problem med luftvägsbesvär från skärvätska ska uppkomma.

Det finns också nackdelar med mätningar av partiklar:

- Det kan förekomma höga halter av skärvätskedimma utan att det förekommer några mer omfattande problem med skärvätskedimma (liksom det kan förekomma halter som ligger väl under gränsvärdet och anställda påtalar ändå besvär från skärvätskor).
- Det finns andra föroreningskällor som också sprider partiklar och som kan störa mätningarna.

Båda dessa nackdelar kan innebära att man får "falskt positiva" resultat, dvs. att mätningarna visar på sådana halter att åtgärder för att minska spridningen av skärvätskedimma rekommenderas. Hur allvarliga dessa nackdelar är kan diskuteras. En erfaren mättekniker kan vanligtvis i samband med mätningen klarlägga vilken källa föroreningarna kommer ifrån (skärvätskedimma eller annan källa). Omfattningen av besvär kan kartläggas med enkät och då är det möjligt att dra slutsatsen att även om man kan uppmäta spridning av skärvätskedimma, så vidtas inga åtgärder om ingen upplever några besvär.

Ytterligare ett perspektiv på falskt positiva resultat är vilka konsekvenser det blir. Falskt positiva resultat kan:

- Leda till att åtgärder vidtas, trots att de inte behövs. Även om man under en period inte upplever problem, kan man inte utesluta att man kan komma att få problem, t ex om man byter skärvätska. Skärvätskan kan infekteras av mikroorganismer. Man kan också behöva använda biocider eller annat ämne för justering av skärvätskan och dessa ämnen kan ge upphov till besvär.
- Ge upphov till onödiga kostnader. Kostnaderna för de åtgärder som är aktuella diskuteras i avsnitt 10.4. Många av de åtgärder som är aktuella är relativt billiga och kan sättas i relation till kostnader för de störningar och den sjukfrånvaro som kan uppkomma om anställda börjar få besvär på grund av exponering för skärvätskedimma.

Slutsatsen är att med ett ingenjörsmässigt (inte toxikologiskt) synsätt på skärvätskeproblematiken, är det viktigt att identifiera och vid behov eliminera tänkbara källor till luftvägsbesvär från exponering för skärvätskor. Detta går att göra genom att mäta partikelhalten med direktvisande instrument.

Det är ovanligt med halter över gränsvärdet för oljedimma. Gränsvärdet är inget bra riktvärde för att avgöra om det finns behov av åtgärder, eftersom anställda kan ha besvär utan att gränsvärdet överskrider. Många av de besökta företagen hade mätt exponeringen för olika ämnen som förekommer i skärvätskorna och även vidtagit åtgärder och i några fall mycket omfattande och dyra åtgärder, trots att halterna låg under gränsvärdet. Om målet är att undvika besvär, är det viktigt att så långt möjligt minska spridningen av skärvätskedimma, även om halterna inte överskrider gränsvärdet.

9.2 Var ska man mäta?

De mätningar som gjorts inom projektet har visat på tänkbara källor och spridningsvägar för skärvätskedimma. Mätningar bör göras vid följande arbetsmoment och platser för att kontrollera förekomst av skärvätskedimma:

- Inkapslade maskiner.
 - Mät utanför maskinen och vid öppningar i inkapslingen.

- Var uppmärksam på om det finns moment som ger övertryck, exempelvis renblåsning eller roterande maskindelar som ger tillfälliga övertryck som sprider skärvätskedimma genom öppningarna.
- Arbete vid eller inuti maskinen.
 - Användning av tryckluft sprider ofta skärvätskedimma.
 - Renspolning av maskinen med skärvätska förekommer (men bör undvikas) och kan sprida skärvätskedimma.
 - Vid arbete inuti maskinen och vid underhåll, hur snabbt går man in i maskinen efter det att den stoppats. Ofta finns höga halter skärvätskedimma kvar inuti inkapslingen under en tid efter stoppet.
- Maskiner som inte är inkapslade
 - Fångar punktutsug eller avskärmningar in skärvätskedimman? Hur mycket når operatören?
 - Vid vilka arbetsmoment utsätts operatören för högst halter?
- Tilluften. Kontrollera att halten partiklar i tilluften är låg, storleksordningen maximalt $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ om finfilter används. Om sämre filter används kan något högre halter förekomma. Halten skall dock aldrig överskrida bakgrundshalten utomhus. Högre halter kan bero på recirkulering av ventilationsluft och i sådana fall kan skärvätskedimma spridas i alla lokaler som betjänas av samma ventilationsystem. Högre halter kan också bero tekniska fel eller brister i underhåll av ventilationssystemet.
- Följ skärvätskans väg och mät i lokalluften på de platser som eventuell skärvätske aerosol kan nå lokalluften.

Vid mätningarna kan man studera källor och spridning genom att undersöka var halterna är högst (nära källan) och hur halterna minskar (på avstånd från källan när halterna späds ut i den omgivande luften).

10 Förslag till åtgärder

Mot bakgrund av resultaten i denna studie har vi utvecklat råd om och förslag till vad man kan göra i olika situationer för att förebygga och åtgärda luftvägsproblem på grund av exponering för skärvätskedimma. Råden och förslagen är uppdelade på tre typ-situationer:

- Åtgärder vid ny- och ombyggnation
- Underhåll av maskiner och skärvätska
- Strategi för att kartlägga problem med luftvägsbesvär från skärvätskor och åtgärda problemen

Samtliga besökta företag har haft olika grad av inkapslingar och processventilation och flera företag har följt vad som är god praxis inom branschen. Vid besöken har vi konstaterat att denna goda praxis ofta inte är tillräcklig för att undvika besvär från skärvätskedimma, liksom gällande hygieniska gränsvärden inte säkerställer att anställda inte får besvär av skärvätskedimma.

För att minska besvär och sjuklighet av skärvätskedimma, behöver befintliga installationer ses över och förbättras, för att minimera spridning av och exponering för skärvätskedimma. Dessa åtgärder är särskilt viktiga när anställda påtalar besvär från skärvätskedimma, men kan också vidtas i förebyggande syfte för att undvika uppkomst av besvär. Förebyggande insatser är att föredra, eftersom det finns tecken på att en del av de som börjar uppleva besvär har kvar en överkänslighet även efter det att åtgärder vidtagits.

10.1 Åtgärder vid ny- och ombyggnation

Vid ny och ombyggnation finns det några särskilt viktiga insatser som kan göras för att minska operatörernas exponering för skärvätskedimma:

10.1.1.1 Inkapsling av maskinerna

- Inkapsling av maskinerna. Säkerställ att det inte finns några öppningar genom vilka skärvätskedimma kan spridas.
 - Montera gärna in lås med viss tidsförskjutning, så att maskinen inte kan öppnas direkt efter avstängning utan måste ventileras en tid innan den kan öppnas. Hur lång tid beror på inkapslingen storlek och utsugets flöde.
 - Finns roterande maskindelar, automatisk tryckluftsblåsning eller något innanför inkapslingen som skapar så kraftiga luftströmmar att luft läcker ut? Undersök om det går att montera skärmar som minskar eller ändrar luftströmmarnas riktning eller ändra på processen och utrustningen på annat sätt så att risken för utläckage av skärvätskedimma minimeras.
 - Om industrirobotar ska användas vid moment där skärvätska förekommer, säkerställ att även dessa moment är så väl inkapslade och ventilerade att skärvätskedimma inte sprids till angränsande arbetsplatser.

10.1.1.2 Utformning av processventilation

- Dimensionera processventilationen så att den kan fånga in och transportera bort den skärvätskedimma som bildas och klarar eventuella tillfälliga övertryck som kan förekomma inuti inkapslingen (t ex vid automatisk renblåsning). Syftet med processventilation är att fånga in och föra bort processluft med skärvätskedimma. Detta syfte behöver styra dimensionering av flödet. Undvik om möjligt sughvar eftersom de inte fångar in skärvätskedimma lika säkert som en helt inkapslad process med utsug.
- Montera en avskiljare för skärvätska i ventilationskanalen nära varje maskin så att skärvätska och skärvätskedimma avskiljs och inte förs upp i ventilationssystemet. Utsugets placering innanför inkapslingen kan också flyttas eller utformas så att mindre mängd skärvätska följer med frånluften.
- Undvik recirkulering av processluft med skärvätskedimma, även om processluften renas. Läs mer i rapporten under avsnitt 8.4.4 Processventilation om återföring av processluft och vilka krav som ställs.

10.1.1.3 Ventilationssystemet

- Allmänventilationen bör dimensioneras så att luftomsättningen är tillräcklig. Vad som är "tillräckligt" är inte möjligt att ange eftersom det beror på bildning av föroreningar och värme, lokalens volym, hur tilluften tillförs och hur stor del av frånluften som tas nära källan mm. Grovt kan sägas att nominella luftutbytet bör vara minst 2 luftbyten/timme om i stort sett alla processer är inkapslade och försedda med utsug. Pågår processer där föroreningar sprids i lokalluften ökar ventilationsbehovet. I handböcker om ventilation brukar värden kring fem nämnas för verkstäder.
- Minska risken för recirkulering av frånluft i ventilationssystemet. Välj andra tekniker för värmeåtervinning som inte innebär samma risk ur arbetsmiljösynpunkt. Skärvätskans egenskap att med tiden påverka och luckra upp flera organiska material som bland annat kan förekomma som tätningar i ventilationssystem kan med tiden orsaka läckage. Roterande värmväxlare är känsliga för läckage och fel tryckdifferenser och bör fortlöpande kontrolleras så att inte förorenad luft återförs.

10.1.1.4 Övrigt

- Utbilda operatörer i hur skärvätskan ska skötas.

Nya och alternativa metoder för smörjning finns, exempelvis torr bearbetning med specialskär och minimal smörjning. Liknande åtgärder som för konventionell skärvätska krävs vid minimal smörjning och åtgärder för att fånga in damm från torr bearbetning behövs också. Val av dessa metoder görs ofta av produktionstekniska skäl. Ur arbetsmiljösynpunkt har de precis som skärande bearbetning med skärvätska också arbetsmiljöproblem som man behöver känna till och åtgärda, se vidare avsnitt 8.4.10.

10.2 Det löpande arbetet och underhåll

10.2.1.1 Arbete vid maskinerna

- Förekommer arbete innanför inkapslingen? Även om arbetet är kortvarigt är risken stor för att man exponeras för höga halter skärvätskedimma. Om sådant arbete måste utföras, vänta en stund efter det att maskinen stängts av innan arbetet påbörjas, alternativt använd andningsskydd med P3-filter. När andningsskydd används, är det viktigt att rätt andningsskydd används på rätt sätt. Läs mer om det på webbplatsen www.Andningsskydd.nu. Om man vill minimera väntetiden och inte använda filter kan utvärderingstiden beräknas grovt eller fastställas genom att följa avklingningen i partikelhalten med ett direktvisande instrument.
- Används tryckluft? Tryckluftsstrålar kan sprida skärvätskedimma. Bäst är om tryckluft kan undvikas. Alternativt kan tryckluftsblåsningen ibland automatiseras och göras innanför inkapslingen, så att ingen behöver utsättas för den skärvätskedimma som bildas (förutsatt att inkapslingen och ventilationen fungerar bra). Andra, men mindre effektiva åtgärder är förlängt munstycke på tryckluftspistolen, reducerat tryck i pistolen, att suga bort skärvätska istället för att blåsa eller att torka trasa istället för att blåsa med tryckluftspistol. Om trasa används, är det viktigt att skydda händerna med skyddshandskar. Om tryckluft används kan spridningen till lokaluftens också reduceras med en särskild automatisk tvättmaskin eller genom att renblåsning sker i ett särskilt utrymme eller avskärmning med utsug.
- Vid underhåll kan det finnas behov av att rengöra maskinerna. Välj rengöringsmetod och -medel som inte riskerar att spridas som dimma till omgivningen. Undvik att spola rent med skärvätska (vilket förekommer).

10.2.1.2 Underhåll av ventilationen

- Allmänventilationen bör ses över, så att luftomsättningen är tillräcklig. Vad som är "tillräckligt" är inte möjligt att definiera exakt eftersom det beror på bildning av föroreningar och värme, lokalens volym, hur tilluften tillförs och hur stor del av frånluften som tas nära källan mm. Grovt kan sägas att nominella luftutbytet bör vara minst 2 luftbyten/timme om i stort sett alla processer är inkapslade och försedda med utsug. Pågår processer där föroreningar sprids i lokalluften ökar ventilationsbehovet. I handböcker om ventilation brukar värden kring fem nämnas för verkstäder. Behovet är dock väldigt olika beroende på vilka processer som pågår, -självlklart är behovet mycket större om tung svetsning pågår jämfört med en verkstad för slutmontering där kanske produkter enbart sätts samman.
- För att säkerställa att eventuella luftrenare fungerar väl över tid, behöver underhållsrutiner följas och eventuella filter bytas regelbundet.
- Saknas luftrenare (cyklon eller filter) kan sådana monteras för att förhindra att skärvätska ansamlas i ventilationssystemet.

10.2.1.3 Underhåll av inkapslingar

- Kontrollera att eventuella tätningslister i inkapslingen finns och är täta. Tätningslister kan luckras upp av skärvätskan vilket kan leda till utläckage av skärvätskedimma.

10.2.1.4 Underhåll av skärvätskan

- Väl fungerande rutiner behövs för skötsel av skärvätskan, bland annat för att snabbt upptäcka eventuell tillväxt av mikroorganismer.

10.3 Strategi för att kartlägga problem med luftvägsbesvär från skärvätskor och åtgärda problemen

Fuktskador i byggnader kan ge besvär som liknar en del av de besvär som brukar kopplas till skärvätskedimma. Det är därför klokt att kontrollera att det inte förekommer fuktskador och att åtgärda eventuella fuktskador.

Kartläggning av partikelhalten kan göras med hjälp av ett direktvisande instrument för partiklar, se avsnitt 9 och Bilaga 2. Med partikelinstrument går det att identifiera platser med förhöjda halter. Av särskilt intresse är att studera halterna runt maskiner och förekomst av eventuellt läckage från öppningar och eventuella tillfälliga läckage eventuellt i samband med vissa moment i maskinen (exempelvis tryckluftsblåsning). Dessutom kan man kontrollera att halterna i tilluften är så låga som de normalt sett ska vara, för att säkerställa att recirkulering av förorenad luft inte bidrar till problemet. Mätning kan även göras i lokalluften, på alla ställen där skärvätska finns i närheten för att säkerställa att det inte finns några oväntade föroreningskällor.

Kontrollera om det förekommer (avsiktlig eller oavsiktlig) återluft i ventilationssystemet genom att mäta partikelhalten i tilluften. Partikelhalten i tilluften bör inte överstiga cirka $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ om tilluften tas in via ett finfilter.

10.4 Vad kostar åtgärderna?

En åtgärd som kräver investeringar, är att montera in cykloner eller annan typ av luftrening på maskinerna, för att hindra skärvätskan från att ansamlas i ventilationssystemet.

Att planera för ett bra ventilationssystem i samband med nybyggnation behöver inte utgöra någon större extrakostnad (och ska man bygga nytt, vill man väl att det nya ventilationssystemet ska fungera bra, så att dyrbara korrigeringar i efterhand undviks). Om ett befintligt ventilationssystem behöver byggas om innebär det naturligtvis kostnader. Kostnaden beror på hur omfattande ombyggnation som krävs.

Att se över och åtgärda inkapslingar av maskiner är en mindre kostnad.

Att köpa in ett direktvisande instrument för partiklar kan kosta i storleksordningen 50 -150 kkr. Det är också möjligt att hyra ett sådant instrument (exempelvis från någon av de Arbets- och miljömedicinska kliniker som hyr ut sådana instrument). Att mäta kräver dock vana vid instrumenten och förståelse för vad mätdata i den aktuella typen av miljöer betyder. Alternativet är att anlita en konsult med erfarenhet av denna typ av mätningar (med direktvisande partikelinstrument och läcksökning) som kan mäta förekomsten av partiklar och identifiera källor. Även om detta är en kostnad, så kan det vara väl investerade pengar, om mätningarna kan visa vilka källor som behöver prioriteras. En väl utförd mätning kan göra åtgärdsarbetet betydligt mer kostnadseffektivt. Flera av de större besökta företagen har tillgång till partikelinstrument.

11 Slutsatser

Tidigare forskning om luftvägsbesvär från skärvätskor visar att flera olika ämnen kan bidra till problemet. Den strategi som använts inom projektet, att mäta partikelhalten i luft som indikator på skärvätskedimma har visat sig vara effektiv för att identifiera källor som sprider skärvätskedimma.

Förekomsten av luftvägsbesvär från skärvätskor varierar mycket. Samma skärvätska kan uppfattas som både bra och mycket problematisk på olika företag. Detta tyder på att mikrobiologiska faktorer har betydelse för besvären. Skötseln av skärvätskan är viktig för att minska förekomsten av besvär. Val av skärvätska och skärvätskans kemiska sammansättning har naturligtvis också stor betydelse. Eftersom besvär kan uppkomma även med bra skärvätskor och även om skärvätskan sköts väl, är det klokt att utforma arbetsmetoder, maskiner, inkapslingar och ventilation på ett sådant sätt att spridning av och

exponering för skärvätskedimma undviks. Genom en god utformning, kan luftvägsbesvär undvikas, även om skärvätskan skulle infekteras och mikroorganismer växa till.

Även om det finns processventilation och inkapslingar som utformats enligt gängse praxis, visar denna studie att dessa åtgärder inte är tillräckliga. Insatser som minskar spridning av och exponering för skärvätskor är bland annat att säkerställa att inkapslingar och ventilation av maskiner fungerar väl. Dessutom behöver arbetsmetoderna ses över så att arbete inuti maskin inte görs direkt efter det maskinen har stannats, eftersom skärvätskedimma kan finnas kvar en stund efter stopp. Dessutom bör metoder som sprider skärvätskedimma undvikas, exempelvis tryckluftsblåsning, spolning av maskin med skärvätska för rengöring och användning av skärvätska i maskiner där skärvätskan inte fångas in på ett effektivt sätt, exempelvis vid otillräcklig inkapsling.

Åtgärder behövs också för att hindra skärvätska från att ansamlas i ventilationssystemet. Cykloner eller andra luftrenare som placeras i ventilationssystemet direkt efter de maskiner där skärvätska används är en effektiv åtgärd. Fördelen med denna åtgärd är att punktutsuget kan anpassas till behovet och inte som på vissa arbetsplatser idag där utsuget är underdimensionerat enbart för att inte för mycket skärvätska skall följa med frånluften in i ventilationssystemet. Med denna typ avluftrening elimineras risken för ofrivillig recirkulering av skärvätskedimma med återluft i ventilationssystemet (som kan förekomma om spjäll är ”fel” ställda eller läckage i roterande värmexlaren). En annan fördel är att den skärvätska som avskiljs i cyklonen kan återföras på ett kontrollerat sätt. Om skärvätskan okontrollerat ansamlas i ventilationssystemet, finns risk för att skärvätskan infekteras i ventilationssystemet och sedan rinner tillbaka till skärvätskebehållaren och infekterar skärvätskan.

12 Referenser

1. Arbetsmiljöverket (2011) Hygieniska gränsvärden, AFS 2011:18
2. Bracker A, Storey E, Yang C, Hodgson M J. (2003) An Outbreak of Hypersensitivity Pneumonitis at a Metalworking Plant: A Longitudinal Assessment of Intervention Effectiveness Applied Occupational and Environmental Hygiene Volume 18(2): 96–108, 2003
3. Burton, C.M., Crook, B., Scaife, H., Evans, G.S., Barber, C.M. (2012) Systematic review of respiratory outbreaks associated with exposure to water-based metalworking fluids. *Annals of Occupational Hygiene* 56 (4) , pp. 374-388
4. Barber CM, Burton CM, Scaife H, Crook B, Evans GS. (2012) Systematic review of respiratory case definitions in metalworking fluid outbreaks. *Occup Med (Lond)*. 2012 Jul;62(5):337-42. doi: 10.1093/occmed/kqs056. Epub 2012 May 8. Review.
5. Berg H, Fallentin B, Haunsöe N, Henius U M, Johansen A K, Moeslund J, Rietz B, Schneider T. Omdannelser i köle-smöremidler under brug. Sundhedes- og miljömæssige problemer. Arbejdsmiljøinstitutt, Judsk Teknologisk Institut, Teknologisk Institut Tåsterup 1979
6. Christensson B. Erfarenhetvärden från tidigare mätningar; främst projekt om partiklar i kontor, daghem, skolor och sjukhus mm.
7. [Gordon T.](#) (2004) Metalworking fluid--the toxicity of a complex mixture. *J Toxicol Environ Health A*. 2004 Feb 13;67(3):209-19.
8. [Henriks-Eckerman ML](#)¹, [Suuronen K](#), [Jolanki R](#), [Riala R](#), [Tuomi T](#). (2007) Determination of occupational exposure to alkanolamines in metal-working fluids. *Ann Occup Hyg*. 2007 Mar;51(2):153-60. Epub 2006 Dec 21.
9. [Laitinen S](#), [Linnainmaa M](#), [Laitinen J](#), [Kiviranta H](#), [Reiman M](#), [Liesivuori J](#). (1999) Endotoxins and IgG antibodies as indicators of occupational exposure to the microbial contaminants of metal-working fluids. *Int Arch Occup Environ Health*. 1999 Oct;72(7):443-50.
10. Levin J-O (red). Principer och metoder för provtagning och analys av ämnen på listan över hygieniska gränsvärden. Arbete och hälsa nr 2000:23. Arbetslivsinstitutet, Stockholm 2000.
11. Lillienberg, L, Burdorf A, Mathiasson L and Thörneby L (2008) Exposure to Metalworking Fluid Aerosols and Determinants of Exposure *Ann Occup Hyg* 2008 52(7):597-

12. NIOSH (1998) Criteria for Recommended Standard. Occupational Exposure to Metalworking Fluids. National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, Ohio .
13. NIOSH (2003) Metalworking Fluids (MWF) All Categories. Method 5524. Niosh Manual of Analytical Methods (NMAM), Fourth Edition. National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, Ohio.
14. Park D, Teschke K, Bartlett K (2001) A Model for Predicting Endotoxin Concentrations in Metalworking Fluid Sumps in Small Machine Shops *Ann. occup. Hyg.*, Vol. 45, No. 7, pp. 569-576, 2001
15. Park D, Stewart PA., Coble JB (2009a) A Comprehensive Review of the Literature on Exposure to Metalworking Fluids. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 6: 530-541. DOI: 10.1080/15459620903065984.
16. Park D, Stewart PA., Coble JB (2009b) Determinants of Exposure to **Metalworking** Fluid Aerosols: A Literature Review and Analysis of Reported Measurements. *Annals of Occupational Hygiene* 2009 53(3):271-288; doi:10.1093/annhyg/mep005
17. Thorne P S.; DeKoster J A. Subramanian P (1996) Environmental Assessment of Aerosols, Bioaerosols, and Airborne Endotoxins in a Machining Plant *Am Ind Hyg Ass J*, 57, (12) December, pages 1163 - 1167
18. Rosenman KD.(2009) Asthma, hypersensitivity pneumonitis and other respiratory diseases caused by metalworking fluids. *Curr Opin Allergy Clin Immunol*. 2009 Apr;9(2):97-102. doi: 10.1097/ACI.ob013e3283229f96.
19. Ross A S, Teschke K, Brauer M, Kennedy S M. (2004) Determinants of Exposure to Metalworking Fluid Aerosol in Small Machine Shops. *Ann occup Hyg*. 48 (5). 383-391,
20. Suuronen K. Metal working fluids – allergens, exposure, and skin and respiratory effects. *People and Work. Research reports 85. Doktorsavhandling. Finnish Institute of Occupational Health, Helsinki and University of Kuopio, Kuopio, Finland january 2009.*

Bilaga 1. Checklista för besök på företagen i projektet och metoder för insamling av uppgifter vid arbetsplatsbesök

Vid besöken användes följande checklista för insamling av uppgifter

<p>Inledande besök vid företag där anställda har besvär av skärvätskor</p> <p>Företaget Antal anställda Hur många arbetar med skärvätskor</p> <p>Lokalerna Yta (m²) och höjd? Öppningar (fönster/dörrar/portar)? Antalet maskiner och deras placering i lokalen Ytor: rena/smutsiga/dammiga/torra/fuktiga? Fasta städrutiner (när/hur)? Verkar lokalen anpassad för verksamheten? Annan verksamhet i lokalen som alstrar luftföroreningar? Temperatur & luftfuktighet i lokalen (varierande/hög/låg)</p> <p>Granska lokalerna. Finns tecken på sjukhus-problem? a. Lukt – möjlig källa b. Tecken på fuktskador i golv eller andra ställen runt maskinen c. Ytor med lager av d. Känsliga material</p> <p>Pågår svetsning samtidigt i lokalen? Pågår annan verksamhet i lokalen?</p> <p>Ventilation Allmänventilation. a. Flöden & ventilationseffektivitet? b. Har företaget gjort mätningar som vi få ta del av? c. Hur ser kanalerna ut på insidan? d. Underhåll inkl. rengöringsrutiner och intervall? e. Värmeväxling? f. Tillufsdon – smutsiga, placering i förhållande till frånluft? g. Intervaller för körning? Stängs ventilationen av någon gång?</p> <p>Platsventilation vid maskiner med skärvätska. e. Utformning? f. Flöden? g. Hur effektiv är infångningen? h. Är maskinerna inkapslade? i. Skick?</p> <p>Maskiner för skärande bearbetning Antal svarvar polermaskiner slipmaskiner Andra maskiner _____ Är maskinerna</p>	<p>a. Helt inkapslade? b. Delvis inkapslade? c. Avskärmade på en sida? d. Högautomatiserade?</p> <p>Maskiner? Tillverkare, modell, ca år, skick m.m.</p> <p>Hur lagras skärvätskan? a. Gemensam tank för många maskiner? i. Hur många? ii. Hur transporteras vätskan mellan maskinerna? b. Egen tank vid varje maskin?</p> <p>Arbetet vid maskinerna Kort beskrivning av hur operatörerna arbetar (alla arbetsmoment/arbetsuppgifter).</p> <p>Typ av bearbetning Manuellt arbete: slipning <input type="checkbox"/> svarvning <input type="checkbox"/> fräsning <input type="checkbox"/> honing <input type="checkbox"/> gradning <input type="checkbox"/> polering <input type="checkbox"/> Maskinellt arbete: slipning <input type="checkbox"/> svarvning <input type="checkbox"/> fräsning <input type="checkbox"/> honing <input type="checkbox"/> gradning <input type="checkbox"/> polering <input type="checkbox"/> Övervakning: slipning <input type="checkbox"/> svarvning <input type="checkbox"/> fräsning <input type="checkbox"/> honing <input type="checkbox"/> gradning <input type="checkbox"/> polering <input type="checkbox"/></p> <p>Typ av metall Rostfritt (SS) <input type="checkbox"/> Järn/gjutjärn <input type="checkbox"/> kolstål <input type="checkbox"/> Al <input type="checkbox"/> Cu <input type="checkbox"/> Mg <input type="checkbox"/> Ti <input type="checkbox"/> Mässing <input type="checkbox"/> hårdmetall <input type="checkbox"/> annat <input type="checkbox"/></p> <p>Intervju anställda, chefer och skyddsombud c. Används skyddshandskar? Typ (textil/läder eller plast/gummi)? d. Används skyddskläder? Typ? e. Används samma skyddskläder som företaget säger ska användas?</p> <p>Hur hanteras f. Skärvätskor? g. Maskiner? h. Produkter som är bearbetade?</p> <p>Hur ser det ut vid maskinerna och när man arbetar intill dem? i. Stänker det eller kommer droppar av skärvätska på kläder, handskar? j. Stänker det eller kommer droppar av skärvätska på ytor runt maskinerna? k. Brukar stänk och dropp tränga igenom skyddshandskar eller kläder? l. Finns det ytor utanför men nära maskinen som är fuktiga av skärvätska? m. Händer det att man "tvättar" maskiner med skärvätska? n. Brukar man använda tryckluft? Hur ofta (aldrig / < 10 min/dag/10-30 / >30 min/dag)? o. Vad används tryckluften för? – vad riktas den mot?</p> <p>Användning av tryckluft Arbetsmoment 1 ggr/dag tid/gång Arbetsmoment 2 ggr/dag tid/gång Arbetsmoment 3 ggr/dag tid/gång Arbetsmoment 4 ggr/dag tid/gång</p>
--	--

Total tid/dag

Skärvätskorna

Vilken/vilka skärvätskor används?

Innehåller skärvätskorna något av följande: alkanolaminer, pine oil reoderant och kolofonium?

Be att få säkerhetsdatablad eller komplett namn på skärvätskorna som används

Hur länge har denna typ av skärvätska använts?

- a. Senaste byte?
- b. Ev effekter av bytet?

Hur ofta byts skärvätskan ut i skärvätsketanken?

Rutiner för skärvätskor

1. Vilka rutiner finns för
 - a. inköp av skärvätskor
 - b. kontroll/underhåll av skärvätskor
 - c. brukar skärvätskor av olika typer/fabrikat användas?
 - d. Hantering av förbrukade skärvätskor

Åtgärder som minskar arbetsmiljöproblem från skärvätskor

Har några åtgärder vidtagits för att minska besvär från skärvätskor?

- a. Vilka?
- b. Har de utvärderats?
- c. Resultat?

Har någon av följande åtgärder vidtagits eller testats? Effekt?

Minska bakterieförekomst & växt genom att

- d. rengöra maskiner
- e. byta skärvätska
- f. förbättra allmänventilation
- g. förbättra platsventilation
- h. utbildning av anställda
- i. minska overtid
- j. minska användning av tryckluft
- k. kapsla in maskiner
- l. byta till modernare maskin
- m. ändra arbetsätt
- n. gå över till ny teknik

Ev mätningar

Enkät (

Damm, bärbart direktvisande instrument för kartläggning av skärvätske aerosoler och uppsamlande metod

Provtagning på **svampar/bakterier och/eller deras toxiner**

- a. Luft?
- b. ytor vid maskiner
- c. Förekommer peakexponeringar?

Prov på skärvätskorna för analys av bakterier (som komplement till företagets egna prover), svamp och PH.

Bilaga 2. Mätmetoder för partiklar och mikroorganismer

Mätningar utfördes på respektive arbetsplats för att undersöka om skärvätskedimma spreds från processen eller processerna till arbetsplatsluften. Ofta kompletterades arbetsplatsmätningarna med mätningar nära arbetsmoment där högre exponering misstänks och även ibland på ställen utanför inkapslingen där misstanke fanns om läckage till arbetsplatsluften. Mätningar gjordes även vid tilluftsdon för att kontrollera partikelhalten i tilluften. Genom att kartlägga spridningsvägarna och förstå orsakerna till att skärvätskedimma från processen kan effektiva åtgärder rekommenderas.

1. Mätmetoder och referensvärden - partiklar

1.1. Mätstrategier för mätningar av partikelhalten

Mätningarna utfördes huvudsakligen med tre direktvisande instrument. Mätning med direktvisande instrument valdes för att direkt på arbetsplatsen snabbt skulle kunna få en uppfattning av föroreningskällor och spridningsvägar från källa till människa och ibland också skillnader i exponering mellan olika arbetsuppgifter.

Halter uppmätta med direktvisande instrument kan inte jämföras med gränsvärden. För jämförelse med gränsvärden krävs mätning i andningszonen, mätning under relevant tid (heldag eller 15 minuter) och kalibrering av mätinstrumentet mot en rekommenderad mät- och analysmetod. Mätningarna inom detta projekt har utförts utan kalibrering mot rekommenderad mät- och analysmetod.

Instrumenten skiljer inte på skärvätskepartiklar och andra partiklar. Finns andra emissionskällor för partiklar än skärande bearbetning, bidrar dessa till mätresultatet och halten skärvätskedimma i luften överskattas. I resultatredovisningen markeras de värden som misstänks innehålla en relativt stor andel andra partiklar. I närheten av källan består skärvätskedimman till stor del av vatten. Vid provtagning med de rekommenderade mätmetoderna förväntas vattnet ha avdunstat innan skärvätskedimman kommit in i instrumentet. Vid mätning innanför inkapsling och på arbetsplatser där grova stänk förekommer kan även en mindre del av det ursprungliga vattnet finnas kvar vilket i så fall ger en mindre överskattning av halten skärvätskedimma.

Mätningarna utfördes under mycket kort tid på de arbetsplatser som valdes ut. Mättiden varierar från någon minut till cirka 15 minuter. I enstaka fall förekom både kortare och längre mätperioder. Anledningen till den korta mättiden var att kartläggning av halten skärvätskedimma vid många arbetsplatser och arbetsmoment prioriterades före längre mättid. De uppmätta halterna ger därför främst en bild av olika föroreningskällor och spridningen av skärvätskedimma från dem på respektive företag.

Partikelmätningarna utfördes i regel av tre personer. Ibland placerades instrumenten på arbetsplatsen och ibland var ett till två instrument placerade på arbetsplatsen medan ett – två instrument bars runt och användes för att spåra läckage av skärvätskedimma eller utföra mätning vid arbetsplatser eller arbetsmoment som misstänktes bidra till exponeringen. Det förekom även att instrumenten placerades vid arbetsplatsen en del av tiden för att sedan användas för att spåra läckage eller mäta på arbetsplatser eller arbetsmoment som misstänktes ge högre exponering.

För operatörer och annan personal som rör sig inom ett begränsat område kan mätningarna ofta ge en mycket grov bild av exponeringen. För reparatörer, underhållspersonal och annan personal, som ofta får

en stor del av sin exponering på olika platser i fabrikslokalerna, kan mätningarna i underhålls-, service-, mät och tankrum inte ens användas för att grovt beskriva exponeringen.

1.2 Mätinstrument för mätning av partikelhalt

Mätningar av partiklar utfördes med tre optiska instrument, GRIMM, pDR och PTrak.

GRIMM (bild 1) mäter optiskt partiklarnas projicerade yta. Luften sugas genom instrumentet med ett konstant flöde. Luften passerar en mätcell där varje partikel ger en puls och pulsens amplitud är proportionell mot partikelstorleken. Utgående från antagandet att densiteten är 1 omräknas pulsen till volym och vikt. Eftersom flödet genom instrumentet är känt kan masshalten beräknas. Instrumentet delar upp partiklarna i flera storleksfraktioner. I mätresultaten har vi valt att redovisa tre fraktioner; inhalerbart, bronkialt och respirabelt damm. Fraktionen inhalerbart är normalt betydligt större än fraktionen totaldamm (tidigare angavs dammhalten ofta som totaldamm).

pDR (bild 2) mäter också den projicerade ytan optiskt, men från flera partiklar i luften i en liten avgränsad volym intill instrumentet. Eftersom signalen kommer från flera partiklar samtidigt kan inte instrumentet dela upp partiklarna i olika storleksfraktioner. Instrumentet ger ofta ett värde lägre än inhalerbart och ofta även i underkant vid jämförelse med totala aerosolhalten. Även för detta instrument bygger den beräknade masshalten på antagandet att partiklarnas densitet är 1.

P-Trak (bild 3) räknar huvudsakligen nanopartiklar. Instrumentet räknar partiklar som är större än cirka 20 nm. Instrumentet togs med eftersom vissa alternativa bearbetningsmetoder kan misstänkas emittera mer nanopartiklar.

GRIMM, pDR och P-Trak sparar mätvärdena i form av medelvärden från 6, 5 respektive 1 sekunds mätning. Instrumenten var ofta i drift under hela besökstiden i verkstadslokalerna och tiden för besöken på de olika mätplatserna noterades. Eftersom instrumenten var i drift hela tiden erhöles även värden för tiden mellan mätplatserna. I resultatredovisningen redovisas ibland även dessa värden. GRIMM och pDR anger halterna i $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ($1000 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 1 \text{mg}/\text{m}^3$) och P-Trak anger antal partiklar/ cm^3 .



Bild 1. Direktvisande instrument för mätning av respirabelt, bronkialt och inhalerbara partiklar. Fabrikat Grimm och modell 1.108.



Bild 2. Direktvisande instrument för totalhalt partiklar. Fabrikat MIE och modell pDR 1000 AN.



Bild 3. Direktvisande instrument för mätning av nanopartiklar. Fabrikat TSI och modell 8525 P-Trak.

1.3 Mätning av nanopartiklar

För en del ämnen ger nanopartiklar en annan hälsopåverkan än större partiklar av samma ämne. Mätning utfördes därför även av halten nanopartiklar.

Det finns inga gränsvärden för nanopartiklar men inom EU har gränsvärden för vissa typer av nanopartiklar föreslagits, dock ej för skärvätskedimma.

Eftersom nanopartiklar har så låg vikt är masshalten ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) av mindre intresse. Halten anges normalt som antal partiklar/ml (cm^3) luft. Vanliga halter utomhus är 5000 – 20000 partiklar/ cm^3 . Inomhus brukar halten vara lägre, ofta kring 5000/ cm^3 . Exponeringen vid svetsning kan vara över 100 000/ cm^3 .

Nanopartiklar bildas vid heta processer och kan därför förväntas bildas vid en skärprocess med otillräcklig kylning, varmgång i lager, vissa fel i elmotorer mm. Om kylningen fungerar som avsett bör skärande bearbetning inte orsaka mätbar förändring i nanopartikelhalten i fabrikslokalerna.

1.4. Mätning av halt och förekomst av mikroorganismer

Prov för mätning av antalet luftburna sporer och skärvätskepartiklar med mikroorganismer togs på plattor med näringslösning med ett instrument RCS (Rotary Centrifugal air Sampler, se bild 4).

Två typer av prov togs, ett för bestämning av mögelsvamp och ett för bestämning av totalantalet av svamp respektive bakterier. Mättiden var för det mesta 10 minuter, men mättider på upp till 20 minuter förekom. Proverna analyserades på IVL:s laboratorium med avseende på antalet kolonibildande enheter. Enhet: CFU/m³.

Det saknas gränsvärden för mikroorganismer och att jämföra dessa mätningar med. Erhållna halter jämfördes med halten utomhus som referens. I redovisningen har halten inne dividerat med halten ute beräknats. Värdet 1 innebär samma halt inne som ute medan värden över 1 innebär att halten inne var högre än ute. Normalt sett ska mögel inte växa till inomhus. Mögelhalterna brukar vara lägre inomhus än utomhus medan det är tvärtom med bakterier. En bakteriekälla inomhus är människan. Något mer bakterier inne än utomhus är därför helt normalt.

Proverna har inte analyserades med avseende på olika typer av bakterier, mycobakterier och ämnen från mikroorganismerna till exempel endotoxiner. Vi kan därför inte uttala oss om dessa kan ha haft någon betydelse för upplevda besvär.



Bild 4. RCS. Instrument för provtagning av mikroorganismer. Med fläkten som ses högst upp på instrumentet kastas mikroorganismer mot fläkthusets vägg. Längs väggen placeras en plastremsa med näringslösning.

Bilaga 3. Enkäter

En enkät utvecklades för att kartlägga förekomst och omfattning av besvär samt arbetet med skärvätskor.

1. Enkätfrågor om besvär

I enkätens del om beskrivning av besvär skulle besvärsupplevelsen under de tre senaste månaderna beskrivas. Följande frågor om besvär ställdes;

Frågor om luftvägar

- andfäddhet
- irriterad, täppt eller rinnande näsa
- heshet
- halstorrhet
- näsblod
- hosta med slem
- torrhosta

Frågor om hud inklusive ansikte

- klåda, svett, irritation i ögon
- torr eller rodnad hud i ansikte
- fjällning/klåda i hårbotten/öron
- torr kliande rodnad hud på händer

Illamående, yrsel, frossa

- attacker av feber eller frossbrytningar utan att vara förkyld
- illamående/yrsel

Huvud

- trötthet
- tung i huvudet
- huvudvärk
- koncentrationssvårigheter

Övrigt

- annat

Det fanns tre svarsalternativ om besvärens omfattning (nej aldrig, ja ibland och ja varje vecka) och en följdfråga där man svarade på om man ansåg att besvären orsakats av skärvätskan. Den sistnämnda frågan sammanställdes inte. Det fanns också frågor, som inte sammanställdes, där de med mer besvär fick beskriva besvären närmare samt hur länge de varade och när under en arbetsvecka besvären framträdde.

Ett avsnitt gällde tidigare besvär som omfattade följande frågor;

- har du haft astmatiska besvär efter 15 års ålder
- har du haft höснуva efter 15 års ålder
- har du haft eksem efter 15 års ålder
- har du haft böjveckseksem som barn
- förekommer allergiska sjukdomar för övrigt i familjen (astma, höснуva, eksem)

2. Redovisning och sammanställning av enkätsvaren

Enkätsvaren redovisas i uppdelat på grupper inom respektive företag. En grupp kan vara en eller flera exponerade yrkeskategorier, alla exponerade på en produktionsavdelning eller exponerade längs en produktionslinje. Bedömning av vilka som var exponerade och fick besvara enkäten avgjordes av respektive företag. I enstaka fall fanns önskemål från personal att delta i enkätundersökningen trots att

företaget bedömt exponeringen som mycket låg. Det fanns också personal i något enstaka fall som inte deltog trots att mätningar utförts på arbetsplatsen. I redovisningen förekommer en yrkesgrupp operatörer. I regel men inte alltid, avses CNC-operatörer.

Grupperna fördelar sig enligt tabell 1 på de besökta företagen.

Tabell 1. Grupper som besvarat enkäten.

Företag	Grupper		
A	1. Huvudsakligen operatörer	2. Underhållspersonal	
B	3 Operatörer, slipare, svarvare, mm	3a Huvudsakligen operatörer	4. Operatör, svarvare jiggborrare, mm
	5. Reparatörer, tekniker, elektriker, mm	6. Operatörer, filare vakuumlödare mm	
C	7. Operatörer	8. Operatörer	9. Operatörer, slipare
	10. Operatörer	11. Operatörer	12. Operatörer
	13. Operatörer	14. Operatörer	15. Operatörer
	16. Processtekniker	17. Truckförare	
D	18. Operatörer	19. Operatörer	20. Operatörer
	21. Operatörer		
E	22. Operatörer, filare, vakuumlödare mm	23. Operatörer	24. Operatörer
	25. Operatörer	26. Operatörer	
F	27. Operatörer, svarvare mm	28. Operatörer	29. Operatörer
G	30. Operatör, färdig-ställare, buntare	31. Mekaniker, reparatör, underhåll	32. Operatör, slipare, centerslipare, svarvare
H	33. Operatörer mm		

Enkäten innehöll fler frågor som inte är sammanställda eller sammanställda men inte utvärderade. Exempel på svar som inte redovisas är kön, ålder, arbetstid, psykosociala faktorer, några av de efterfrågade arbetsmiljöfaktorerna och skrivna kommentarer till svar. I tabell 1 och 2 redovisas besvärsupplevelse, tabell 3 och 4 exponering samt i tabell 5 och 6 arbetsmiljön, användning av personlig skyddsutrustning och inkapsling av processen.

I sammanställningen över svaren har besvärsfrågorna summerats under några få rubriker; luftvägar, hud, illamående/yrsel/frossa, huvud, annat och tidigare besvär. Detta för att få enklare överblick över enkätsvaren. Besvaren har värderats till 0 (nej aldrig), 1 ja ibland eller 2 (och ja varje vecka) efter graden av besvär. Det medför att två personer som fyllt i ja ibland ger samma bidrag till resultatet som en person som fyllt i ja varje vecka. Om alla i en grupp svarar enligt svarsalternativet som anger mest besvär (ja varje vecka), d blir resultatet 100. Har alla i en grupp svarat att de aldrig under de tre senaste månaderna har haft besvär blir värdet 0.. Även sammanställning av svaren på frågor om arbetsmiljön, exponering, åtgärder och tidigare besvär har svar på flera frågor summerats på samma sätt som besvär. I tabellerna är alltid skalan mellan 0 (bäst) och 100 (sämst).

Vi har inte haft någon insyn i hur stor andel av de tillfrågad som svarat på enkäten, men enligt uppgifter från respektive företag så är det i regel ingen eller endast någon enstaka person som inte svarat. I de inlämnade enkäterna finns ibland obesvarade frågor. I tabellen redovisas detta bortfall per fråga. Eftersom

svarsfrekvensen för frågorna under en rubrik är olika redovisas bortfallet som ett intervall. I tabellerna anges sedan bortfallet för frågan med bäst andel svar och sämst andel svar. Eftersom få fyllt i under rubriken annat har frågan inte tagits med i sammanställningen. Eventuella avvikelser i bortfallet framgår av respektive tabells texthuvud.

3. Enkätresultat för frågorna om besvär

I tabell 2 och 3 har resultaten av besvärfrågorna sammanställts.

Tabell 2. Besvärssupplevelse under senaste tre de månaderna. I svaren under rubriken tidigare besvär anger siffran andelen som tidigare haft besvär. För grupp 2 var bortfallet 100 för frågorna under rubriken tidigare besvär.

Grupp	Arbeten	Antal en-käter	Bortfall	Luftvägar	Hud	Illamående/Yrsel/frossa	Huvud	Tidigare besvär
Företag A								
1	Huvudsakligen Operatörer	25	0-4	83	85	87	71	24
2	Underhållspersonal	3	0-33	0	11	0	28	-
Företag B								
3	Operatörer, slipare, svarvare, mm	81	2-9	25	29	10	35	16
3a (ur 3)	Huvudsakligen Operatörer	26	0-8	85	79	93	72	21
4	Operatör, svarvare jiggborrare, mm	36	6-11	12	16	10	37	17
5	Reparatörer, tekniker, elektriker, mm	12	8-17	27	27	11	38	6
6	Operatörer, filare vakuumlödare, mm	22	4-14	13	21	6	28	13
Företag C								
7	Operatörer	33	3-9	24	22	21	47	12
8	Operatörer	28	0-11	38	35	18	44	11
9	Operatörer, slipare	36	2-12	34	41	13	49	23
10	Operatörer	23	4-5	36	26	16	50	18
11	Operatörer	26	3-12	30	34	9	45	21
12	Operatörer	21	0-10	24	35	7	45	17
13	Operatörer	22	0-9	31	37	15	45	15
14	Operatörer	26	0-28	27	29	30	49	20
15	Operatörer	8	0-13	39	29	23	53	17
16	Processtekniker	11	0-28	30	37	30	43	9
17	Truckförare	17	0-12	28	32	16	41	18
Företag D								
18	Operatörer	12	8-12	16	15	2	36	38
19	Operatörer	5	0	8	15	10	32	47
20	Operatörer	9	0	5	14	6	53	43
21	Operatörer	28	3-11	33	34	13	46	24

Tabell 2. Fortsättning från föregående sida.

Grupp	Arbeten	Antal en- käter	Bort- fall	Luft- väga r	Hud	Illamående/ Yrsel/frossa	Hu- vud	Tidi- gare besvär
Företag E								
22	Operatörer, filare, vakuumlödare, mm	4	0-25	21	17	0	65	33
23	Operatörer	5	0	27	48	7	62	27
24	Operatörer	12	8-17	36	35	12	56	8
25	Operatörer	15	0-14	30	25	5	48	21
26	Operatörer	24	0-9	25	35	14	40	7
Företag F								
27	Operatörer, svarvare, mm	17	0-12	27	20	8	42	16
28	Operatörer	5	0-20	22	8	0	32	13
29	Operatörer	11	0-28	31	15	7	32	15
Företag G								
30	Operatör, färdig- ställare, buntare (se-kundärt exponerad)	13	0-16	6	8	3	21	10
31	Mekaniker, reparatör, underhåll	18	0-6	7	9	0	13	7
32	Operatör, slipare, centerslipare, svarvare	42	3-19	15	19	8	18	7
Företag H								
33	Operatörer mm	8		21	14	4	39	43

Tabell 3. Sammanställning av resultaten från tabell 2 (besvär) uppdelat på yrken. Medelvärden (och standardavvikelse inom parentes).

Arbeten	Antal grupper	Luftvägar	Hud	Illamående/Yrsel/frossa	Huvud	Tidigare besvär
Operatörer	19	32,5 (20,3)	32,7 (20,1)	19,0 (25,8)	48,0 (11,6)	21,2 (10,7)
Blandade grupper inkl operatörer	9	22,4 (8,1)	23,4 (9,2)	7,9 (4,2)	39,9 (13,3)	21,4 (10,9)
Blandade grupper exkl operatörer (främst underhåll, och olika tekniker mm)	5	18,4 (13,9)	23,2 (12,6)	11,4 (12,5)	32,6 (12,4)	8,0 (6,5)

4. Enkätfrågor om arbetet med skärvätska

I enkätens del om exponering ställdes följande frågor;

- Får du stänk av droppar av skärvätska på dina händer under arbetet
- Brukar dina händer vara blöta av skärvätska
- Brukar det finnas stänk eller droppar av skärvätska på dina kläder
- Brukar du använda tryckluft i samband med arbete med skärvätskor
- Händer det att du tvättar/sköljer av någon maskin med skärvätska

Varje fråga hade fyra svarsalternativ för skattning av omfattningen av exponeringen. För de fyra första frågorna var alternativen; aldrig, mindre än tio minuter per dag, tio – trettio minuter per dag och mer än trettio minuter per dag. För sista frågan var svarsalternativen; aldrig, sällan-varje månad, Ibland-varje vecka och ofta-dagligen.

5. Sammanställning av enkätsvar om arbetet med skärvätska

Enkätresultatet är sammanställt i tabell 4 och 5. Precis som tidigare är skalan från 0 till 100 där 0 är bäst och 100 sämst. I tabellerna har de två frågorna om skärvätska på händer summerrats och redovisas som ett värde under rubriken hud.

Tabell 4. Exponeringsbedömning enligt enkätsvaren. 0 betyder att ingen i gruppen exponerats och 100 att alla exponerats. I några grupper var bortfallet stort på frågan om maskintvätt. Vid stort bortfall anges värdet i kolumnen för bortfall inom parentes och värdet/värdena i kolumnen gäller för bortfallet på övriga frågor.

Grupp	Arbeten	Antal enkäter	Bortfall (%)	Exponering via		Exponering vid	
				hud	kläder	trycklufts-användning	maskintvätt
Företag A							
1	Huvudsakligen Operatörer	25	0-4	41	63	62	89
2	Underhållspersonal	3	0-0(33)	17	33	50	38

Tabell 4. Fortsättning från föregående sida

Grupp	Arbeten	Antal en- käter	Bort- fall	Exponering på		Exponering vid	
				hud	kläder	trycklufts- användni ng	maskintvätt
Företag B							
3	Operatörer, slipare, svarvare, mm	81	2-4	59	59	24	27
3a (ur 3)	Huvudsakligen Operatörer	26	0-1	38	59	58	85
4	Operatör, svarvare jiggborrare, mm	36	0-6	47	49	14	2
5	Reparatörer, tekniker, elektriker, mm	12	8-9	31	41	55	7
6	Operatörer, filare vakuumlödare, mm	22	4-9	38	44	45	4
Företag C							
7	Operatörer	33	3	58	75	25	81
8	Operatörer	28	0-8	58	71	61	70
9	Operatörer, slipare	36	0-6	41	53	52	75
10	Operatörer	23	0-5	47	58	58	62
11	Operatörer	26	0-4	57	68	66	77
12	Operatörer	21	0	73	68	51	82
13	Operatörer	22	4-5	73	80	39	69
14	Operatörer	26	0-4	75	70	37	67
15	Operatörer	8	0	56	84	44	81
16	Processtekniker	11	0-19	40	36	73	50
17	Truckförare	17	0-6 (47)	0	0	100	0
Företag D							
18	Operatörer	12	8	58	82	45	30
19	Operatörer	5	0-20	53	33	53	40
20	Operatörer	9	0	56	67	52	70
21	Operatörer	28	0-4	63	81	21	86
Företag E							
22	Operatörer, filare, vakuumlödare mm	4	0	97	100	19	44
23	Operatörer	5	0	98	60	0	30
24	Operatörer	12	0	84	58	6	25
25	Operatörer	15	0-14	92	90	5	6
26	Operatörer	24	0-5	89	73	10	9
Företag F							
27	Operatörer, svarvare mm	17	0-6	52	36	34	48
28	Operatörer	5	0	53	30	0	85
29	Operatörer	11	0	31	30	20	82

Tabell 4. Fortsättning från föregående sida

Grupp	Arbeten	Antal en- käter	Bort- fall	Exponering på		Exponering vid	
				hud	kläder	trycklufts- användning	maskintvätt
Företag G							
30	Operatör, färdig- ställare, buntare (sekundärt exponerad)	13	7-8	26	33	33	25
31	Mekaniker, reparatör, underhåll	18	0-6	52	50	46	45
32	Operatör, slipare, centerslipare, svarvare	42	2-3	69	72	70	77
Företag H							
33	Operatörer mm	8	12-25	74	83	100	94

Tabell 5. Sammanställning av resultaten från tabell 3 (exponering) uppdelat på yrken. Medelvärden (och standardavvikelse inom parentes).

Arbeten	Antal grupper	Exponering på		Exponering vid	
		hud	kläder	Trycklufts- användning	maskintvätt
Operatörer	19	62,6 (18,7)	64,2 (17,3)	36,4 (23,1)	60,0 (27,4)
Blandade grupper inkl operatörer	9	60,0 (18,5)	64,1 (21,1)	42,1 (28,3)	50,7 (34,5)
Blandade grupper exkl operatörer (främst underhåll, och olika tekniker mm)	5	28,0 (20,2)	32,0 (19,0)	64,8 (22,2)	28,0 (22,9)

6. Enkätfrågor om arbetsmiljö och några åtgärder

Enkäten innehöll en del frågor om inneklimatet eftersom en del besvär som beskrivs även förekommer hos personer som bor eller arbetar i så kallade sjuka hus. Endast svaren på fyra av frågorna togs med. Endast två frågor om åtgärder ställdes; om användning av skyddshandskar och om inkapsling av maskiner. I enkäten ingick följande frågor;

I enkätens del om exponering ställdes följande frågor;

- drag
- för hög rumstemperatur
- varierande rumstemperatur
- för låg rumstemperatur
- instängd (dålig) luft
- torr luft
- obehaglig lukt
- statisk elektricitet som gör att du lättare får stötar

- andras tobaksrök
- buller
- belysning som är för svag eller bländande och/eller reflexer
- damm och smuts
- brukar du använda skyddshandskar
- om du arbetar vid en eller flera maskiner är den/de. . . (fråga om inkapsling)

Med undantag för de tre sista frågorna fanns tre svarsalternativ, ja ofta (dagligen), ja ibland (vecka – månad) och nej (aldrig). På frågan om skyddshandskar var svarsalternativen aldrig, mindre än tio minuter per dag, tio – trettio minuter per dag och mer än trettio minuter per dag. För sista frågan var svarsalternativen; inbyggd, en sida öppen och ännu mer öppen – inte inbyggd alls. Svar på fyra frågor om innemiljö har sammanställts, upplevelsen av luftkvaliteten (instängd luft, torr luft och obehaglig lukt) summerad till ett svar ”luftkvalitet” samt damm och smuts som redovisas som ”damm”.

7. Svar på enkätfrågor om arbetsmiljö och åtgärder

Resultaten redovisas i tabell 6 och 7.

Tabell 6. Arbetsmiljö och några åtgärder enligt enkätsvaren. 0 betyder att arbetsmiljö och åtgärder bedöms som bra och 100 motsatsen. Höga bortfallsvärden beror på få svar på frågan om inkapsling för grupperna 2, 5, 8, 16, 17, 26, 28, 30, 31 och 33. För grupperna 13 och 29 beror det höga bortfallet på få svar på arbetsmiljödelen. För gruppen 33 hade låg svarsfrekvens främst på frågan om inkapslingen.

Grupp	Arbeten	Antal enkäter	Bortfall	Luftkvalitet	Damm	Använder ej skyddshandskar	Maskin ej inkapslad
Företag A							
1	Huvudsakligen Operatörer	25	0-4	54	75	95	11
2	Underhållspersonal	3	0-33	37	33	58	50
Företag B							
3	Operatörer, slipare, svarvare, mm	81	1-5	39	57	21	54
3a (ur C3)	Huvudsakligen Operatörer	26	0-2	52	70	88	14
4	Operatör, svarvare jiggborrare, mm	36	0-6	28	42	29	50
5	Reparatörer, tekniker, elektriker, mm	12	8-25	49	73	61	74
6	Operatörer, filare vakuumlödare, mm	22	0-9	14	35	27	8
Företag C							
7	Operatörer	33	0-9	64	70	2	43
8	Operatörer	28	0-11	10	82	6	23
9	Operatörer, slipare	36	2-9	48	63	3	26
10	Operatörer	23	0-5	59	70	11	6

Tabell 6. fortsättning från föregående sid

Grupp	Arbeten	Antal enkäter	Bortfall	Luftkvalitet	Damm	Ej skyddshandskar	Ej inkapsling
11	Operatörer	26	0-8	54	74	3	4
12	Operatörer	21	0-5	51	75	26	82
13	Operatörer	22	0-14	58	73	21	8
14	Operatörer	26	0-4	56	68	10	32
15	Operatörer	8	0	64	63	9	0
16	Processtekniker	11	0-28	73	79	30	75
17	Truckförare	17	0-83	58	73	40	33
Företag D							
18	Operatörer	12	0-8	40	50	13	0
19	Operatörer	5	0	13	40	70	30
20	Operatörer	9	0-4	38	50	22	11
21	Operatörer	28	0-8	52	80	0	14
Företag E							
22	Operatörer, filare, vakuumlödare, mm	4	0	33	33	94	25
23	Operatörer	5	0	60	27	100	0
24	Operatörer	12	0-9	74	36	94	6
25	Operatörer	15	0-7	54	13	95	4
26	Operatörer	24	0-26	54	23	96	11
Företag F							
27	Operatörer, svarvare, mm	17	0-6	56	27	36	0
28	Operatörer	5	0-20	47	40	15	17
29	Operatörer	11	0-19	55	52	16	0
Företag G							
30	Operatör, färdigställare, buntare (sekundärt exponerad)	13	0-24	6	34	42	43
31	Mekaniker, reparatör, underhåll	18	0-39	36	57	79	70
32	Operatör, slipare, centerslipare, svarvare	42	0-4	34	47	8	54
Företag H							
33	Operatörer mm	8	12-38	39	50	14	20

Tabell 7. Sammanställning av resultaten från tabell 3 (arbetsmiljö och några åtgärder) uppdelat på yrken. Medelvärden (och standardavvikelse inom parentes).

Arbeten	Antal grupper	Luftkvalitet	Damm	Ej skyddshandskar	Ej inkapsling
Operatörer	19	53,0 (12,7)	55,3 (20,5)	41,7 (39,7)	12,0 (12,1)
Blandade grupper inkl operatörer	9	38,1 (12,9)	48,2 (16,6)	25,7 (28,4)	27,8 (20,2)
Blandade grupper exkl operatörer (främst underhåll, och olika tekniker mm)	5	50,6 (15,5)	63,0 (18,7)	53,6 (19,1)	60,4 (18,4)

Bilaga 4. Mätresultat – partiklar och mikroorganismer

Nedan redovisas sammanställningar av resultaten från mätningar för de 33 grupperna enligt bilaga 3.

Mätresultat för företag A

Grupp 1

Mätningarna utförda 2011. Mätresultaten från de olika arbetsplatserna och andra mätpunkter redovisas i två tabeller (tabell 1 och 2) där värden från GRIMM och pDR redovisas i första tabellen följt av P-Trak och mikroorganismer i andra tabellen.

Tabell 1. Mätresultat för grupp 1. I tabellen redovisas medelvärden uppmätta på mätplatsen och inom parentes högsta och lägsta värde. Sort $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Mät-plats	Placering	Inhalerbart	Bronkialt	Respirabelt	Totalt
1	Operatörsarbets-plats maskin öppnas o rensolning mm	1300 (97-6300)	280 (86-910)	150 (50-700)	79 (34-120)
2	Operatörsarbets-plats	100 (77-130)	87 (75-95)	58 (54-61)	100 (63-170)
3	Operatörsarbets-plats	490 (100-3000)	230 (93-1000)	110 (63-280)	110 (85-170)
4	Operatörsarbets-plats, renblåsning av gods mm	680 (120-1800)	440 (120-1000)	180 (84-340)	120 (85-440)
5	Operatörsarbets-plats, renblåsning av gods mm	220 (160-320)	170 (140-200)	110 (84-130)	120 (81-130*)
6	Mätning utanför maskintvätt	170 (110-280)	150 (70-139)	110 (70-130)	130 (72-180)

Anmärkning: *Senare vid renblåsning uppmättes ett högre värde ($320 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tabell 2. Mätresultat för grupp 1. Mätningar av nanopartiklar, svamp och bakterier. För nanopartiklar redovisas medelvärden uppmätta på mätplatsen och inom parentes högsta och lägsta värde.

Mät-plats	Placering	Antal nano-partiklar/cm ³	Andel svamp inne/ute	Andel bakterier inne/ute
1	Operatörsarbets-plats maskin öppnas o renspolning mm	5500 Vid renspolning 5600-5800	<0,1	0,4
2	Operatörsarbets-plats	8300-8700 vid byte av gods i maskin	<0,1	0,2
3	Operatörsarbets-plats	8600-9300 Gradning med elverktyg 14000	-	-
4	Operatörsarbets-plats	8200-11000 bero-ende på arbete	<0,1	0,3
5	Operatörsarbets-plats	11000-12000	-	-
6	Mätning utanför maskintvätt	11000-12000	-	-

Kommentarer till mätresultaten

Bakgrundshalten vid operatörsarbetsplatserna var relativt låg, i storleksordningen 50 – 80 µg/m³ oberoende av partikelstorlek. De förhöjda halterna beror förmodligen på pågående eller nyligen avslutad öppen hantering. Exponeringen erhålls främst kortvarigt när maskinerna är öppna i samband med renspolning och renblåsning när bearbetat gods tas ut. Idag görs mycket tvätt maskinellt. Ytterligare automatisering av tvätt skulle minska exponeringen betydligt.

Slipningen av grader kan ha påverkat de uppmätta partikelhalterna, men är inte hela förklaringen till de uppmätta förhöjda halterna.

Antalet luftburna nanopartiklar var lågt vilket är väntat när den bearbetande processen fortlöper normalt. Även totalantalet svamp och bakterier var lågt, betydligt lägre än utomhus.

Grupp 2

Mätningarna utförda 2011. Mätresultaten från de olika arbetsplatserna och andra mätpunkter redovisas i två tabeller (tabell 3 och 4) där värden från GRIMM och pDR redovisas i första tabellen följt av P-Trak i andra tabellen. Ingen mätning utfördes av mikroorganismer. Ingen verksamhet pågick i lokalerna under mätningarna.

Tabell 3. Mätresultat för grupp 2. I tabellen redovisas uppmätta på respektive mätplats och inom parentes högsta och lägsta värde. Sort $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Mät-plats	Placering	Inhalerbart	Totalt	Bronkialt	Respirabelt
1	Underhållslokal, verktyg	66 (21-150)	37 (32-59)	36 (16-110)	17 (4-67)
2	Mätrum med filtrerad tilluft	19 (<1-43)	49 (37-84)	8 (<1-24)	4 (<1-12)

Tabell 4. Mätresultat för grupp 2. Mätningar av nanopartiklar (lägsta och högsta värde).

Mät-plats	Placering	Antal nano-partiklar/cm ³
1	Underhållslokal, verktyg	380-480
2	Mätrum med filtrerad tilluft	Ingen mätning

Kommentarer till mätresultaten

Genomgående mycket låga värden vilket var väntat eftersom ingen aktivitet pågick och luften i ett av rummen skall dessutom vara mycket ren. I mätrummet visade instrumentet för totalhalt betydligt högre värde än övriga instrument. Eftersom ingen emitterande verksamhet pågick har vi ingen förklaring till de högre värdena. Kanske stötte man till något med instrumentet så det blev tillfälligt högre halt kring instrumentet eller råkat hålla instrumentet mot arbetskläderna och fått smuts in i instrumentet.

De högre halter som i övrigt uppmättes berodde på att en relativt stor grupp personer som kom in i rummen. Besöksruppens rörelse virvlade upp damm från golv och andra ytor.

Mätresultat för företag B

Grupp 3

Mätningarna utförda 2010 och 2013. Mätresultaten från arbetsplatserna och andra mätpunkter redovisas i tre tabeller (tabell 5a, 5b och 6) där värden från GRIMM ses i tabell 5a och 5b. Mätningarna utfördes vid två tillfällen (2010 och 2013). 2013 användes enbart GRIMM. P Trak och mikroorganismer, som enbart mättes 2010, ses i tredje tabellen (tabell 6).

Tabell 5a. Mätresultat för grupp 3 2010. I tabellen redovisas medelvärden uppmätta på respektive mätplats och inom parentes högsta och lägsta värde. Sort $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Om fler mätpunkter finns på en mätplats har de samma mätplatsnummer men följt av annan bokstav.

Mät-plats	Placering	Inhalerbart	Bronkialt	Respirabelt
1a	Arbetsplats (operatör), öppnas i slutet av mätningen	190 (31-970)	58 (19-240)	28 (12-100)
1b	Maskinen öppnad, arbete och mätning innanför inkapslingen	1200 (36-2800)	230 (130-290)	85 (25-130)
1c	Arbetsplats, renblåsning	2200	1600	63
2a	Arbetsplats (operatör), maskin ej i drift	140 (56-180)	77 (44-110)	35 (25-68)
5	Mätvärden från förflyttning inomhus mellan arbetsplatser	98 (48-150)	54 (16-92)	23 (6-36)
7	Mätning inomhus i andra delar av fabriken där ingen bearbetning sker	53 (8-840)	20 (4-180)	11 (4-60)

Tabell 5b. Mätresultat för grupp 3 2013. I tabellen redovisas medelvärden uppmätta på respektive mätplats och inom parentes högsta och lägsta värde. Sort $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Om fler mätpunkter finns på en mätplats har de samma mätplatsnummer men följt av annan bokstav.

Mät-plats	Placering	Inhalerbart	Bronkialt	Respirabelt
1a	Arbetsplats (operatör), bearbetning pågår, maskinen öppnas ej under mätningen	54 (38 – 104)	42 (35 – 68)	30 (26 – 45)
1c	Arbetsplats, (operatör) renblåsning	115 (84 – 140)	86 (56 – 104)	48 (30 – 56)
1d	Övriga mätvärden kring arbetsplatsen och maskin	57 (37 – 85)	45 (35 – 75)	32 (27 – 47)
2a	Arbetsplats (operatör), maskin ej i drift	92 (73 – 110)	41 (40 – 43)	26 (24 – 28)
2b	Arbetsplats operatör, maskin i drift och arbetsstycke roterar	360 (110 – 700)	180 (84 – 290)	56 (38 – 69)

Tabell 5b. Fortsättning från föregående sida

Mät-plats	Placering	Inhalerbart	Bronkialt	Respirabelt
2c	Kontroll av läckage, mätning i olika punkter utanför inkapsling medan arbetsstycket roterar	1600 (160 – 2600)	1000 (110 – 1700)	250 (61 – 390)
2d		65 (57 – 84)	56 (50 – 66)	35 (32 – 36)
2e		1600 (120 – 3000)	1000 (84 – 1900)	260 (40 – 470)
2f		1600 (700 – 2300)	1100 (420 – 1600)	290 (100 – 450)
2g	Mätning i en punkt utanför vid borring, men arbetsstycket roterar ej	68 (48 – 97)	49 (43 – 56)	32 (29 – 35)
3	Nära maskin som ej var i drift	65 (58 – 74)	50 (46 – 55)	31 (29 – 33)
4a	Arbetsplats (operatör), maskin ej i drift	95 (82 – 112)	72 (64 – 78)	43 (41 – 46)
4b	Arbetsplats (operatör), maskin i drift	88 (62 – 120)	69 (58 – 78)	43 (40 – 46)
4c	Arbetsplats (operatör), maskin öppnad för arbete i maskin	110 (86 – 120)	85 (75 – 93)	48 (47 – 49)
5	Mätvärden från förflyttning inomhus mellan arbetsplatser	57 (29 – 95)	44 (28 – 76)	28 (20 – 47)
6	Mätvärden från förflyttning inomhus. Passage i gång utanför svetsarbetsplatser	170 (45 – 330)	140 (38 – 270)	74 (29 – 130)
8	Kontor i anslutning till bearbetningslokal	23 (5 – 33)	16 (5 – 24)	11 (5 – 16)

Tabell 6. Mätresultat för grupp 3. Mätningar av nanopartiklar, svamp och bakterier. Mätningarna utförda 2010.

Mät-plats	Placering	Antal nano-partiklar/cm ³	Andel svamp inne/ute	Andel bakterier inne/ute
1a	Arbetsplats (operatör)	16 000	0,3	5
1b	Maskinen öppnad, arbete och mätning innanför inkapslingen	12 000	0,2	10
2a	Arbetsplats (operatör)	52 000	-	-
2h	Inne i maskin som ej var i drift	-	<0,1	12
3	Mätvärden från förflyttning inomhus mellan arbetsplatser	60 000	-	-
4	Mätning inomhus i andra delar av fabriken där ingen bearbetning sker	12 000	-	-

Kommentarer till mätresultaten

Vid besöket 2010 pågick åtgärder för att förbättra ventilationen och kapsla in arbetsplatser för skärande bearbetning. De flesta arbetsplatser var inkapslade med undantag av några större bearbetningsmaskiner. Maskin vid mätplats 2 var inte fullt inkapslad med utsug vid besöket 2010 till skillnad från 2013 då inkapslingen var klar. Mätningarna 2013 visade att skärvätske aerosol läcker ut när större arbetsstycken roterar. Partikelhalterna var enligt de mätningar som kan jämföras lägre 2013 jämfört med 2010, vilket är förväntat med tanke på vidtagna åtgärder.

Några nanopartikelhalter var förhöjda, vilket kan bero på partiklar från svetsning.

Vid mätningarna utomhus 2010 var det få bakterier i utomhusluften. Inomhus var också bakteriehalten låg men högre än utomhus. Eftersom bakteriehalten utomhus var extremt låg blir halten inne åtskilliga gånger högre trots få bakterier.

Grupp 4

Mätningarna utförda 2010. Mätresultaten från de olika arbetsplatserna och andra mätpunkter redovisas i tabell 7. I tabellen ses mätvärden från främst GRIMM och P-Trak. Inga prov togs på mikroorganismer.

Tabell 7. Mätresultat för grupp 4. I tabellen redovisas medelvärden uppmätta på respektive mätplats och inom parentes högsta och lägsta värde.

Mät-plats	Placering	Inhalerbart, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bronkialt, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Respirabelt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Nanopartiklar antal/ cm^3
1a	Operatörsarbetsplats, maskin ej i drift. Droppsmörjning	110 (66-170)	88 (29-130)	62 (15-99)	-
1b	Operatörsarbetsplats, maskin nu i drift	270 (63-1500)	160 (59-310)	90 (41-140)	150 000- 500 000
1c	Mätning snett nedanför operatörsarbetsplats	-	-	-	150 000
1d	Mätning på gångväg en bit från operatörsarbets-plats	-	-	-	17 000 – 18 000
2a	Operatörsarbetsplats, maskin i drift	83 (32-210)	52 (32-86)	34 (25-47)	13 000
2b	Maskinen öppnas, mätning innanför	620 (75-1000)	240 (65-500)	79 (36-140)	9 000

Kommentarer till mätresultaten

Droppsmörjning utfördes utan inkapsling och trots de extremt höga halterna nanopartiklar ser luften ren ut på arbetsplatsen och ytorna på och runt arbetsplatsen upplevs inte som särskilt oljiga. Vid droppsmörjning bör processen kapslas in och förses med effektivt utsug, eventuellt kan det räcka med effektivt utsug. Även halten större partiklar var emellanåt hög.

Liksom tidigare erhöles en relativt hög exponering när maskinen var öppen för byte av gods och/eller verktyg.

Grupp 5

Inga mätningar utfördes.

Grupp 6

Mätresultaten från de olika arbetsplatserna och andra mätpunkter redovisas i två tabeller (tabell 8a och 8b) där värden från mätningar 2010 redovisar värden från främst GRIMM men också P-Trak. 2013 användes enbart GRIMM. Inga prov på mikroorganismer togs.

Tabell 8a. Mätresultat för grupp 6 2010. I tabellen redovisas medelvärden uppmätta på respektive mätplats och inom parentes högsta och lägsta värde. Om fler mätpunkter finns på en mätplats har de samma mätplatsnummer men följt av annan bokstav.

Mät-plats	Placering	Inhalerbart, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bronkialt, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Respirabelt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Nanopartiklar antal/ cm^3
1a	Operatörsarbetsplats	87 (20-140)	53 (20-93)	28 (17-43)	15000
1b	Innanför	1800 (26-4100)	340 (25-570)	170 (18-450)	-

Tabell 8b. Mätresultat för grupp 6 2013. I tabellen redovisas medelvärden uppmätta på respektive mätplats och inom parentes högsta och lägsta värde. Om fler mätpunkter finns på en mätplats har de samma mätplatsnummer men följt av annan bokstav.

Mät-plats	Placering	Inhalerbart, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bronkialt, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Respirabelt $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1a	Operatörsarbetsplats, tilluft delvis avstängd	41 (26 – 80)	35 (26 – 60)	22 (20 – 26)
1c	Operatörsarbetsplats, blåsning	81 (52 – 96)	44 (34 – 62)	25 (24 – 27)

Kommentarer till mätresultaten

Mätresultatet följer samma mönster som tidigare. Låga halter när maskin är i drift, medan högre värden erhålls vid ingrepp i maskin och något högre vid renblåsning. Även här som för C gav renblåsning lägre värden 2013 jämfört med 2010. Eftersom det är få värden kan skillnaden bero på slumpen.

Mätresultat för företag C

Grupp 7

Mätresultaten från en arbetsplats och andra mätpunkter redovisas i tabell 9. Mätningarna utfördes 2011. Ingen provtagning av mikroorganismer utfördes.

Tabell 9. Mätresultat för grupp 7. I tabellen redovisas medelvärden uppmätta på respektive mätplats och inom parentes högsta och lägsta värde.

Mät-plats	Placering	Inhalerbart $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Totalt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bronkialt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Respirabelt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Nanopartiklar antal/ cm^3
1	En av operatörernas arbetsplatser	1200 (320-2400)	-	1100 (300-2200)	690 (200-1400)	-
2a	Mätpunkter vid olika processteg där halterna misstänks vara högre	-	-	-	-	81000 (60000-110000)
2b		-	600 (450-870)	-	-	-
2c		-	650 (350-1000)	-	-	-
2d		-	610 (430-860)	-	-	-
2e		-	1100 (510-2100)	-	-	-

Kommentarer till mätresultaten

Vissa processteg var helt inkapslade medan andra var delvis inkapslade. De uppmätta lägsta värdena visar att skärvätska sprids från processen till lokalluften. Åtgärder rekommenderas för att se över hur processen kan kapslas in i kombination med att processluften förs bort effektivare.

Antalet luftburna nanopartiklar är relativt högt. Orsaken är sannolikt att det i processen eller den maskinella utrustningen finns punkter där temperaturen är så hög att förångning sker av material, olja, vatten eller skärvätska.

Grupp 8

Mätresultaten från en arbetsplats och andra mätpunkter redovisas i tabell 10 och 11. Mätningarna utfördes 2011.

Tabell 10. Mätresultat för grupp 8. I tabellen redovisas medelvärden uppmätta på olika platser längs linjen och vid arbete i maskin. Inom parentes anges högsta och lägsta värde.

Mät-plats	Placering	Inhalerbart $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Totalt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bronkialt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Respirabelt $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1	En av operatörernas arbetsplatser	590 (400-950)	-	520 (380-750)	340 (250-460)
2	Lucka till maskin öppnas	-	1600 (710-4500)	-	-
3	Verktogsbyte i maskin	-	1400 (320-3100)	-	-
4	Mät punkt vid en slipmaskin	-	520 (390-630)	-	-
5	Medelvärde från flera platser där bearbetning pågår i respektive maskin	1100 (530-2300)	-	930 (490-1500)	540 (280-700)

Tabell 11. Mätresultat för grupp 8. Mätningar av nanopartiklar, svamp och bakterier.

Mät-plats	Placering	Antal nano-partiklar/ cm^3	Andel svamp inne/ute	Andel bakterier inne/ute
6	Mät punkt vid en slipmaskin	89000 (30000-200000)	<0,1	1,3

Kommentarer till mätresultaten

Vissa processteg var helt inkapslade medan andra var delvis inkapslade. Det fanns också bearbetningssteg med enbart huv med utsug. De uppmätta lägsta värdena visar att skärvätska sprids från processen till lokalluften. Åtgärder rekommenderas för att se över hur processen kan kapslas in i kombination med att processluften förs bort effektivare.

Antalet luftburna nanopartiklar är hög, precis som för föregående grupp. Orsaken är sannolikt att det i processen eller den maskinella utrustningen fanns punkter där temperaturen var så hög att förångning sker av material eller skärvätska.

Grupp 9

Mätresultaten från en arbetsplats och andra mät punkter redovisas i tabell 12 och 13. Mätningarna utfördes 2011.

Tabell 12. Mätresultat för grupp 9. I tabellen redovisas medelvärden uppmätta på olika platser längs linjen och vid arbete i maskin. Inom parentes anges högsta och lägsta värde.

Mät-plats	Placering	Inhalerbart $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Totalt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bronkialt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Respirabelt $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1a	Vid bearbetande maskin	100 (70-150)	-	80 (70-90)	60 (50-60)
1b	Lucka till maskin öppnas	-	490 (100-1500)	-	-
3a	Vid arbetsbänk vid bearbetande maskin	340 (230-510)	-	320 (200-470)	210 (130-320)
3b	Vid maskin	680 (100-3900)	980 (140-6400)	610 (100-3600)	420 (60-2500)
4a	Arbetsplats vid bearbetande maskin	480 (340-650)	-	440 (320-600)	310 (220-430)
4b	Vid maskin	-	240 (100-430)	-	-
5	Vid bearbetande maskin	-	280 (130-640)	-	-

Tabell 13. Mätresultat för grupp 9. Mätningar av nanopartiklar, svamp och bakterier.

Mät-plats	Placering	Antal nano-partiklar/ cm^3	Andel svamp inne/ute	Andel bakterier inne/ute
3b	Vid bearbetande maskin	190000 (16000-500000)	-	-
4b	Vid bearbetande maskin	37000 (26000-47000)	<0,1	4,8

Kommentarer till mätresultaten

Vid första mätpunkten var bakgrundshalten låg. Tillfälliga höga halter beror sannolikt på läckage när maskinen öppnas. Vid andra processsteg kan läckage till lokalluften förekomma. Åtgärder rekommenderas för att se över hur processen kan kapslas in i kombination med att processluften förs bort effektivare.

Antalet luftburna nanopartiklar är ännu högre jämfört med grupp 8. Instrumentet kan inte registrera högre halter nanopartiklar. Även här finns sannolikt i processen eller den maskinella utrustningen punkter där temperaturen är så hög att förångning sker av material eller vätska.

Grupp 10

Mätresultat från en arbetsplats och andra mätpunkter redovisas i tabell 14 och 15. Mätningarna utfördes 2011.

Tabell 14. Mätresultat för grupp 10. I tabellen redovisas medelvärden uppmätta på olika platser längs linjen och vid arbete i maskin. Inom parentes anges högsta och lägsta värde.

Mät-plats	Placering	Inhalerbart $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Totalt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bronkialt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Respirabelt $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1a	På arbetsplats vid polermaskin	300 (240-450)	-	290 (230-440)	190 (160-300)
1b	Mätning vid baksidan om maskin	-	240 (280-510)	-	-
2	Allmänt i lokalluften	-	280 (150-410)	-	-
3	Olika mätpunkter vid olika maskiner	610 (250-930)	-	570 (240-850)	380 (160-550)

Tabell 15. Mätresultat för grupp 10. Mätningar av nanopartiklar, svamp och bakterier.

Mät-plats	Placering	Antal nano-partiklar/ cm^3	Andel svamp inne/ute	Andel bakterier inne/ute
1c	Vid bearbetande maskin	54000 (31000-75000)	<0,1	5,5
4	Vid bearbetande maskin	30000	-	-

Kommentarer till mätresultaten

Även från dessa maskiner förekommer läckage till lokalluften. Åtgärder rekommenderas för att se över hur inkapslingen kan förbättras i kombination med att processluften förs bort effektivare.

Antalet luftburna nanopartiklar är här betydligt lägre än föregående grupp även om det även här sker viss bildning av nanopartiklar.

Grupp 11

Mätresultaten från en arbetsplats och andra mätpunkter redovisas i tabell 16. Mätningarna utfördes 2011. Ingen mätning av mikroorganismer.

Tabell 16. Mätresultat för grupp 11. I tabellen redovisas medelvärden uppmätta på respektive mätplats och inom parentes högsta och lägsta värde.

Mät-plats	Placering	Inhalerbart $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bronkialt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Respirabelt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Totalt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Nanopartiklar antal/ cm^3
1	På arbetsplats för mätkon-troll. Platsen nära bearbe-tande maskin	240 (160-330)	200 (140-300)	110 (80-180)	140 (50-400)	44000 (20000-200000)
2	Vid slipmaskin	-	-	-	160 (80-400)	72000 (26000-200000)
3	Vid slipmaskin	-	-	-	160 (120-240)	31000 (20000-59000)

Kommentarer till mätresultaten

Bearbetningen inkapslad. Bakgrundshalterna var låga, men emellanåt förekommer högre halter. Orsaken till dessa högre halter är okänd. De behöver inte bero på läckage från bearbetningsmaskinerna. Det kan räcka med att truckar kör förbi och virvlar upp damm.

Antalet luftburna nanopartiklar på mätplats 1 och 2 varierar från normalt till höga värden. Det är osäkert om det beror på extremt hög temperatur i den bearbetande processen och dess maskinpark eller om det finns någon källa utanför bearbetningen.

Grupp 12

Mätresultaten från en arbetsplats och andra mätpunkter redovisas i tabell 17. Mätningarna utfördes 2011. Ingen mätning av mikroorganismer.

Tabell 17. Mätresultat för grupp 12. I tabellen redovisas medelvärden uppmätta på respektive mätplats och inom parentes högsta och lägsta värde.

Mät-plats	Placering	Inhalerbart $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bronkialt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Respirabelt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Totalt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Nanopartiklar antal/ cm^3
1	På en av arbetsplatserna	110 (100-140)	100 (90-110)	70 (70-80)	-	-
2	Vid slipmaskin	-	-	-	100 (80-140)	57000 (55000-60000)

Kommentarer till mätresultaten

Maskinerna var inkapslade. Bakgrundsvärdena var låga. Halten nanopartiklar var något förhöjt.

Grupp 13

Mätresultaten redovisas i tabellerna 18 och 19. Mätningarna utfördes 2011.

Tabell 18. Mätresultat för grupp 13. I tabellen redovisas medelvärden uppmätta på olika platser vid och närheten av maskin. Inom parentes anges högsta och lägsta värde.

Mät-plats	Placering	Inhalerbart $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bronkialt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Respirabelt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Totalt $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1a	På arbetsplatsen när maskinen är i drift och luckan huvudsakligen stängd	270 (110-600)	210 (100-490)	100 (40-260)	90 (40-460)
1b	Maskin i drift, luckan ofta öppen	-	-	-	120 (40-410)
1c	Hanterar arbetsstycke i maskin	-	-	-	130 (70-210)
2	Återluft efter Absolentfilter	200 (200-200)	170 (170-170)	80 (80-80)	-
3	Tilluft	30 (20-30)	20 (20-30)	10 (10-10)	-

Tabell .19 Mätresultat för grupp 13. Mätningar av nanopartiklar, svamp och bakterier.

Mät-plats	Placering	Antal nano-partiklar/ cm^3	Andel svamp inne/ute	Andel bakterier inne/ute
1a	På arbetsplatsen när maskinen är i drift och luckan huvudsakligen stängd	31000 (21000-42000)	<0,1	0,8
1d	Maskin i drift, luckan öppen	300000	-	-
3	Tilluft	12000	-	-

Kommentarer till mätresultaten

Bakgrundshalterna i lokalen var låga. Vid stängd lucka till maskinen var exponeringen något förhöjd. I. När luckan är öppen ökar exponeringen.

Antalet nanopartiklar i lokalluften var något högre än tilluften. Vid arbete med luckan öppen blev antalet nanopartiklar mycket högt.

Kontroll av ett Absolent-filter visar att reningen inte fungerar optimalt. När den reade luften släpps ut i lokalen återförs partiklar (skärvätskedimma) till lokalen. Andra mätningar av återluften visade mycket låga halter, se grupp 27.

Grupp 14

Mätresultaten redovisas i tabell 20. Mätningarna utfördes 2011. Ingen mätning utfördes med pDR på grund av instrumentfel. Mätning utfördes enbart med GRIMM.

Tabell 20. Mätresultat för grupp 14. I tabellen redovisas medelvärden uppmätta på olika platser vid och närheten av maskin. Inom parentes anges högsta och lägsta värde.

Mät-plats	Placering	Inhalerbart $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bronkialt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Respirabelt $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1	Operatörsarbetsplats	100 (80-140)	80 (70-100)	50 (40-50)
2	Operatörsarbetsplats	110 (60-210)	90 (60-130)	50 (40-70)
3	Maskinen öppnas, instrumentet hålls intill öppningen	1100 (1100-1100)	200 (200-200)	50 (50-60)

Kommentarer till mätresultaten

Bakgrundshalterna i lokalen var låga. När luckan var öppen blev exponeringen hög. Vid enstaka tillfällen förekom förhöjda halter, bland annat när luckan var stängd. Oklar orsak till dessa något förhöjda halter.

Grupp 15

Mätresultaten redovisas i tabell 21. Mätningarna utfördes 2011. Ingen mätning utfördes med pDR på grund av instrumentfel. Mätning utfördes med GRIMM och P-Trak.

Tabell 21. Mätresultat för grupp 15. I tabellen redovisas medelvärden uppmätta på olika platser vid och närheten av maskin. Inom parentes anges högsta och lägsta värde.

Mät-plats	Placering	Inhalerbart $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bronkialt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Respirabelt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Nanopartiklar antal/ cm^3
1	Operatörs-arbetsplats	220 (70-700)	130 (60-280)	80 (40-240)	-
2	Operatörs-arbetsplats	160 (100-240)	130 (90-170)	70 (50-90)	-
3	Mätning med instrumentet hållet nära maskin samt nära öppning vid öppning och när maskin är öppnad.	1400 (360-2200)	440 (260-830)	180 (60-390)	18000-30000
4	Vid maskin	-	-	-	>200000

Kommentarer till mätresultaten

Bakgrundshalterna i lokalen var låga med enstaka höga toppar. När luckan var öppen blev exponeringen hög. För mätplats 3 uppmättes det högre värdet utanför stängd maskin. Vid denna mätplats var halten nanopartiklar hög.

Grupp 16

Mätresultat från flera rum för skärvätskelagring och hantering. Resultaten redovisas i tabell 22 och 23. Mätningarna utfördes 2011.

Tabell 22. Mätresultat för grupp 16. I tabellen redovisas medelvärden uppmätta på olika platser längs linjen och vid arbete i maskin. Inom parentes anges högsta och lägsta värde.

Mät-plats	Placering	Inhalerbart $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bronkialt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Respirabelt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Totalt $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1	Vid tank	190 (130-260)	190 (130-250)	130 (90-170)	-
2	Mellan tankar				150 (90-240)
3	Vid utmatning, brikettering	640 (70-790)	190 (70-290)	80 (40-150)	-
4	Brikettering	-	-	-	230 (140-400)
5	Brikettering	-	-	-	130 (40-170)
6	I tankrum				90 (40-160)
8	Vid tank				80 (60-130)
9	I tankrum	40 (30-50)	30 (30-40)	20 (20-30)	60 (50-80)
10	I tankrum	1400 (410-1600)	480 (130-580)	300 (40-370)	-
12	I tankrum	130 (30-260)	60 (30-110)	30 (20-50)	70 (50-140)
13	I tankrum	140 (80-260)	120 (60-250)	70 (30-150)	-
14	I tankrum	480 (140-1100)	430 (90-1100)	270 (60-780)	-
15	I tankrum				110 (50-250)

Tabell 23. Mätresultat för grupp 16. Mätningar av nanopartiklar, svamp och bakterier.

Mät-plats	Placering	Antal nano-partiklar/cm ³	Andel svamp inne/ute	Andel bakterier inne/ute
2	Mellan tankar		<0,1	0,8
7	Vid energisystem	16000 (14000-20000)	-	-
11	Vid energisystem	25000	-	-
12	I tankrum	16000 (16000-17000)	-	-
15	I tankrum	30000 (15000-44000)	-	-

Kommentarer till mätresultaten

I lokaler för skärvätskehantering var bakgrundshalterna normalt låga, men det fanns enstaka platser där högre halter förekom. Även i tankrummen fanns visst behov av åtgärder. I ett av tankrummen kan de uppmätta halterna av främst grova partiklar bero på tidigare avsatt damm som virvlas upp av rörelse i rummet.

Nanopartiklarna var låga med undantag för en enstaka förhöjd halt.

Grupp 17

Inga mätningar utfördes.

Mätresultat för företag D

Grupp 18

Mätresultaten redovisas i tabellerna 24 och 25. Mätningarna utfördes 2011.

Tabell 24. Mätresultat för grupp 18. I tabellen redovisas medelvärden uppmätta på olika platser vid och närheten av maskin. Inom parentes anges högsta och lägsta värde.

Mät-plats	Placering	Inhalerbart µg/m ³	Bronkialt µg/m ³	Respirabelt µg/m ³	Totalt µg/m ³
1	Arbetsbänk några m från närmaste maskin	77 (54-130)	49 (38-62)	27 (22-32)	56 (43-130)
2	På arbetsbänk intill maskin	83 (52-120)	64 (37-100)	37 (24-56)	76 (48-130)

Tabell 25. Mätresultat för grupp 18. Mätningar av nanopartiklar, svamp och bakterier.

Mät-plats	Placering	Antal nano-partiklar/cm ³	Andel svamp inne/ute	Andel bakterier inne/ute
1	Arbetsbänk några m från närmaste maskin	21000-27000	0,1	1,9
2a	På arbetsbänk intill maskin	18000-31000	-	-
2b	Vid arbetsbänken, tillfälligt	74000	-	-

Kommentarer till mätresultaten

Genomgående låga värden. Ingen maskin öppnades under mätningen. Endast en högre halt av nanopartiklar vid ett maskinellt moment.

Grupp 19

Mätresultaten redovisas i tabellen 26. En kontrollmätning utfördes efteråt i en annan del av fabriken för att kontrollera om samma aerosolbildning förekom på andra platser än den som redovisas i tabell 26.

Mätningarna utfördes 2011. Ingen mätning av mikroorganismer.

Tabell 26. Mätresultat för grupp 19 i tabellen redovisas medelvärden uppmätta på olika platser vid och närheten av maskin. Inom parentes anges högsta och lägsta värde.

Mät-plats	Placering	Inhalerbart µg/m ³	Bronkialt µg/m ³	Respirabelt µg/m ³	Totalt µg/m ³	Nano-partiklar antal/cm ³
1	På arbetsbänk vid maskin	76 (57-100)	67 (55-86)	47 (40-55)	71 (54-83)	15000-25000
2a	På arbetsbänk vid maskin	51 (42-62)	47 (40-59)	33 (28-43)	30 (50-90)	24000-70000
2b	Mätning i olika punkter vid maskin	640 (320-2100)	570 (120-2000)	390 (33-1300)	-	Upp till 100000
2c	Mätning relativt nära maskin ovan-för och i närheten av ränna för skärvätska under plåt i golv	1500 (730-2100)	1500 (690-2000)	940 (440-1300)	-	

Tabell 27. Mätresultat för en arbetsplats där personalen inte ingått i enkäten. Referensmätning till mätningarna på mätplats 2c som redovisas i tabell 26. Inom parentes anges högsta och lägsta värde.

Mät-plats	Placering	Inhalerbart $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bronkialt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Respirabelt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Totalt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Nano-partiklar antal/ cm^3
3a	Mätning på låda en bit från maskin	140 (45-320)	70 (41-130)	36 (26-53)	64 (45-170)	2900-5500
3d	Mätning ovanför och i närheten av ränna för skärvätska under plåt i golv	200 (70-230)	79 (48-90)	27 (26-29)	-	
3e	Under plåt ovanför skärvätskeytan	-	-	-	-	16000

Kommentarer till mätresultaten

De anställda klagade på luften vid maskin, men visste inte vad som var orsaken till den upplevda dåliga luftkvaliteten. På platsen syntes inga luftföroreningar trots den höga halten. Endast med mätinstrumenten kunde källan lokaliseras.

Värdena var normalt sett låga. Ingen maskin öppnades under mätningen. Från en ränna för skärvätska som gick under plåtar i golvet spreds kondensationspartiklar till lokalluften (Mätplats 2). Eftersom det var kondensationspartiklar blev halten nanopartiklar hög. I mätpunkten ovanför rännan i en annan del av fabriken fanns inte motsvarande spridning av nanopartiklar.

Grupp 20

Mätresultaten redovisas i tabellerna 28 och 29. Mätningarna utfördes 2011.

Tabell 28. Mätresultat för grupp 20. I tabellen redovisas medelvärden uppmätta på olika platser vid och i närheten av maskin. Inom parentes anges högsta och lägsta värde.

Mät-plats	Placering	Inhalerbart $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bronkialt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Respirabelt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Totalt $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1	Arbetsbänk några m från närmaste maskin	170 (110-290)	140 (77-180)	93 (38-120)	110 (66-190)
2	På vagn nära maskin	130 (110-150)	96 (77-120)	61 (49-80)	71 (55-98)
3	På fast arbetsbänk i ställrum	120 (83-180)	84 (75-94)	47 (44-51)	95 (57-180)
4a	På verktygsbänk några meter från maskin	270* (130-390)	200* (110-310)	100* (58-160)	84* (50-220)
4b	Mätning med instrumentet hållet alldeles intill maskinens observationsfönster	520 (270-730)	450 (220-630)	240 (110-340)	-

Anmärkning* Mätningen inte under exakt samma mättid för instrumenten. Grimm flyttades för mätning nära maskin medan pDR stod kvar och mätt

Tabell 29. Mätresultat för grupp 20. Mätningar av nanopartiklar, svamp och bakterier.

Mät-plats	Placering	Antal nano-partiklar/cm ³	Andel svamp inne/ute	Andel bakterier inne/ute
1	Arbetsbänk några m från närmaste maskin	8000-12000	0,1	0,9
2	På vagn nära maskin	7000-13000	0,1	1,1
3	På fast arbetsbänk i ställrum	4500-5500	-	-
4a	På verktygsbänk några meter från maskin	7200-12000	<0,1	5,5

Kommentarer till mätresultaten

Värdena var något förhöjda vilket kan bero på visst läckage från maskin till lokal, vilket också kunde påvisas vid mätning intill maskinen. På verktygsbänken var också bakteriehalten högre. Ingen förhöjning av halten nanopartiklar, vilket tyder på att när den skärande bearbetningen fortgår normalt bildas mycket få nanopartiklar.

Grupp 21

Mätresultaten redovisas i tabellerna 30 och 31. Mätningarna utfördes 2011.

Tabell 30. Mätresultat för grupp 21. I tabellen redovisas medelvärden uppmätta på olika platser vid och närheten av maskin. Inom parentes anges högsta och lägsta värde.

Mät-plats	Placering	Inhalerbart µg/m ³	Bronkialt µg/m ³	Respirabelt µg/m ³	Totalt µg/m ³
1a	Arbetsbänk intill passage till maskin. Öppningen stängd	120 (86-180)	95 (81-120)	54 (48-65)	-
2a	Placering på annan yta cirka 1 m från passage till maskin. Öppningen stäng	-	-	-	79 (59-200)
1b	Arbetsbänk intill passage till maskin som nu är öppen.	150 (99-190)	96 (84-110)	49 (48-51)	-
2b	Placering på annan yta cirka 1 m från passage till maskin som nu är öppen.				82 (64-120)
3.	Mätning i gång mellan maskiner.	200* (100-250)	150* (88-150)	80* (56-110)	130* (59-350)
4	Mätning vid öppning för utmatning av gods	340 (160-700)	270 (110-600)	140 (64-340)	-

Anmärkning: * Grimm flyttades efter cirka 4 minuters mätning för mätning vid utmatningen (mätplats 4) medan pDR hela tiden på arbetsplatsen stod kvar mellan maskinerna.

Tabell 31. Mätresultat för grupp 21. Mätningar av nanopartiklar, svamp och bakterier.

Mät-plats	Placering	Antal nano-partiklar/cm ³	Andel svamp inne/ute	Andel bakterier inne/ute
1	Arbetsbänk intill passage till maskin*.	8000-12000	-	-
2	Placering på annan yta cirka 1 m från passage till maskin*.	-	<0,1	2,1
3	Mätning i gång mellan maskiner.	6200-8500**	<0,1	3,8

Anmärkning: * Framgår ej av anteckningarna om mätningen utfördes när det var stängt eller öppet till maskin.

**Ett högre värde uppmättes även (13000 partiklar/cm³)

Kommentarer till mätresultaten

De halter som uppmättes på mätplats 3 visar att processluft läcker från maskinen till lokalluften. Partiklar läcker ut från maskinerna när dörr eller lucka i inkapslingen öppnas. Processutsuget har då inte tillräcklig kapacitet för att fånga in skärvätskedimman och hindra att den sprids ut i lokalen. Av samma skäl är utsuget otillräckligt för att förhindra läckage till lokalen via öppningen för utmatning av bearbetat gods.

Halterna av nanopartiklar är genomgående låga. Det finns inga tillräckligt heta processer eller maskindelar för det ska bildas noterbara halter.

Mätresultat för företag E

Grupp 22

På de flesta arbetsplatser används främst en skärvätska med hög andel olja.

Mätresultaten redovisas i tabellerna 32 och 33. Mätningarna utfördes i mars 2011 och september 2011. Värden från pDR som uppmättes i mars 2011 redovisas ej på grund av fel på instrumentet.

Tabell 32. Mätresultat för grupp 22. I tabellen redovisas medelvärden uppmätta på olika platser. Inom parentes anges högsta och lägsta värde.

Mät-plats	Placering/Månad när mätningen utfördes	Inhalerbart µg/m ³	Bronkialt µg/m ³	Respirabelt µg/m ³	Totalt µg/m ³
1	Oljedepå/september Lagret i en del av en produktionslokal med skärande bearbetning	89 (80-100)	71 (61-88)	65 (59-79)	-

Tabell 33. Mätresultat för grupp 22. Mätningar av nanopartiklar, svamp och bakterier.

Mät-plats	Placering/Månad när mätningen utfördes	Antal nano-partiklar/cm ³	Andel svamp inne/ute	Andel bakterier inne/ute
2	Tankrum/mars	2700	<0,1	1,1

Kommentarer till mätresultaten

Genomgående låga halter.

Grupp 23

På alla arbetsplatserna används en skärvätska med hög andel olja. Mätresultaten redovisas i tabellerna 34 och 35. Mätningarna utfördes i mars 2011 och september 2011. Efter tabellerna finns kommentarer till de uppmätta värdena.

Tabell 34. Mätresultat för grupp 23. I tabellen redovisas medelvärden uppmätta på olika platser vid och närheten av maskin. Inom parentes anges högsta och lägsta värde.

Mät-plats	Placering/Månad när mätningen utfördes	Inhalerbart µg/m ³	Bronkialt µg/m ³	Respirabelt µg/m ³	Totalt µg/m ³
1a	Tilluft, deplacerande don, mätning på förmiddagen/mars	360 (340-380)	320 (310-330)	200 (190-210)	-
1b	Tilluft, deplacerande don, mätning på eftermiddagen/mars	370 (270-510)	310 (230-400)	190 (150-220)	-
1c	Tilluft, deplacerande don/september	-	-	-	4 (0-9)
2a	Arbetsplats vid maskin i hörna/mars	660 (420-1000)	490 (330-790)	260 (180-490)	-

Tabell 34. Fortsättning från föregående sida.

Mät-plats	Placering/Månad när mätningen utfördes	Inhalerbart µg/m ³	Bronkialt µg/m ³	Respirabelt µg/m ³	Totalt µg/m ³
2b	Innanför inkapsling/mars	27000 (15000-30000)	11000 (4800-12000)	800 (320-900)	-
2c	Innanför inkapsling/september				3800 (3700-3800)
3a	Arbetsplats vid maskin/mars	430 (360-490)	350 (310-410)	200 (180-210)	-
4	Arbetsplats vid maskin/mars	320 (300-350)	270 (260-280)	170 (160-170)	-
5	Olika mätplats, främst arbetsplatser/september	-			180 (52-390)

Tabell 35. Mätresultat för grupp 23. Mätningar av nanopartiklar, svamp och bakterier.

Mät-plats	Placering/Månad när mätningen utfördes	Antal nano-partiklar/cm ³	Andel svamp inne/ute	Andel bakterier inne/ute
1a	Tilluft, deplacerande don, mätning på förmiddagen/mars	4500	-	-
1c	Tilluft, deplacerande don/september	3500	-	-
2a	Arbetsplats vid maskin i hörna/mars	4100	0,1	1,6
2b	Innanför inkapsling/mars	7000	-	-
3b	Vid utmatning/mars	5900-17000	-	-
4	Arbetsplats vid maskin/mars	-	<0,1	0,9

Kommentarer till mätresultaten

Tilluften var förorenad vid mätning som gjordes i mars 2011. Det har inte gått att visa orsaken, men kanske var det ett kallluftspjäll som returnerade luften vid låg utetemperatur för att hålla uppe temperaturen inomhus. Återluft ska inte förekomma i denna typ av verksamhet. Vid kontroll i mars 2011 av delar av ventilationssystemet konstaterades att den roterande värmeväxlaren var helt kletig av olja. Vid motsvarande kontroll i september 2011 var värmeväxlaren okulärt fri från olja. Partikelhalterna i tilluften var då också normala.

Det förekom ett begränsat läckage från maskinerna. När man utför arbete efter att ha öppnat en maskin kunde halterna vara mycket höga. Processventilationen och arbetet när maskin är öppnad behöver ses över.

Mätningen av mikroorganismer visar på låga värden och halten nanopartiklar var låg. En mindre ökning förekom vid utmatningen från maskinen, men halten var fortfarande relativt låg.

Grupp 24

Mätresultaten redovisas i tabell 36. Mätningarna utfördes i mars 2011. Värden från pDR redovisas ej på grund av fel på instrumentet.

Tabell 36. Mätresultat för grupp 24 I tabellen redovisas medelvärden uppmätta på olika platser. Inom parentes anges högsta och lägsta värde.

Mät-plats	Placering/Månad när mätningen utfördes	Inhalerbart µg/m ³	Bronkialt µg/m ³	Respirabelt µg/m ³	Nanopartiklar antal/cm ³
1	Arbetsplatsen vid maskin/mars	110 (110-120)	110 (110-110)	100 (100-110)	2700

Kommentarer till mätresultaten

De uppmätta halterna var genomgående låga. Maskinen öppnades inte under mätningen.

Grupp 25

På alla arbetsplatserna användes en skärvätska med hög andel olja. Mätresultaten redovisas i tabellerna 37 och 38. Mätningarna utfördes i mars 2011 och september 2011.

Tabell 37. Mätresultat för grupp 25. I tabellen redovisas medelvärden uppmätta på olika platser. Inom parentes anges högsta och lägsta värde.

Mät-plats	Placering/Månad när mätningen utfördes	Inhalerbart $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bronkialt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Respirabelt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Totalt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Nano-partiklar antal/ cm^3
1a	Tilluftsdon, deplacerande/mars	47 (33-85)	38 (33-52)	33 (30-41)	-	2100-2300
1b	Tilluftsdon, deplacerande/september	-	-	-	6 (6-8)	-
2	Arbetsplats vid maskin/mars	41 (37-44)	37 (35-38)	30 (29-30)	-	2100
3a	Arbetsplats vid maskin/mars	74 (71-83)	73 (71-80)	70 (67-76)	-	2300
3b	Vid utmatning på kortsida/mars	90 (88-92)	79 (77-81)	72 (70-74)	-	2300
4	Arbetsplats vid maskin, städning och skiftbyte/september	-	-	-	25 (22-380)	-

Kommentarer till mätresultaten

Tilluften var förorenad vid mätning i mars 2011. Det har inte gått att påvisa orsaken, men kanske fanns kallluftspjäll som returnerade luften vid låg utetemperatur för att hålla uppe temperaturen inomhus. Återluft ska inte förekomma i denna typ av verksamhet. Vid kontroll i mars 2011 av delar av ventilationssystemet konstaterades att den roterande värmväxlaren var kletig av olja. Vid motsvarande kontroll i september 2011 var värmväxlaren okulärt fri från olja. De uppmätta halterna i tilluften var då också normala.

Mätningarna visar låga partikelhalter i lokalen. Ett litet läckage förekom vid utmatningen. Ingen mätning gjordes vid lucköppning.

Halten luftburna nanopartiklar var låg.

Grupp 26

På alla arbetsplatserna användes en skärvätska med hög andel olja. Mätresultaten redovisas i tabellerna 38 och 39. Mätningarna utfördes i mars 2011 och september 2011

Tabell 38. Mätresultat för grupp 26. I tabellen redovisas medelvärden uppmätta på olika platser. Inom parentes anges högsta och lägsta värde.

Mät-plats	Placering/Månad när mätningen utfördes	Inhalerbart $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bronkialt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Respirabelt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Totalt $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1a	Tilluft, deplacerande don, mätning/mars	51 (45-62)	49 (44-57)	37 (35-40)	-
1b	Tilluft, deplacerande don, mätning/september				9 (4-35)
2	Vid Absolentfilter/mars	51 (33-65)	38 (29-51)	27 (25-34)	-
3a	Arbetsplats vid maskin/mars	110 (71-140)	83 (61-98)	40 (35-44)	-
3b	Arbetsplats vid maskin, luckan öppen/september	-	-	-	610 (190-1600)
3c	Vid utmatningen/mars	82 (42-110)	69 (40-88)	38 (29-42)	-
3a	Vid mikroskop/september	-			180 (47-500)

Tabell 39. Mätresultat för grupp 26. Mätningar av nanopartiklar, svamp och bakterier.

Mät-plats	Placering/Månad när mätningen utfördes	Antal nano-partiklar/ cm^3	Andel svamp inne/ute	Andel bakterier inne/ute
3a	Tilluft, deplacerande don, mätning på förmiddagen/mars	2700	-	-
1c	Vid Absolentfilter/mars	2900	-	-
2a	Vid Absolentfilter/mars	500	-	-
2b	Arbetsplats vid maskin/mars	3000-22000	<0,1	0,5
3b	Vid utmatning/mars	4500	-	-

Kommentarer till mätresultaten

Tilluften var förorenad vid mätning i mars 2011. Det har inte gått att påvisa orsaken, men kanske fanns kallluftspjäll som returnerade luften vid låg utetemperatur för att hålla uppe temperaturen inomhus. Återluft ska inte förekomma i denna typ av verksamhet. Vid kontroll i mars 2011 av delar av ventilationssystemet konstaterades att den roterande värmeväxlaren var kletig av olja. Vid motsvarande kontroll i september 2011 var värmeväxlaren okulärt fri från olja. Partikelhalterna i tilluften var då också normala.

Det förekom mindre läckage från maskinerna. När man utför arbete efter att ha öppnat maskin kunde halterna vara mycket höga. Processventilationen och arbetet när maskin är öppnad behöver ses över.

Mätningen av mikroorganismer visar på låga halter.

Halten nanopartiklar var låg. Orsaken till ett högre värde på en arbetsplats är okänd.

Mätresultat för företag F

Grupp 27

Mätresultaten redovisas i tabellerna 40 och 41. Mätningarna utfördes 2011.

Tabell 40. Mätresultat för grupp 27. I tabellen redovisas medelvärden uppmätta på olika platser. Inom parentes anges högsta och lägsta värde.

Mät-plats	Placering	Inhalerbart $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bronkialt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Respirabelt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Totalt $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1a	Arbetsbänk/ mellan arbetsbänk och slipmaskin	99 (41-230)	85 (35-190)	49 (14-96)	57 (39-100)
1a	Arbetsbänk/ mellan arbetsbänk och slipmaskin, Upprepad mätning efter kortare uppehåll	110 (99-120)	59 (51-68)	38 (42-33)	
1b	Nära slipmaskin	-	-	-	350 (13-980)
1c	Mätning på olika platser nära slipmaskin				110 (37-910)
1d	Frånluft från slipmaskin efter Absolentfilter	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	-
3a	Vandring i lokalen	-	-	-	43 (20-75)

Tabell 41. Mätresultat för grupp 27. Mätningar av nanopartiklar, svamp och bakterier.

Mät-plats	Placering	Antal nano-partiklar/ cm^3	Andel svamp inne/ute	Andel bakterier inne/ute
1a	Arbetsbänk	-	<0,1	1,3
1c	Mätning på olika platser nära slipmaskin	5200 (4800-6500)	-	-
1d	Frånluft från slipmaskin efter Absolentfilter	<1 (0-2)	-	-
2	Mätning vid maskin	-	<0,1	3,5

Kommentarer till mätresultaten

Mätningen vid en slipmaskin visar att processluft kan läcka ut i lokalen trots inkapsling, stängd lucka och utsug. Eftersom den huvudsakliga arbetsplatsen fanns en bit från maskinen så blir exponeringstiden kort för de höga halterna. Mätning utfördes ej när luckan till maskin öppnades. Luften från Absolent-filtret var fri från partiklar i alla partikelstorlekar.

Det är mer bakterier i inneluften än utomhus. Eftersom halten ute var låg innebär så är bakteriehalten försumbar även inne. Mätningen av mikroorganismer visar på låga värden.

Det bildas få nanopartiklar vid den skärande bearbetningen varför eventuellt läckage inte har någon betydelse för halten utanför maskinen.

Grupp 28

Mätresultaten redovisas i tabellerna 42 och 43. Mätningarna utfördes 2011.

Tabell 42. Mätresultat för grupp 28 I tabellen redovisas medelvärden uppmätta på olika platser. Inom parentes anges högsta och lägsta värde.

Mät-plats	Placering	Inhalerbart $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bronkialt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Respirabelt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Totalt $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1	Arbetsbänk vid maskin	240 (42-760)	190 (40-550)	81 (25-220)	95 (41-380)

Tabell 43. Mätresultat för grupp 28. Mätningar av nanopartiklar, svamp och bakterier.

Mät-plats	Placering	Antal nano-partiklar/ cm^3	Andel svamp inne/ute	Andel bakterier inne/ute
1	Arbetsbänk vid maskin	4500 (3200-7900)	<0,4	<0,2

Kommentarer till mätresultaten

Mätningen som presenteras i tabell 42 tyder på att processluft sprids till lokalluften. Halterna mikroorganismer och nanopartiklar var mycket låga.

Grupp 29

Mätresultaten redovisas i tabellerna 44 och 45. Mätningarna utfördes 2011.

Tabell 44. Mätresultat för grupp 29. I tabellen redovisas medelvärden uppmätta på olika platser. Inom parentes anges högsta och lägsta värde.

Mät-plats	Placering	Inhalerbart $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bronkialt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Respirabelt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Totalt $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1	Arbetsbänk vid maskin	170 (14-1400)	61 (13-350)	28 (10-150)	44 (29-140)

Tabell 45. Mätresultat för grupp 29. Mätningar av nanopartiklar, svamp och bakterier.

Mät-plats	Placering	Antal nano-partiklar/ cm^3	Andel svamp inne/ute	Andel bakterier inne/ute
1	Arbetsbänk vid maskin	4100 (2600-18000)	<0,1	2,2

Kommentarer till mätresultaten

Mätningen visar på stora skillnader mellan lägsta och högsta dammhalt. Orsaken är tillfälliga läckage när arbetsstycket i slutet av bearbetningsprocessen renblåses automatiskt. Undertrycket i inkapslingen under renblåsningen är för litet varför processluft läcker ut i lokalluften. Halterna mikroorganismer och nanopartiklar är mycket låga även om en mindre ökning av halten kan konstateras.

Mätresultat för företag G

Grupp 30

Inga mätningar utfördes. Personalen är sekundärt exponerade, det vill säga de tillhör inte de som arbetar närmast skär- och slipmaskinerna.

Grupp 31

Mätresultaten redovisas i tabellerna 46 och 47. Mätningarna utfördes 2011.

Tabell 46. Mätresultat för grupp 31. I tabellen redovisas medelvärden uppmätta på olika platser. Inom parentes anges högsta och lägsta värde.

Mät-plats	Placering	Inhalerbart $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bronkialt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Respirabelt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Totalt $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1	På väg från entré till emulsionsanläggning	220 (43-460)	170 (18-350)	83 (7-170)	70 (21-150)
2	Vid emulsionsanläggning	500 (310-830)	420 (270-740)	210 (130-360)	130 (39-300)

Tabell 47. Mätresultat för grupp 31. Mätningar av nanopartiklar, svamp och bakterier.

Mät-plats	Placering	Antal nano-partiklar/ cm^3	Andel svamp inne/ute	Andel bakterier inne/ute
1	På väg från entré till emulsionsanläggning	40000 (1400-120000)	-	-
2	Vid emulsionsanläggning	68000 (52000-79000)	2,0	12

Kommentarer till mätresultaten

Mätningarna visar relativt höga halter för samtliga partikelstorlekar. Ökningen av mikroorganismer var stor, men halterna utomhus så låga att halterna av svamp och mögel inomhus trots allt inte är ovanligt höga.

Emulsionsanläggningen och all skärande bearbetning fanns i samma stora lokal. I lokalen förekom enbart produktion med skärande bearbetning, men portar stod ofta öppna och stora truckar rörde sig utanför lokalen och vid några tillfällen under dagen även in i lokalen. Detta och annan verksamhet i närheten av lokalen kan ha påverkat de uppmätta halterna.

Emulsionsanläggningen och all bearbetning var mer öppen jämfört med samtliga övriga besökta företag. Sannolikt är det i stor utsträckning bristen på inkapsling som är huvudorsaken till de uppmätta värdena. Det är dock inte emulsionsanläggningen som är källan till de höga värdena.

De höga nanopartikelhalterna tyder på att det finns verksamhet som är så het att kondensationspartiklar bildas.

Grupp 32

Mätresultaten redovisas i tabellerna 48 och 49. Mätningarna utfördes 2011.

Tabell 48. Mätresultat för grupp 32. I tabellen redovisas medelvärden uppmätta på olika platser. Inom parentes anges högsta och lägsta värde.

Mät-plats	Placering	Inhalerbart $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bronkialt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Respirabelt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Totalt $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1	Mätning under förflyttning till första bearbetningssteget	290 (210-340)	240 (180-280)	120 (96-130)	99 (81-140)
2	Vid manöverpanel	170 (140-230)	150 (130-180)	85 (79-97)	77 (45-190)
3	Mätning under förflyttning till andra bearbetningssteget	210 (150-280)	180 (140-240)	94 (77-120)	88 (66-110)
4	Vid manöverpanel	300 (260-350)	240 (210-270)	120 (110-140)	120 (67-260)
5	Mätning under förflyttning till annat bearbetningssteg	740 (270-1700)	630 (230-1400)	340 (120-740)	230 (71-490)
6	Vid manöverpanel	1200 (690-1700)	1000 (590-1500)	560 (300-770)	460 (150-1300)
7	Mätning under förflyttning till annat bearbetningssteg	700 (380-1100)	600 (320-1000)	260 (190-540)	230 (130-580)
8a	Instrumenten på bord nära maskin	140 (55-730)	120 (54-560)	71 (39-280)	79 (40-270)
8b	Mätning intill maskin	-	-	-	1500 (61-3800)
8c	Personburet	-	-	-	220 (31-4900)

Tabell 49. Mätresultat för grupp 32. Mätningar av nanopartiklar, svamp och bakterier.

Mät-plats	Placering	Antal nano-partiklar/cm ³	Andel svamp inne/ute	Andel bakterier inne/ute
1	Mätning under förflyttning till första bearbetningssteget	47000 (43000-58000)	-	-
2	Vid manöverpanel	52000 (44000-73000)	1,6	7,8
3	Mätning under förflyttning till andra bearbetningssteget	69000 (53000-110000)	-	-
4	Vid manöverpanel	73000 (68000-82000)	-	-
5	Mätning under förflyttning till annat bearbetningssteg	74000 (53000-11000)	-	-
6	Vid manöverpanel	230000 (82000-380000)	1,9	3,9
8a	Instrumenten på bord nära maskin	57000 (41000-73000)	1,9	2,7

Kommentarer till mätresultaten

Mätningarna visar relativt höga halter av alla partikelstorlekar. Ökningen av mikroorganismer var stor, men halterna utomhus låga att halterna av svamp och mögel trots detta inte var ovanligt höga.

Emulsionsanläggningen och all skärande bearbetning utfördes i samma stora lokal. I lokalen förekom enbart produktion med skärande bearbetning, men portar stod ofta öppna och stora truckar rörde sig utanför lokalen och vid några tillfällen under dagen även in i lokalen. Detta och annan verksamhet i närheten av lokalen kan ha påverkat de uppmätta halterna.

Emulsionsanläggningen och all bearbetning var mer öppen jämfört med samtliga övriga besökta företag. Sannolikt är det i stor utsträckning bristen på inkapsling som är huvudorsaken till de uppmätta värdena. Det är dock i första hand inte emulsionsanläggningen som är källan till de höga värdena.

De höga nanopartikelhalterna tyder på att det finns verksamhet som är så het att kondensationspartiklar bildas.

Mätresultat för företag H

Grupp 33

Inga mätningar utfördes.

Mätningar som utförts på arbetsplatser som inte omfattas av enkätundersökning

Grupp 34

Gruppen har inte deltagit i enkätundersökningen. Resultaten redovisas i tabell 50. Mätningarna utfördes 2011. Inga mätningar gjordes av mikroorganismer.

Tabell 50. Mätresultat för grupp 34. I tabellen redovisas medelvärden uppmätta på respektive mätplats och inom parentes högsta och lägsta värde.

Mät-plats	Placering	Inhalerbart $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bronkialt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Respirabelt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Nanopartiklar antal/ cm^3
1a	På arbetsplats nära stängd dörr till maskin	190 (80-560)	120 (70-390)	50 (30-120)	17000
1b	Efter bearbetning, första minuten med öppen dörr	680 (600-700)	530 (450-540)	230 (220-240)	17000
1c	Efter bearbetning, Efter första minuten till femte minuten med öppen dörr	160 (80-690)	130 (80-540)	60 (30-240)	-

Kommentarer till mätresultaten

Det är oklart vad de höga halterna vid bearbetningen beror på, om det läcker från inkapslingen eller om det finns någon annan källa. När inkapslingen öppnas ökade halterna för att på några minuter sjunka till bakgrundshalten.

Halterna nanopartiklar var låg.

Grupp 35

Mätresultaten från mätningar i flera lokaler för lagring och underhåll mm av skärvätska. Personalen deltog ej i enkätundersökningen. Resultaten redovisas i tabellerna 51 och 52. Mätningarna utfördes 2011.

Tabell 51. Mätresultat för grupp 35. I tabellen redovisas medelvärden uppmätta på olika platser vid och närheten av maskin. Inom parentes anges högsta och lägsta värde.

Mät-plats	Placering	Inhalerbart $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bronkialt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Respirabelt $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Totalt $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1	Tilluften kontrolleras med mätning i tilluften från ett deplacerande don. Lokal 1	5 (4-6)	5 (4-6)	4 (4-5)	-
3	Instrumenten placerade på arbetsbänk. Lokal 1	92 (31-160)	34 (20-46)	12 (9-14)	58 (50-74)
4	Instrumenten placerade på arbetsbänk. Lokal 1	110 (38-380)	69 (15-120)	35 (7-57)	55 (41-100)
5	Ovanför tank. Lokal 1	110 (84-140)	77 (53-95)	50 (25-71)	-

Tabell 51. Fortsättning från föregående sida.

6	Instrumenten placerade på arbetsbänk. Lokal 2*	43 (26-67)	26 (22-30)	14 (12-15)	52 (40-220)
7	Ovanför tank. Lokal 2	28 (19-56)	22 (17-33)	14 (12-16)	-
8a	GRIMM placerat cirka 1 m över golv på skåp. PDR placerat cirka 1 m från GRIMM. Lokal 3**.	290 (24-1500)	40 (22-80)	17 (14-24)	45 (39-57)
8b	GRIMM placerat cirka 1 m över golv på skåp. Samma mätning som 8a men utan cirka en minut med mycket högre värden. Orsak okänd. Lokal 3.	41 (24-79)	34 (22-56)	17 (14-24)	-
9	Mätning vid spånutmatning. Lokal 3	55 (19-100)	34 (19-50)	17 (14-19)	-

Anmärkning: * Porten öppen innan mätning. Stängdes när mätningarna påbörjades.

** En port placerad på stort avstånd från mätplatsen öppen under mätningen.

Tabell 52. Mätresultat för grupp 35. Mätningar av nanopartiklar, svamp och bakterier.

Mät-plats	Placering	Antal nano-partiklar/cm ³	Andel svamp inne/ute	Andel bakterier inne/ute
2	Mätning i portöppning. Lokal 1	5000-6000	-	-
3	Instrumenten placerade på arbetsbänk. Lokal 1	2500-5000	-	-
4	Instrumenten placerade på arbetsbänk. Lokal 1	4000-6800	0,1	1,7
5	Ovanför tank. Lokal 1	5500-8800*		
6	Instrumenten placerade på arbetsbänk. Lokal 2*	4700-12000		
7	Ovanför tank. Lokal 2	9200-10000		
8a	P-Trak placerat vid GRIMM cirka 1 m över golv på skåp. Lokal 3**.	4700-12000		

Anmärkning: * Porten öppen innan mätning. Stängdes när mätningarna påbörjades.

** En port placerad på stort avstånd från mätplatsen öppen under mätningen

Kommentarer till mätresultaten

Halterna i tankrummen var relativt låga. Orsaken till det tillfälliga högre värdet i lokal 3 är okänt. Eftersom det enbart var större partiklar bör källan ha funnits i närheten av mätplatsen.

Halterna av nanopartiklar var genomgående låga. Det finns inga tillräckligt heta processer eller maskindelar för det ska bildas noterbara halter av nanopartiklar.

Bilaga 5. Resultat från företagens egna mätningar

I samband med besöken efterfrågades om företagen hade mätresultat från mätningar som gjorts i deras egen regi. I flera företag hade mätningar utförts eftersom personalen påtalat besvär. De mätningar som redovisas nedan har utförts efter år 2000. På de flesta arbetsplatser har det vidtagits åtgärder oavsett mätresultaten. Förmodligen skulle man få lägre värden på flesta arbetsplatserna idag. Mätningar har utförts av företagens egen personal, företagshälsovården, konsulter eller arbets- och miljömedicinsk klinik.

1. Partiklar

De mätningar som gjorts med uppsamlade filtertechnik har sammanställts i avsnitt 8.2 i rapportens huvuddel.

Det finns kortare mätningar med direktvisande instrument där man mätte PM₁₀, det vill säga ett värde som ligger nära den bronkiala fraktionen. Det förekom mätning med instrument buret av operatören och instrument som hölls eller placerades ut på arbetsplatsen. Det utfördes också längre mätningar med personburen utrustning för att fastställa om exponeringen överskred gränsvärdet för oljedimma. Ofta utfördes mätningarna som ett led i utredningar av orsaker till personalens besvär från skärvätska.

Tabell 1. Mätdata, från tidigare mätningar som erhöles i samband med besöket.

År när mätningen utfördes. Arbetsmoment/ Arbetsplats.	Mätmetod	Antal mät- platser	Totalt, oljedimma µg/m ³	Bronkialt, PM ₁₀ µg/m ³
2007. Alla operatörsarbetplatser. För grov jämförelse, se grupp 1	Direktvisande, Kort provtagningstid	2	-	150 (80-260)
2007. Ovan, men enbart utan tryckluftsanvändning	Direktvisande, Kort provtagningstid	-	-	160 (80-260)
2007. Ovan, men enbart med tryckluftsanvändning	Direktvisande, Kort provtagningstid	2	-	130 (110-140)
2007. Vid spånbinge	Direktvisande, Kort provtagningstid	-	-	80 (60-90)
2007. Vid inspektionsdörr	Direktvisande, Kort provtagningstid	-	-	100 (70-160)
2005. Målformulering på ett företag, vilket man enligt IVL:s korttidsmätningar normalt inte klarar.	Direktvisande (Dust-Trak)	-	-	100
2009. 6 mätpunkter vid en maskin. Mätningen upprepades sedan efter byte till annan skärvätska senare 2009 och sedan efter ytterligare ett byte 2010, För jämförelse, se grupp 3	Direktvisande (Dust-Trak)	-	-	34 (27-65)
		-	-	63 (51-140)
		-	-	37 (26-65)

Tabell 1. Fortsättning från föregående sida

År när mätningen utfördes. Arbetsmoment/ Arbetsplats.	Mätmetod	Antal mätplatser	Totalt, oljedimma $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bronkialt, PM_{10} $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2009. 4 mätpunkter mätning först före och efter åtgärd, sedan efter också byte av skärvätska 2010. För jämförelse, se grupp 3	Direktvisande (Dust-Trak)	-	-	37 (30-58)
		-	-	44 (21-290)
		-	-	26 (18-48)
Datum saknas. Operatörs-arbetsplats. För jämförelse, se grupp 21	Direktvisande*. Kort provtagningstid	-	-	80
2009. Operatörsarbetsplats. För jämförelse, se grupp 21	Direktvisande*. Kort provtagningstid	-	-	30
Datum saknas. Operatörs-arbetsplats. För jämförelse, se grupp 21	Direktvisande*. Kort provtagningstid	-	-	270
Datum saknas. Operatörs-arbetsplats. För jämförelse, se grupp 20	Direktvisande*. Kort provtagningstid	-	-	270

Anmärkning; *Förmodligen pDR försedd med föravskiljare och pump.

2. Formaldehyd och andra organiska föreningar

I tabell 2 redovisas resultat från företagets mätningar av organiska föreningar. Mätningarna kan vara utförda av företagets egen personal, företagshälsovården, konsulter eller yrkesmedicinsk klinik.

Tabell 2. Mätdata, från tidigare mätningar som erhöles i samband med besöket. Vissa mätresultat från 2011 erhöles efter besöket.

År när mätningen utfördes. Arbetsmoment/ Arbetsplats	Form-aldehyd, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Andra organiska föreningar. Om inget annat anges så är värdena i $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2004. Operatörsarbetsplats. För jämförelse se 1	180	-
2007 Operatörsarbetsplats. För jämförelse se 1	5	
2007 Operatörsarbetsplats. För jämförelse se 1	20	
2007 Operatörsarbetsplatser, sammanställning från flera mätningar. För jämförelse se 1	60-160	Endotoxin 0,002 Aceton 110 Övriga detekterade organiska föreningar Xylen, isoleucin, etylbensen, propylenglykoldimetyleter Låga halter
2010. Operatörsarbetsplats. Formaldehyd provtagningstid 5-8 h. Övriga organiska föreningar avser flyktiga organiska föreningar (VOC) . För jämförelse se 3	<10	Dekan, 2,2-oxybisetanol, 2-(2-butoxyetoxy)etanol, N-cyklohexylcyklohexanamin Låga halter

Tabell 2. Fortsättning från föregående sida.

År när mätningen utfördes. Arbetsmoment/ Arbetsplats	Formaldehyd, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Andra organiska föroreningar. Om inget annat anges så är värdena i $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2010. Som föregående men vid annan operatörsarbetsplats. För jämförelse se 3	<10	Toluen, Dekan, 2-decanal, 2-(2-butoxyetoxy)etanol
2005. Mätning vid fyra maskiner. Ej mätt på operatörsarbetsplatsen. Mättid cirka 400 minuter.	<26 50 30 <26	-
2005. Samma platser som raden ovanför, fast en vecka senare. Mättid även nu cirka 400 min.	<26 30 30 <26	
2011. Operatör. Diffusionsprovtagare. För jämförelse se 23.	-	Toluenekvivalenter (VOC) 300 Etanol (ingår i ovan nämnd halt VOC) 190 Isopropanol (ingår i VOC) 110
2011. Samma plats som ovan fast nu pumpad provtagning. För jämförelse se 23.	-	Toluenekvivalenter (VOC) 520 Etanol (ingår i VOC) 9 Isopropanol (ingår i VOC) 26 Nonal (ingår i VOC) 13 Tyngre rest (ej VOC) 610
Operatör. pumpad provtagning. För jämförelse se 24.	-	Toluenekvivalenter (VOC) <50 Isopropanol (ingår i VOC) 10 Nonal (ingår i VOC) 8 Tyngre rest (ej VOC) 200 Dipropylglykolmetylen 6 etoxipropoxipropanol 6
2010. Stationär provtagning. För jämförelse se 25. 150 minuter provtagning	-	Etanolamin <160 Dietanolamin <160 Metyletanolamin <160 Trietanolamin 160
2011. Operatör. Diffusionsprovtagare. För jämförelse se 25.		Toluenekvivalenter (VOC) 250 Etanol (ingår i VOC) 150 Isopropanol (ingår i VOC) 100
2011. Operatör. Diffusionsprovtagare. För jämförelse se 26.	-	Toluenekvivalenter (VOC) 520 Etanol (ingår i VOC) 250 Isopropanol (ingår i VOC) 150
2011. Samma plats som ovan fast nu pumpad provtagning. För jämförelse se 26.	-	Toluenekvivalenter (VOC) 120 Etanol (ingår i VOC) 45 Isopropanol (ingår i VOC) 50 Nonal (ingår i VOC) 7 Tyngre rest (ej VOC) 120-220
2008. Personburen provtagning. För jämförelse se 28	-	N-butyl-cyclohexanyl-amin 40 Trietanolamin 1,6 Dietanolamin <1,0 Monoetanolamin <1,0 Metyldietanolamin <1,0 Morfolin >210 Övriga morfoliner 15

Tabell 2. Fortsättning från föregående sida.

År när mätningen utfördes. Arbetsmoment/ Arbetsplats	Formaldehyd, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Andra organiska föroreningar. Om inget annat anges så är värdena i $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2008. Personburen provtagning. För jämförelse se 28	7,3	Flyktiga kolväten (toluenekvivalenter) 210 Alkaner, C12-C16 30 Dipropylenglykol 36 Acetaldehyd 3,7 Akrolein <1,4 Övriga aldehyder 10-17
2008. Stationär provtagning. För jämförelse se 28	4,2	Acetaldehyd 2,6 Akrolein <1,2 Övriga aldehyder 4-13
2007. Personburen provtagning. Ej med i enkäter och mätningar tidigare. Grupp 37	-	Morfolin 180
2007. Personburen provtagning. Ej med i enkäter och mätningar tidigare. Grupp 37	-	Morfolin 210
2008. I ventilationskanal. Ej med i enkäter och mätningar tidigare. Grupp 37	-	Morfolin 14
2008. Personburen provtagning. Ej med i enkäter och mätningar tidigare. Grupp 37	-	N-butyl-cyclohexanyl-amin 9 Trietanolamin 1,7 Dietanolamin <1,0 Monoetanolamin <1,0 Metyldietanolamin <1,0 Morfolin 58 Övriga morfoliner 9
2008. Stationär provtagning. Ej med i enkäter och mätningar tidigare. Grupp 37	-	N-butyl-cyclohexanyl-amin 40 Trietanolamin 1,6 Dietanolamin <1,0 Monoetanolamin <1,0 Metyldietanolamin <1,0 Morfolin 330 Övriga morfoliner 20
2008. I ventilationskanal. Ej med i enkäter och mätningar tidigare. Grupp 37	-	N-butyl-cyclohexanyl-amin 20 N-butyl-1butan-amin 30 Trietanolamin <1,6 Dietanolamin <1,0 Monoetanolamin <1,0 Metyldietanolamin <1,0 Morfolin >400 Övriga morfoliner 15

Tabell 2. Fortsättning från föregående sida.

År när mätningen utfördes. Arbetsmoment/ Arbetsplats	Formaldehyd, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Andra organiska föroreningar. Om inget annat anges så är värdena i $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2008. Personburen provtagning. Ej med i enkäter och mätningar tidigare. Grupp 37	5,6	Flyktiga kolväten (toluenekvivalenter) >430 Alkaner, C12-C16 25 Dipropylenglykol 75 Acetaldehyd 2,5 Akrolein <1,4 Övriga aldehyder 14
År när mätningen utfördes. Arbetsmoment/ Arbetsplats	Formaldehyd, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Andra organiska föroreningar. Om inget annat anges så är värdena i $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2008. Stationär provtagning. Ej med i enkäter och mätningar tidigare. Grupp 37	4,6	Flyktiga kolväten (toluenekvivalenter) >630 Alkaner, C12-C16 45 Dipropylenglykol 110 Etylacetat 2,3 Akrolein <1,2 Övriga aldehyder 1-12
2008. I ventilationskanal. Stationär provtagning. Ej med i enkäter och mätningar tidigare. Grupp 37	18,6	Flyktiga kolväten (toluenekvivalenter) >870 Alkaner, C12-C16 25 Dipropylenglykol 150 Limonen 20 Acetaldehyd 44 Akrolein <1,2 Övriga aldehyder 16-22



IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60, 100 31 Stockholm
Tel: 08-598 563 00 Fax: 08-598 563 90
www.ivl.se