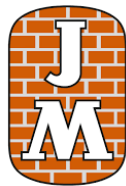


Referensmätning av kvartsdamm inom väg- och anläggningsprojekt

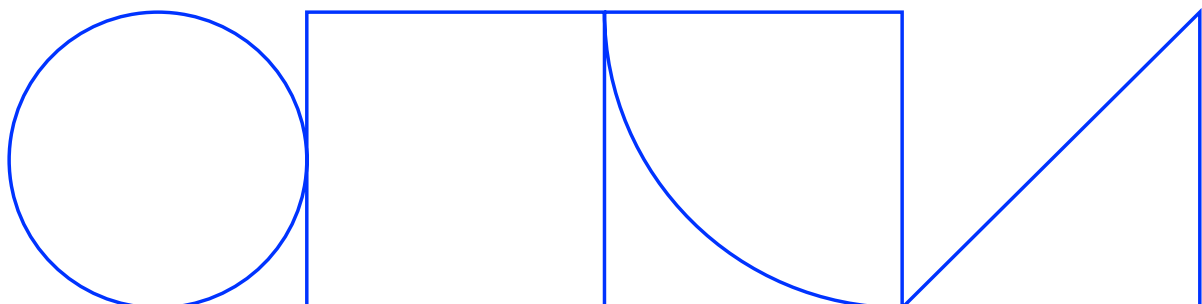
- fokus på arbetsmoment inom losshållning och asfaltfräsning

Klara Midander, Bo Sahlberg
IVL Svenska Miljöinstitutet

2023-04-13



SKANSKA

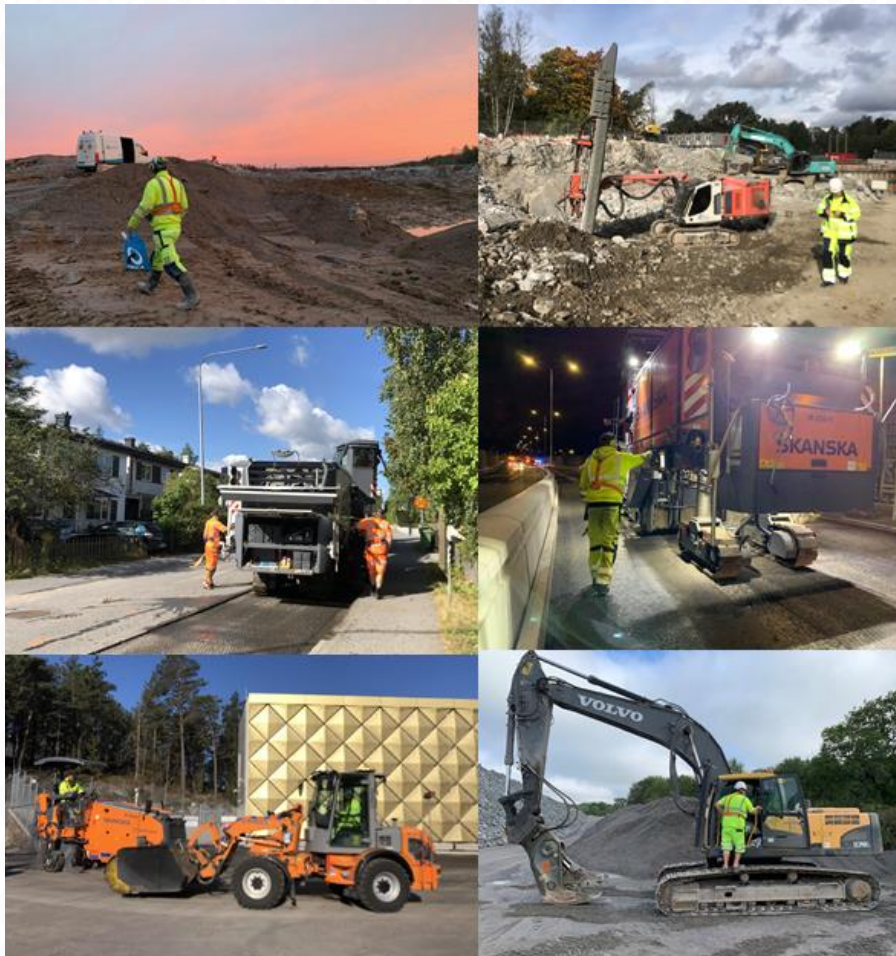


Förord

Projektet om Referensmätning av kvartsdamm inom väg- och anläggningsprojekt är ett forsknings- och utvecklingsprojekt som genomförts av forskare från IVL Svenska Miljöinstitutet tillsammans med Skanska Sverige AB, JM AB, NCC Sverige AB, Peab AB och Veidekke Entreprenad AB. Projektet har finansierats genom medel från företagen och SBUF Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond med motfinans i lika stor utsträckning av SIVL Stiftelsen Institutet för Vatten- och Luftvårdsforskning.

Projektet, som delvis genomförts under pandemiåren, har haft en inriktning mot mätningar respirabelt damm och kvarts vid arbete med losshållning och asfaltfräsning. Totalt genomfördes 62 personburna mätningar av respirabelt damm vid 18 olika tillfällen vid olika arbetsplatser i landet. I sammanställningen av resultaten inkluderas även 5 mätresultat för arbetsmoment inom losshållning som genomförts av andra aktörer. Resultaten av projektet sammanfattas i denna rapport men ambitionen är att fördjupa insikterna från detta arbete i en vetenskaplig publikation och framtida forskning.

Vi som har arbetat med projektet vill framföra ett STORT tack till alla er som förtjänstfullt ställt upp och deltagit i våra mätningar! Vi tackar också företagens representanter i vår projektgrupp som tillsammans med kollegor bidragit med kunskap, praktisk hjälp och återkoppling längs vägen. Slutligen vill vi tacka projektets finansiärer för att ni möjliggjort detta arbete.



Nr B 2465

April 2023

Referensmätning av kvartsdamm inom väg- och anläggningsprojekt med fokus på arbetsmoment inom losshållning och asfaltfräsning

Klara Midander, Bo Sahlberg



I samarbete med: Skanska Sverige AB, JM AB, NCC Sverige AB, Peab AB och Veidekke Entreprenad AB

Författare: Klara Midander & Bo Sahlberg, IVL

Medel från: SIVL, SBUF, Skanska Sverige AB, JM AB, NCC Sverige AB, Peab AB och Veidekke Entreprenad AB

Fotograf: Klara Midander

Rapportnummer B 2465

ISBN 978-91-7883-491-4

Upplaga Finns endast som PDF-fil för egen utskrift

© **IVL Svenska Miljöinstitutet 2023**

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

Tel 010-788 65 00 // www.ivl.se

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

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	4
Summary	5
Bakgrund	6
Syfte och mål.....	8
Metoder	8
Strategi.....	8
Genomförande.....	10
Resultat	11
Losshållning.....	12
Asfaltfräsning	14
Diskussion	17
Losshållning.....	17
Asfaltfräsning	18
Mät- och metodologiska överväganden	18
Referensvärden.....	19
Avslutande kommentar och framtidsperspektiv	19
Referenser.....	21

Sammanfattning

Kvarts ingår i de vanligast förekommande bergarterna i Sverige och finns därmed i många olika industriella processer som rör bearbetning av exempelvis berggrund, sand, cement och betong. Exponering för kvartsdamm via luftvägarna är hälsoskadligt och kan leda till akuta symptom på silikos (stendammslunga) såväl som kronisk sjukdom lång tid efter exponering (mer än 10 år). Andra sjukdomar som förknippas med kvartsexponering är exempelvis lungcancer, hjärt-kärlsjukdom och kronisk obstruktiv lungsjukdom (KOL). För exponering i arbetsmiljön finns ett nivågränsvärde för respirabel kvarts på $0,1 \text{ mg/m}^3$ och i Arbetsmiljöverkets föreskrift [AFS 2015:2 Kvarts - stendamm i arbetsmiljön](#) anges att referensmätningar, det vill säga mätresultat vid likvärdiga förhållanden, kan användas för riskbedömning av exponerat arbete. I denna rapport presenteras en ansats att ta fram referensmätningar för utsatta arbetsmoment inom väg- och anläggningsprojekt med fokus på losshållning och asfaltfräsning.

Totalt genomfördes 62 personburna mätningar av respirabelt damm vid 18 olika tillfällen under höst/vår samt sommarsäsong. I sammanställningen av resultaten inkluderas även 5 mätresultat för arbetsmoment inom losshållning som genomförts av andra aktörer. Vid mätningarna, som pågick under ett normalt arbetspass, fick deltagarna bära en batteridriven pump som drog luft genom en filterprovtagare med föravskiljare, vilken placerats i andningszonen. Därefter vägdes filtren för bestämning av respirabelt damm och kvartsinnehåll analyserades med röntgendiffraktion.

Resultaten visar att samtliga koncentrationer av respirabel kvarts vid olika arbetsmoment inom losshållning var väl under gränsvärdet på $0,1 \text{ mg/m}^3$ med några värden uppåt halva gränsvärdet. Även uppmätta halter av respirabelt damm var mycket låga inom losshållning, samtliga under $0,25 \text{ mg/m}^3$, en tiondel av gränsvärdet.

Koncentrationerna av respirabel kvarts inom asfaltfräsning var generellt under gränsvärdet men varierade i större utsträckning mellan de olika arbetsmomenten i fräslaget, jämfört med uppmätta dammhalter. Högst exponering noterades för deltagare som arbetade med fräsmaskiner utan hytt, samt för deltagare som övervakade fräsningen och därmed rörde sig bredvid pågående arbete. Parallella mätningar vid asfaltfräsning i Skåne och Mälardalen illustrerade betydelsen av kvartsinnehållet i berggrund/råmaterial. Skillnaden mellan mätningarna var tydlig för alla arbetsuppgifter inom fräslagen, med högre andel kvarts i dammet vid fräsning i Skåne.

Våra mätningar av respirabel kvarts visade på generellt låga exponeringsnivåer vilket inte föranledde att vidare undersöka effekten av eventuella dammreducerande åtgärder inom projektet. I framtiden vore det intressant att även mäta inhalerbar fraktion för att bättre förstå hur en upplevd dammig arbetsmiljö kan reflekteras i kvarts- och dammhalter av olika partikelstorlek. Att tydliggöra vilka parametrar som är viktigast för att bedöma och hantera risk vid exponerat arbete, är fortsatt viktigt, inte minst när det kommer till att göra referensmätningar praktiskt användbara.

Summary

Crystalline silica (quartz) is one of the most commonly occurring minerals in Sweden and is thus found in many different industrial processes related to the processing of, for example, bedrock, sand, cement and concrete. Exposure to crystalline silica via the respiratory tract is harmful to health and can lead to acute symptoms of silicosis as well as chronic disease long after exposure (more than 10 years). Other diseases associated with crystalline silica exposure are, for example, lung cancer, cardiovascular disease and chronic obstructive pulmonary disease (COPD). There is an occupational exposure limit value for respirable crystalline silica of 0.1 mg/m³ and in the national regulation, the Swedish Work Environment Authority ([AFS 2015:2 Kvarts - stendamm i arbetsmiljön](#)) has opened up for the use of reference measurements, i.e. measurement results under equivalent conditions, in risk assessment of exposed work. This report presents an approach to generate reference measurements for exposed work tasks within road- and construction projects with a focus on extraction of rock (including drilling, blasting etc.) and asphalt milling.

A total of 62 personal measurements of respirable dust were carried out on 18 different occasions during the autumn/spring and summer season. The compilation of the results also includes 5 measurement results for drilling and blasting carried out by other actors. During the measurements, which took place during a normal work shift, the participants carried a battery-powered pump that drew air through a filter sampler with a cyclone, which was placed in the breathing zone. The filters were gravimetrically weighed to determine respirable dust and crystalline silica content was analyzed by X-ray diffraction.

The results show that all concentrations of respirable crystalline silica at work tasks within rock extraction were well below the limit value of 0.1 mg/m³ with some values above half of the limit value. Measured levels of respirable dust were also very low, all below 0.25 mg/m³, one tenth of the limit value.

The concentrations of respirable crystalline silica in asphalt milling were generally below the limit value but varied to a greater extent among the different work tasks within the team, compared to measured dust levels. The highest exposure was noted for participants who worked with milling machines without a cabin, as well as for participants who supervised the milling and thus moved next to work in progress. Parallel measurements during asphalt milling in Skåne and Mälardalen illustrated the importance of the crystalline silica content in bedrock/raw material. The difference between the measurements was clear for all tasks within the milling team, with a higher percentage of crystalline silica in the dust when milling in Skåne.

Our measurements of respirable crystalline silica showed generally low exposure levels, which did not lead to further investigation of the possible effect of dust reduction measures. In the future, it would be interesting to also measure the inhalable fraction to better understand how a perceived dusty work environment can be reflected in crystalline silica and dust contents of different particle sizes. To clarify which parameters are most important for assessing and managing risk in exposed work is still important, not least to facilitate and make reference measurements practically useful.

Bakgrund

Kvartsmineral förekommer i jordskorpan runt om i hela världen. Kvarts (SiO_2) består av kisel som kristalliseras tillsammans med syre, och är ett mycket hårt ämne som är kemiskt stabilt och har en hög smältpunkt (1400°C). Detta gör kvarts användbart inom många olika industriella processer men är också orsak till att kvarts är så hälsoskadligt.

Kristallin kiseldioxid (kvarts och kristobalit) är klassat som en grupp 1 carcinogen för människan av International Agency for Research on Cancer.¹ Utöver cancerteffekter är silikos, känd som stendammslunga, en vanlig diagnos hos personer som exponerats för kvarts. Silikos kan förekomma i tre olika varianter: akut silikos som är den mest aggressiva formen och som kan uppstå veckor-till månader efter en mycket hög exponering (över 2 mg/m^3), accelererad silikos som uppstår ca 10 år efter exponering och sist men inte minst kronisk silikos som kräver mer än 10 års exponering men denna behöver inte vara hög. Andra sjukdomar till följd av kvartsexponering är lungcancer, hjärt-kärlsjukdom (CVD), kronisk obstruktiv lungsjukdom (KOL), reumatoid artros (RA) och systemisk skleros.²⁻⁷ Även samband med sarkoidos har rapporterats i den vetenskapliga litteraturen, men underlaget är begränsat.⁸

Exponering för kvarts förekommer på många arbetsplatser som bland annat gruvor, stenkross/dagbrott, byggindustrier och gjuterier (Europeiska nätverket för kvarts, NEPSI, www.nepsi.eu). Dessutom finns hög risk för yrkesexponering inom verksamheter som tillverkar glas, stenskivor, tegel, cement och keramik. Uppskattningsvis exponeras ca 5,3 miljoner arbetare i Europa för hälsofarliga former av kvarts, enligt Institute of Occupational Medicine.⁹ Hela 75 % av dessa arbetar inom byggnadsindustrin. I Sverige fanns ca 85 000 personer som var kvartsexponerade år 1990 och flertalet av dessa återfanns inom byggbranschen.¹⁰ Ytterligare en uppskattning baserad på EU:s officiella statistik skattar antalet exponerade för kvarts i Sverige till ca 100 000 år 2006.⁹ Antalet exponerade arbetstagare i dagsläget är högst osäkert men troligen betydligt mer omfattande, då enbart antalet anställda i byggindustrin har ökat från 175 000 till 327 000 personer mellan åren 2000–2019.¹¹

Farlig exponering för kvarts förekommer i form av damm. Kvartsdamm utgör således en delmängd av annat oorganiskt damm från exempelvis berggrund, sand, cement och betong. I den svenska arbetsmiljön finns gränsvärden ([AFS 2018:1 Hygieniska Gränsvärden](#)) för inhalerbart damm på 5 mg/m^3 respektive respirabelt oorganiskt damm på $2,5 \text{ mg/m}^3$.¹² Respirabelt damm är den partikelstorlek som kan komma längst ner i lungorna och tränga ända ner i lungblåsorna. Det är just respirabel kvarts (respirabel kristallin kiseloxid) som orsakar sjukdom genom att dessa små och beständiga kvartspartiklar deponeras i lungan och kapslas in i lungvävnaden, vilket leder till ärrbildning och inflammation. Gränsvärdet för respirabel kvarts är i dagsläget $0,1 \text{ mg/m}^3$.

Arbetsmiljöverket föreskrift [AFS 2015:2 Kvarts - stendamm i arbetsmiljön](#) är inriktad på systematiskt arbetsmiljöarbete, riskbedömning och förebyggande åtgärder.¹³ Riskerna kopplade till kvartsexponering ska bedömas och åtgärder för att kontrollera risker ska göras innan arbete kan utföras. Kravet på obligatoriska periodiska mätningar på arbetsplatsen är dock borttaget sedan år 2015.

I förskriften anges att mätresultat från mätningar gjorda på en annan arbetsplats, så kallade referensmätningar, kan användas som underlag för riskbedömning. Referensmätningar är en serie exponeringsmätningar utförda vid en viss typ av arbete och under väl dokumenterade

förhållanden. Förutsättningarna för att referensmätningar ska kunna användas som underlag i riskbedömning och vid val av åtgärder är att:

- förhållandena är likvärdiga mellan det egna arbetsstället och den plats, där referensmätningar gjorts och
- en tydlig dokumentation, som redovisar de likvärdiga förhållandena, finns tillgänglig på det arbetsställe där man hänvisar till referensmätningar.

Likvärdiga förhållanden förutsätter att till exempel arbetsmetoder, ventilation och maskinell utrustning överensstämmer i stor utsträckning. Vid behov, exempelvis när mätdata vid jämförbara förhållanden ej finns att tillgå, måste arbetsgivaren genomföra egna mätningar på arbetsplatsen för korrekt riskbedömning och för val av lämpliga skyddsåtgärder. Kunskap om kvartsexponering vid specifika arbetsmoment krävs också för att efterleva krav på medicinsk kontroll som ställs vid kvarts-exponerat arbete. I de fall anställda utsätts för halter som överskrider halva det hygieniska gränsvärdet för respirabelt kvartsdamm (0,1 mg/m³ räknat som medelvärde över en arbetsdag) vid arbete mer än 20 timmer per vecka, ska medicinsk kontroll genomföras och tjänstbarhetsintyg utfärdas ([AFS 2019:3 Medicinska kontroller i arbetslivet](#)).¹⁴

SAMMANFATTNING KVARTS OCH EXPONERING

- Exponering för kvartshaltigt damm är mycket vanligt i arbetslivet.
- Stendamm som kan uppstå vid hantering av berg-, sten- och sandmaterial innehåller oftast kvarts.
- Inhalation av fina dammpartiklar av kvarts kan leda till silikos och ökad risk för lungcancer.
- Hygieniskt gränsvärde för kvartsdamm är 0,1 mg/m³ (medelvärde över en arbetsdag)
- Arbetsgivaren ska undersöka arbetsförhållandena och ansvara för att planera arbete så att kvarts-exponering blir så låg som möjligt. Resultatet ska dokumenteras och vara tillgängligt på arbetsplatsen.
- Mätningar av kvarts i respirabelt damm ska komplettera riskbedömningen. Så kallade referensmätningar kan användas om förhållandena vid arbetsplatsen är likvärdiga de för referensmätningen.

Syfte och mål

I väg- och anläggningsprojekt förekommer många arbetsmoment där kvartshaltigt damm bildas, eftersom kvarts ingår i de vanligaste förekommande bergarterna i Sverige. Alla arbetsmoment där sand, sten, cement och betong hanteras innebär risk för kvartsexponering.

Projektets övergripande mål var att ta fram kunskap om luftburen exponering vid väg- och anläggningsprojekt så att hälsofarlig kvartsexponering kan undvikas eller minimeras.

Projektet syftade till att genomföra och samla in mätningar inom särskilda arbetsmoment vid väg och anläggningsarbete och sammanställa dem för att på så sätt skapa ett underlag av referensmätningar.



Resultaten från projektet bidrar till att referensmätningar kan används på ett säkert sätt utan att viktiga faktorer som kan bidra till höga kvartsexponeringar förbises. Vidare utgör resultaten från projektet ett underlag för riskbedömning så att lämpliga åtgärder för att minska exponering kan genomföras.

Metoder

Strategi

Inom projektet har vi valt att fokusera på sådana arbetsmoment där befintligt underlag i form av mätningar av respirabelt kvartsdamm varit begränsat. I en förstudie har arbetsmoment inom losshållning samt asfaltfräsning särskilt pekats ut, då befintliga mätningar påvisat tvetydiga resultat eller mätunderlag helt saknas.¹⁵ Vi har således valt att fokusera på dessa arbetsmoment för de mätningar som IVL Svenska Miljöinstitutet genomfört inom projektet. I båda fallen handlar det om arbetsmoment utomhus vilket innebär att väderförhållandena inverkar på resultaten. Vi har därför valt att genomföra upprepade mätningar under höst/vår-säsong samt under sommaren, se tabell 1. Då kvartshalten i berggrunden varierar inom landet, har ambitionen varit av också inkludera denna variabel i resultaten från mätningarna. Vi har därför genomfört mätningar delvis i Stockholmsområdet och delvis i Skåne och Blekinge.

Tabell 1. Beskrivning av väderförhållanden under höst/vår säsong samt sommar, då mätningar genomförts inom projektet, både dagtid och på natten.

Beskrivning av väderförhållanden (dag och natt)	Höst/vår 	Sommar 
Temperatur	2-16°C	5-24°C
Vind	0-12 m/s	2-6 m/s
Luftfuktighet	24-99%	24-67%

Losshållning

Losshållning omfattar flera arbetsmoment som utförs på olika typer av arbetsplatser, vilket medför varierande förhållanden hos omgivningen. Exempel på losshållningsarbeten är renblåsning, bormning i berg, laddning, sprängning samt skrotning av sprängt material med maskin. Inom projektet har IVL genomfört mätningar vid anläggning för byggande av flervåningshus i stadsmiljö, sprängning i grustäkt samt anläggningsarbete vid motorvägsbygge. Arbetsmomenten utförs till viss del likartat men även olika; exempelvis används öppna borrhjor såväl som borrhjor med hytt, ibland med någon form av dammreducerande åtgärd, sprängning sker kontinuerligt i mindre salvor under arbetsdagen eller som i täkt där en stor salva sprängs utan närvaro av övrig personal. Vi har även fått ta del av 3 externa mätrapporter som andra aktörer utfört vid motsvarande arbetsmoment (totalt 7 ytterligare observationer från personburna mätningar). Av dessa har 5 observationer inkluderats i sammanställningen. Två mätningar exkluderades på grund av osäkerheter till följd av otillräcklig beskrivning. Resultaten av dessa diskuteras separat. Översikt av observationer och mättillfällen inom losshållning ges i tabell 2.

Tabell 2. Totalt N=30 mätobservationer inom losshållning varav 25 gjordes vid 6 olika mät-tillfällen på 4 olika arbetsplatser under höst/vår- samt sommarsäsong av IVL. Ytterligare 5 mätningar från två mättillfällen utförda av andra aktörer har inkluderats i sammanställningen av resultat.

Arbetsmoment inom losshållning	N(<i>totalt</i>)	Antal observationer (IVL)		Externa mätningar ¹
		n(<i>höst/vår</i>)	n(<i>sommar</i>)	n(<i>höst/vår</i>)
Blåsa	3	3	-	-
Borra (varav rigg med hytt)	9	4 (3)	2 (2)	3
Ladda	9	4	3	2
Skrota (arbete i hytt)	7	5	1	-
Övrigt*	2	2	-	-

* arbete utomhus i närheten av skrotning samt arbetsledare

¹ externa mätrapporter från Skanskas etablering vid Kungens Kurva, Stockholm 2016-12-21 samt NCC:s arbeten vid förbifart Norrtälje 2013-05-97.

Asfaltfräsning

Asfaltfräsning är ett arbetsmoment som är relativt väl definierat gällande användning av maskiner och hur arbetet utförs. I praktiken finns det fräsar av olika storlek, här benämnt som *liten fräs* (upp till 1 m fräsvals), *mellan-fräs* (1,5 m) och *stor fräs* (2–2,5 m). Den större fräsen opereras från hytt medan de mindre varianterna är öppna. Asfaltfräsen följs alltid av en soptraktor som sopar den avfrästa ytan och lastar avfräst granulat på bil. Fräslagen består normalt av 2–4 personer där det som minst är en person som fräser och en person som sopar. För större fräsar finns det personal som går bredvid fräsen och övervakar det pågående arbetet, se antalet mätobservationer i tabell 3.

Tabell 3. Totalt N=37 mätobservationer inom asfaltfräsning gjordes vid 12 olika mät-tillfällen under höst/vår- samt sommarsäsong. Totalt vid 4 mättillfällen följdes fräslag på stor fräs under nattskift.

Arbetsmoment inom asfaltfräsning	Antal observationer		
	N(<i>totalt</i>)	n(<i>höst/vår</i>)	n(<i>sommar</i>)
Liten fräs	5	3	2
Mellan-fräs	2	2	-
Stor fräs (varav natt)	6	2 (2)	4 (2)
Sop (varav natt)	12	7 (2)	5 (2)
Arbete/övervakning bredvid	11	7 (2)	4 (2)

Genomförande

Deltagare rekryterades till IVL:s mätningar av exponering för respirabel kvarts genom de kontakter som förmedlats av företagets representanter i projektgruppen. En prioritering var att identifiera mättillfällen på arbetsplatser i närheten av IVL:s kontor i Stockholm och Malmö för att möjliggöra resurseffektiva mät-insatser och säkerställa god beredskap. För att identifiera lämpliga mättillfällen, ibland med kort framförhållning, samarbetade projektledare direkt med ansvariga chefer, arbetsledare och lagbasar.

Monitorering av kvartsexponering genomfördes som personburna mätningar under ett arbetspass. I samband med att arbetet påbörjades monterades mätutrustningen bestående av en bärbar pump kopplad till en provtagare placerad i andningszonen, på deltagaren. Luftflödet kontrollerades med flödesmätare (SKC Chek-Mate) och justerades om nödvändigt. Deltagarna bar därefter provtagningsutrustningen under arbetspasset medan de utförde sina arbetsuppgifter. Längden på de arbetspass som monitorerades varierade i mellan 200 minuter och upp till 1400 minuter. Exempelvis så var nattskiftet kortare än motsvarande dagskift för arbetslagen som fräste asfalt. I samband med att arbetet avslutades så plockades mätutrustningen av deltagarna, och flödet kontrollerades en sista gång. Mer detaljer kring mätutrustningen ges nedan. Figur 1 visar ett fräslag redo för nattarbete med personburen mätning av respirabelt damm- och kvarts.



Figur 1. Skanskas fräslag 9 är redo att fräsa asfalt på E20 i höjd med Arninge, Täby.

Mätmetod för filtermätning av kvarts och damm

Mätningarna utfördes i enlighet med standarden SS-EN 689 och AFS 2018:1. En batteridrivna pump, SKC Touch användes för att dra luft (med flödet 2,5 l/min, vilket motsvarar utbytet i lungan) genom ett 25 mm Millipore cellulosafilter med 3 µm porstorlek. Filtret placerades i en provtagare med föravskiljare, för att provta den respirabla fraktionen.

Filtren analyserades med avseende på respirabelt damm (vägning av filtret) samt kvarts (röntgendiffraktion) vid Arbets- och Miljömedicinska kliniken i Örebro.

Mätmetod för direktvisande instrument

En bärbar aerosolspektrometer (Grimm 11C) har använts som komplement vid en del av mätningarna. Instrumentet mäter partikelkoncentration och partikelstorleksfördelning i 31 storlekskanaler och i storleksområdet 0,25–32 µm. Därutöver kan mätningdata tolkas i enlighet med arbetsmedicinska värden för inhalerbara och respirabla partikelstorlekar. Grimm 11C är konstruerad för mätning av partikelkoncentrationerna mellan 1–2 000 000 partiklar/liter luft eller av dammassor mellan 0,1–100 000 µg/m³ luft.

SidePak™ AM520 Personal Aerosol Monitor är ett litet, bärbart, partikelinstrument (1-kanalig laserfotometer), som ger aerosolmasskoncentration i realtid. Instrumentet har använts för att mäta respirabelt damm i realtid som komplement vid en del av mätningarna.

Data från direktvisande instrument som använts för monitorering av partikelkoncentration och storleksfördelning har primärt använts som stöd i tolkningen av resultaten från de personburna mätningarna, men redovisas inte särskilt i denna rapport.

Resultat

Resultaten från gravimetrisk analys av respirabelt damm på filterprover respektive andelen kvarts från röntgendiffraktionsanalys, är en massa uttryckt i milligram (mg). De båda analysmetoderna har en lägsta gräns för vilken mängd damm/kvarts som kan detekteras (limit of detection, LOD). För den gravimetriska analysen av respirabelt damm är LOD = 0,10 mg och för röntgendiffraktionsanalys av kvarts är LOD = 0,002 mg. Resultat som rapporterats < LOD är genomgående markerade i orange färg i den sammanställning av resultat för loss hållning och asfaltfräsning som följer. Dessutom representeras mängden damm/kvarts på filtren (mg) genom en varierande storlek på markören för respektive mätpunkt.

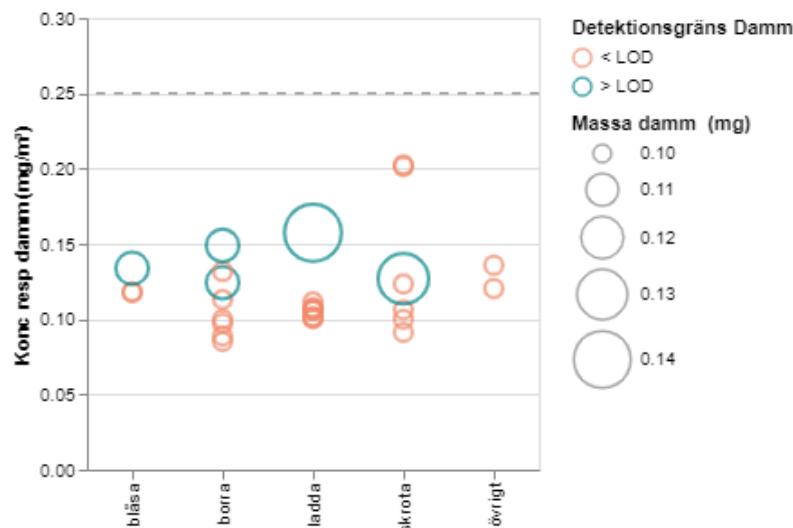
För att beräkna koncentrationer av respirabelt damm och kvarts som kan jämföras med de hygieniska gränsvärdena, så divideras massan av damm/kvarts på filtret med den totala volymen luft som pumpats genom filtret under mätperioden. Denna volym, i sin tur, beräknas baserat på luftflödet (L/min, medelvärde under dagen) och det antal minuter som deltagaren monitorerades. När mängden damm/kvarts är < LOD så har koncentrationen av respirabelt damm och kvarts således beräknats baserat på värdet för LOD och ska därför tolkas som den högsta koncentrationen som deltagaren blivit utsatt för. För att underlätta jämförelse av de beräknade koncentrationerna för respirabelt damm, så har en tiondel av gränsvärdet, dvs. 0,25 mg/cm³, markerats som en streckad linje i utvalda figurer, vilket motsvarar storleksordningen på de uppmätta halterna. Det är också en relevant nivå att jämföra mot, då halter under denna gräns kan anses vara försumbara. Genomgående så är gränsvärdet för respirabel kvarts, 0,1 mg/m³ representerat som max på skalan för y-axen i aktuella figurer i vissa fall förtydligat genom en streckad linje.

Losshållning

Sammanställning av mätresultat för olika arbetsmoment inom losshållning (N = 30), avseende koncentrationer av respirabelt damm (figur 2) samt respirabel kvarts (figurena 3 och 4).

I sammanställningen av resultaten för respirabelt damm (figur 2) så baseras 5 individuella värden på kvantifierbara dammängder (> LOD) som samlades under 210 - 452 minuter. Av dessa är 4 observationer från samma arbetsplats, en anläggning för kontorsbyggnad i stadsnära miljö.

I den externa mätrapport som delgivits projektet men som exkluderats i analysen av resultaten nedan (dessa två mätvärden kunde inte inkluderas på grund av osäkerheter/otillräcklig beskrivning), redovisas en halt av respirabelt damm på hela 0,64 mg/m³. Detta avviker i hög utsträckning från de nivåer som i övrigt ger en samlad bild av halter för respirabelt damm vid losshållning även om det gott och väl är under nivågränsvärdet på 2,5 mg/m³. (Det kan samtidigt noteras att de uppmätta kvartshalterna vid dessa personburna mätningar ligger helt i linje med det samlade resultatet från detta projekt.)



Figur 2. Koncentrationer av respirabelt damm (mg/m³) vid olika arbetsmoment inom losshållning. Markörens storlek representerar kvantifierad mängd damm på filter (mg). Orange färg indikerar mängd (mg) som är mindre än detektionsgräns (< LOD). Streckad linje representerar en tiondel av det hygieniska gränsvärdet för respirabelt damm (dvs 0,25 mg/m³).

Resultaten för respirabel kvarts baseras på 15 observationer med kvantifierbara dammängder (> LOD). Bland dessa återfinns de 5 deltagarna som hade dammvärden över LOD på sina filter. Övriga 15 observationer var under detektionsgräns (< LOD). Samtliga koncentrationer av respirabel kvarts är väl under gränsvärdet på 0,1 mg/m³ med några värden uppåt halva gränsvärdet, se figur 3 nedan.

Tabell 4. Medelvärden (min; max) för koncentrationer av respirabelt damm inom loss hållning.

Arbetsmoment inom loss hållning	Medelvärde koncentration respirabelt damm mg/m ³ (min; max)		
	alla	höst/vår	sommar
Blåsa	0,123 (0,118; 0,134)	0,123 (0,118; 0,134)	-
Borra	0,120 (0,085; 0,190)	0,127 (0,085; 0,190)	0,094 (0,089; 0,100)
Ladda	0,111 (0,100; 0,157)	0,113 (0,100; 0,157)	0,107 (0,106; 0,108)
Skrota (arbete i hytt)	0,136 (0,091; 0,202)	0,157 (0,100; 0,202)	0,108 (0,091; 0,127)
Övrigt*	0,128 (-; -)	0,120* (-; -)	0,136* (-; -)

*endast en observation

Tabell 5. Medelvärden (min; max) för koncentrationer av respirabel kvarts inom loss hållning.

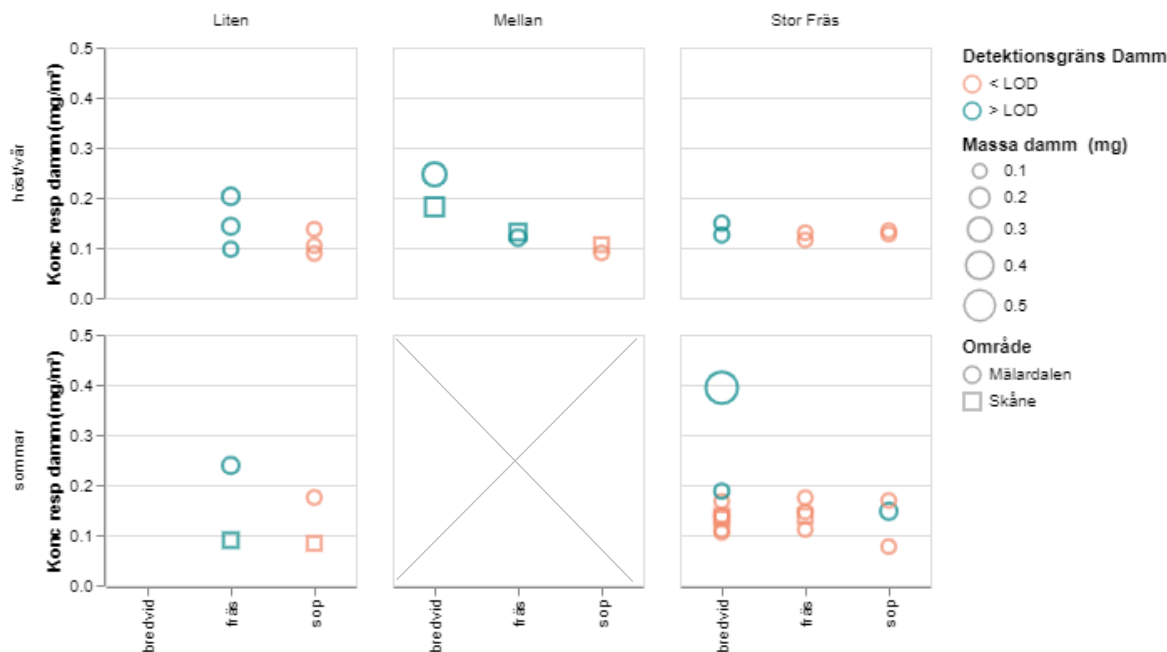
Arbetsmoment inom loss hållning	Medelvärde koncentration respirabel kvarts mg/m ³ (min; max)		
	alla	höst/vår	sommar
Blåsa	0,008 (0,002; 0,019)	0,008 (0,002; 0,019)	-
Borra	0,009 (0,001; 0,035)	0,009 (0,001; 0,035)	0,007 (0,004; 0,009)
Ladda	0,008 (0,002; 0,031)	0,009 (0,002; 0,031)	0,006 (0,005; 0,008)
Skrota (arbete i hytt)	0,010 (0,002; 0,050)	0,003 (0,002; 0,004)	0,018 (0,002; 0,050)
Övrigt*	0,003 (-; -)	0,002* (-; -)	0,003* (-; -)

*endast en observation

Asfaltfräsning

Nedan följer en sammanställning av mätresultaten för olika arbetsmoment inom asfaltfräsning (N = 37), avseende koncentrationer av respirabelt damm (figur 5) samt respirabel kvarts (figurer 6). Resultaten (mg/m³) presenteras i grafer där x-axeln grupperar individuella observationer per arbetsmoment i fräslaget; för deltagare som gått *bredvid* och övervakat fräsningen, för deltagare som opererat *fräsen* och deltagare som kört *sop*-traktor. Vidare har resultaten grupperats per storlek av fräs; liten fräs (vänster), mellan-fräs (mitten) och stor fräs (höger). Mätningar som genomförts under höst/vår ses i den övre delen i figuren, medan resultat från sommarmätningar av asfaltfräsning presenteras på nedre raden. För mellan-fräs gjordes inga mätningar under sommarsäsongen. Olika form på markören indikerar om mätningen genomförts i Mälardalen respektive i Skåne. Detta möjliggör i relevanta fall en jämförelse av kvartshalter som kan illustrera betydelsen av kvartsinnehåll i berggrund/råmaterial.

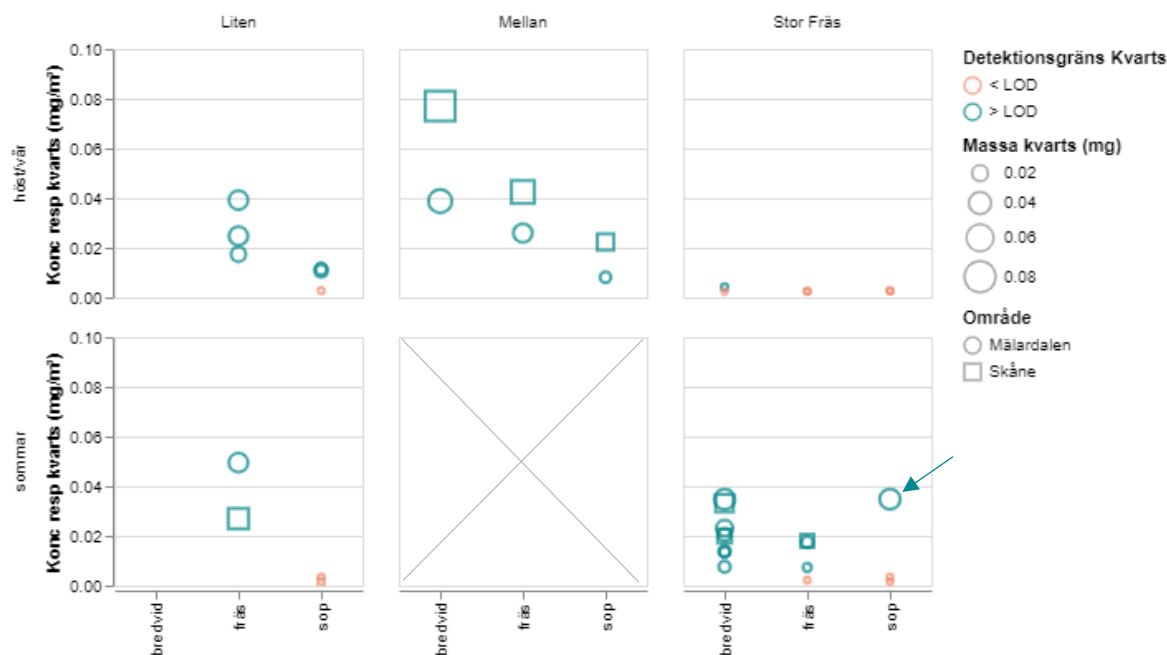
Det samlade resultatet för respirabelt damm (figur 5) utgörs av 14 individuella värden baserade på kvantifierbara dammängder ($> \text{LOD}$) samt 23 värden som har beräknats med $\text{LOD} = 0.1 \text{ mg}$ som bas. Koncentrationerna av respirabelt damm är generellt låga, omkring en tiondel av gränsvärdet och i något fall upp till $0,4 \text{ mg/m}^3$, och varierar inom samma storleksordning mellan de olika arbetsmomenten i fräslaget.



Figur 5. Koncentrationer av respirabelt damm vid asfaltfräsning (mg/m^3). Markörens storlek representerar kvantifierad mängd damm på filter (mg). Orange färg indikerar mängd (mg) som är mindre än detektionsgräns ($< \text{LOD}$). Formen på markören visar om mätningen genomförts vid asfaltfräsning i Mälardalen eller i Skåne.

Resultaten för respirabel kvarts (figur 6) utgörs av 28 individuella värden baserade på kvantifierbara dammängder ($> \text{LOD}$) samt 9 värden som har beräknats med $\text{LOD} = 0,002 \text{ mg}$ som bas. Samtliga observationer ligger under gränsvärdet på $0,1 \text{ mg/m}^3$, men kvartskoncentrationerna varierar i större utsträckning mellan de olika arbetsmomenten i fräslaget i jämförelse med dammkoncentrationer.

Koncentrationer av respirabel kvarts för fräslag på mellanfräs, figur 6 mitten, mättes parallellt för två fräslag under en och samma dag. Den ena mätningen gjordes i Skåne och den andra i Mälardalen. Väderförhållandena på de båda platserna var jämförbara den aktuella dagen (220411). Som tidigare konstaterats så varierade inte damm-koncentrationerna nämnvärt (figur 5, mitten). Däremot är skillnaden mellan mätningarna avseende koncentration av respirabel kvarts tydlig för alla arbetsuppgifter inom fräslagen, med högre nivåer i Skåne jämfört med i Mälardalen. Detta beror förstås på vägbanans materialegenskaper och det kan förutsättas att asfaltgranulatet från fräsningen i Skåne innehåller en högre andel kvarts, vilket också reflekterar geologins beskaffenhet i regionen som bland annat är känd för den hårda "Dalby-kvartsiten".



Figur 6. Koncentrationer av respirabelt kvartsdamm vid asfaltfräsning (mg/m^3). Markörens storlek representerar kvantifierad mängd kvarts på filter (mg). Orange färg indikerar mängd (mg) som är mindre än detektionsgräns (< LOD). Formen på markören visar om mätningen genomförts vid asfaltfräsning i Mälardalen eller i Skåne. En avvikande mätpunkt, markerad med pil, illustrerar hur kvartshalten påverkas av att fönstren i hytten på sopen är öppna under arbetspasset.

I tabell 6 och 7 nedan, ges medelvärden samt maximum- och minimum-värden för koncentrationer av respirabelt damm respektive respirabel kvarts vid asfaltfräsning.

Tabell 6. Medelvärde (min; max) dammkoncentration asfaltfräsning

Arbetsmoment inom asfaltfräsning	Medelvärde koncentration respirabelt damm mg/m^3 (min; max)		
	alla	höst/vår	sommar
Liten fräs	0,154 (0,090; 0,239)	0,148 (0,097; 0,203)	0,164 (0,090; 0,239)
Mellan-fräs	0,126 (0,120; 0,131)	0,126 (0,120; 0,131)	-
Stor fräs	0,136 (0,111; 0,175)	0,123 (0,116; 0,130)	0,143 (0,111; 0,175)
Sop	0,120 (0,077; 0,175)	0,113 (0,089; 0,137)	0,130 (0,077; 0,175)
Arbete/övervakning bredvid	0,173 (0,105; 0,394)	0,176 (0,126; 0,247)	0,172 (0,105; 0,394)

Tabell 7. Medelvärde (min; max) koncentration respirabel kvarts vid asfaltfräsning

Arbetsmoment inom asfaltfräsning	Medelvärde koncentration respirabel kvarts mg/m ³ (min; max)		
	alla	höst/vår	sommar
Liten fräs	0,032 (0,017; 0,049)	0,027 (0,017; 0,039)	0,038 (0,027; 0,049)
Mellan-fräs	0,034 (0,026; 0,042)	0,034 (0,026; 0,042)	-
Stor fräs	0,008 (0,002; 0,018)	0,002 (0,002; 0,022)	0,011 (0,002; 0,018)
Sop	0,009 (0,002; 0,035)	0,009 (0,003; 0,022)	0,009 (0,002; 0,035)
Arbete/övervakning bredvid	0,024 (0,002; 0,077)	0,031 (0,002; 0,077)	0,021 (0,008; 0,035)

Diskussion

Inom ramen för projektet "Referensmätning av kvartsdamm inom väg- och anläggningsprojekt" har IVL svenska miljöinstitutet genomfört personburna mätningar av respirabelt damm och kvarts. Syftet var att skapa ett dataunderlag som kan användas som referensmätningar vid bedömning och hantering av riskabel kvartsexponering. Fokus för mätstudien har legat på olika arbetsmoment inom losshållning (N = 30) samt asfaltfräsning (N = 37). Ambitionen var att genomföra mätningar under höst/vår såväl som sommarsäsong för att möjliggöra hänsyn till årstidsvariationer. Genom att genomföra mätningar på arbetsplatser med olika geologiska förutsättningar avseende kvartsinnehåll i berggrund/material, har vi kunnat belysa dess betydelse för användning av referensmätningar. Alla mätningar har genomförts under normala betingelser och de resultat som presenterats i rapporten speglar således deltagarnas exponering under helt vanliga, icke-anmärkningsvärda arbetsförhållanden.

Losshållning

Erhållna koncentrationer av respirabelt damm för arbetsmoment inom losshållning var generellt mycket låga, samtliga observationer var under 0,25 mg/m³, - en tiondel av gränsvärdet. Fyra av de totalt fem individuella observationer som baserades på kvantifierbar mängd damm på filtren (> LOD), var från samma arbetsplats, en anläggning för kontorsbyggnad i stadsnära miljö. Att arbetsplatsen var relativt kompakt kan eventuellt förklara att de fyra deltagarna exponerats för liknande nivåer av detekterbar kvarts. Även omgivande trafik, bland annat närhet till den högtrafikerade Essingeleden kan ha bidragit till resultatet.

Koncentrationer av respirabel kvarts var även dessa relativt låga och i huvudsak under-, men i något fall nära halva gränsvärdet, det vill säga 0,05 mg/m³. Det är inte tydligt att filterprover med detekterbara kvartshalter (> LOD) är en konsekvens av längre provtagningstid, vilket annars skulle kunna vara en förklaring.

Vid de olika arbetsmomenten inom losshållning finns dammreducerande åtgärder som exempelvis bevattning av marken för att binda damm eller att använda säckar för att samla upp borrhax eller

bevattna marken för att binda damm. En av utgångspunkterna i detta projekt var att utveckla referensmätningar som visar vilka åtgärder som kan skydda de som utför arbetsuppgifterna från att exponeras för kvartshalter över gränsvärdet, men även kontrollera exponeringen för de som arbetar i närheten av dammande arbeten. Vid de arbetsplatser som deltog i projektet användes inte några särskilda dammreducerande åtgärder på ett systematiskt sätt. Dessutom visade våra mätningar på generellt låga exponeringsnivåer vilket inte föranledde att vidare undersöka effekten av eventuella dammreducerande åtgärder inom projektet.

Asfaltfräsning

Asfaltfräsning kan anses vara ett relativt väl definierat arbetsmoment i och med att arbetssätt och maskiner inte skiljer nämnvärt mellan olika entreprenörer. Att använda sig av referensmätningar för att bedöma och hantera risk avseende kvartsexponering lämpar sig väl för olika arbetsmoment inom asfaltfräsning. Det är dock viktigt att använda sig av referensvärden för rätt typ av fräsmaskin, då små och mellanstora fräsar opereras öppet medan den stora fräsmaskinen har hytt.

Skillnader avseende exponering beroende på kvartsinnehåll i materialet som fräses är en viktig faktor som behöver tas i beaktande, vilket har illustrerats genom resultat från mätningar i Skåne och Mälardalen. Likaså kommer årstiderna med olika förutsättningar som påverkar damning vid fräsarbete och vidare potentiell kvartsexponering. På våren när grus från vinterns halkbekämpning ligger kvar på den asfalt som ska fräsas, klarar helt enkelt inte fräsens inbyggda bevattning att hämma dammbildning tillräckligt. På sommaren påverkar varma och torra förhållanden lika så mängden damm som bildas vid fräsning.

Inom asfaltfräsning noteras högst exponering för respirabelt damm och kvarts för deltagare som kör öppen fräsmaskin samt för deltagare som rör sig bredvid och övervakar fräsningen. Den i fräslaget som rör sig i närheten av en mellan-fräs tycks utsättas för höga damm- och kvartshalter. Detta kan bero på att den mellanstora fräsmaskinen är relativt kraftig och därför river upp mer damm än en mindre fräs.

Mät- och metodologiska överväganden

Resultaten från de personburna mätningarna som genomförts inom projektet visar generellt mycket låga halter av respirabelt damm medan nivåerna för koncentrationer av kvarts ofta är uppåt halva gränsvärdet. Det är inte ovanligt att filterprover med dammhalter under detektionsgränsen har kvartshalter över detektionsgränsen. Detta kan uppfattas som märkligt, men beror på att röntgendiffraktionen som metod för kvartsanalys är mycket känsligare än den gravimetriska (vägning) för respirabelt damm. Det kan också uppfattas som märkligt att filterprover inte innehåller detekterbara mängder av den respirabla dammfractionen, när arbetsförhållandena uppfattas som påtagligt dammiga. Det hade varit intressant att mäta inhalerbar fraktion parallellt med den respirabla, för att bättre förstå hur en upplevd dammig arbetsmiljö kan reflekteras i kvarts- och dammhalter av olika storlek. Problemet med riskabel kvartsexponering är att det är svårt att förstå när den finns eftersom den i praktiken inte syns som damm.

I detta projekt har vi genomfört mätningar för väldefinierade arbetsmoment inom asfaltfräsning vid upprepade tillfällen, i syfte att påvisa/illustrera inverkan av omgivningsförhållanden vid olika årstider. En avsikt var att öka användbarheten av dessa mätningar som referensmått vid

riskbedömning av asfaltfräsning. Då resultaten inkluderar mätningar från fräsarbeten båda dagtid och på natten kan det konstateras att just temperatur och luftfuktighet visar stor variation oavsett säsong. Vid framtida mätningar kan även omgivningsförhållandena dagarna innan ett mätillfälle vara intressanta att dokumentera och korrelera till exponering.

Referensvärden

En förutsättning för att kunna använda referensmätningar som underlag för exponerings- och riskbedömning är att förhållandena är likvärdiga mellan arbetsplatsen som vill använda referensmätningarna och den arbetsplats där referensmätningar gjorts. För att kunna utveckla och använda referensmätningar, krävs därför en god förståelse för vad "likvärdiga förhållanden" innebär och vad som påverkar exponeringen för kvarts.

När referensmätningar fungerar väl, möjliggör de att effektiva förebyggande åtgärder kan vidtas så att anställda inte exponeras för halter över gränsvärdet. Risken finns dock att kvartsexponeringen antingen överskattas eller underskattas baserat på felaktiga grunder.

Om exponeringen för kvarts *underskattas*, riskerar anställda att exponeras för höga halter utan att vara medvetna om risken och behovet av att vidta skyddsåtgärder. Det innebär att risken för att drabbas av sjukdomar orsakade av kvarts ökar. Hälsoeffekterna av kvarts uppkommer först efter lång tid, ibland flera decennier efter exponering. Om exponeringen för kvarts *överskattas*, riskerar man att vidta åtgärder i onödan, trots att de inte behövs. Onödiga åtgärder kan dels innebära onödiga kostnader, men kan också innebära att anställda måste arbeta med andningskydd, trots att det inte behövs.

Även när användning av referensmätning kan anses vara lämplig för riskbedömning av ett arbetsmoment, är det viktigt att förstå att de ska användas med försiktighet och att man behöver ha kontroll på de faktorer som har betydelse för exponeringen. Om så inte är fallet bör man i stället tillämpa försiktighetsprinciper som garanterar att anställda inte exponeras för halter över gränsvärdet.

Att tillämpningen av referensmätning är så pass vanskelig är en anledning till att andra länder inom Europeiska unionen ännu inte tillämpar denna möjlighet utan i stället förlitar sig på andra metoder för riskhantering, exempelvis som den bedömningsprocedur (Assessment, Control, Monitoring and Education) som beskrivs i "Good Practice Guide on Workers Health Protection through the Good Handling and Use of Crystalline Silica and Products containing it".¹⁶

Avslutande kommentar och framtidsperspektiv

I detta projekt har vi genomfört och samlat in mätningar av respirabelt damm och kvarts för arbetsmoment inom loss hållning och asfaltfräsning, det vill säga exempel på väg- och anläggningsverksamhet som bedrivs utomhus i alla väder. Resultaten visar på generellt låga exponeringsnivåer, oavsett inverkan från omgivningsfaktorer som väder och vind. Däremot illustrerar ett av exemplen från asfaltfräsning i olika delar av landet, att exponeringens omfattning är tydligt beroende av kvartsinnehållet i det material som bearbetas. Att tydliggöra vilka



parametrar som är viktigast för att bedöma och hantera risk vid exponerat arbete, är fortsatt viktigt, inte minst när det kommer till att göra referensmätningar praktiskt användbara.

Att de uppmätta halterna i detta projekt är låga är förvisso positivt men intresseväckande i sig då arbetsmomenten som studerats uppfattas som "dammiga". I framtiden kan detta vara värt att utforska vidare för att bättre förstå korrelationen mellan inhaledbart (större partiklar och i större utsträckning synligt) damm och respirabelt damm. Vidare är det av stort intresse att vetenskapligt utröna betydelsen av vardaglig lågdos-exponering för kvarts med avseende på hälsoeffekter på lång och kort sikt. Gränsvärdet för kvarts har kritiserats för att inte vara tillräckligt skyddande och för närvarande pågår arbete inom den nordiska expertgruppen med att ta fram nya kriteriedokument för respirabel kvarts.

Referenser

1. International Agency for Research on Cancer (IARC). IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans. In A Review of Human Carcinogens. Arsenic, Metals, Fibres, and Dusts; Part C; International Agency for Research on Cancer (IARC): Lyon, France, 2012; Volume 100.
2. Boudigaard, Schlünssen, V., Vestergaard, J. M., Søndergaard, K., Torén, K., Peters, S., Kromhout, H., Kolstad, H. A., IRAS OH Epidemiology Chemical Agents, and dIRAS RA-. (2021). Occupational exposure to respirable crystalline silica and risk of autoimmune rheumatic diseases: a nationwide cohort study. *International Journal of Epidemiology*, 50(4), 1213–1226.
<https://doi.org/10.1093/ije/dyaa287>
3. Ge, Peters, S., Olsson, A., Portengen, L., Schüz, J., Almansa, J., Behrens, T., Pesch, B., Kendzia, B., Ahrens, W., Bencko, V., Benhamou, S., Boffetta, P., Bueno-de-Mesquita, B., Caporaso, N., Consonni, D., Demers, P., Fabiánová, E., Fernández-Tardón, G., ... dIRAS RA-. (2020). Respirable Crystalline Silica Exposure, Smoking, and Lung Cancer Subtype Risks. A Pooled Analysis of Case-Control Studies. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 202(3), 412–421.
<https://doi.org/10.1164/rccm.201910-1926OC>
4. Montén, Bryngelsson, I.-L., Fornander, L., Wiebert, P., and Vihlborg, P. (2020). Occupational Quartz Exposure in a Population of Male Individuals – Association With Risk of Developing Atrial Fibrillation. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 62(6), e267–e272.
<https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000001862>
5. Moehner, and Nowak, D. (2020). Estimation of an Exposure Threshold Value for Compensation of Silica-Induced COPD Based on Longitudinal Changes in Pulmonary Function. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(23), 9040–.
<https://doi.org/10.3390/ijerph17239040>
6. 't Mannetje, Steenland, K., Attfield, M., Boffetta, P., Checkoway, H., DeKlerk, N., and Koskela, R.-S. (2002). Exposure-response analysis and risk assessment for silica and silicosis mortality in a pooled analysis of six cohorts. *Occupational and Environmental Medicine (London, England)*, 59(11), 723–728. <https://doi.org/10.1136/oem.59.11.723>
7. Liu, Mu, M., Fang, K., Qian, Y., Xue, S., Hu, W., and Ye, M. (2020). Occupational exposure to silica and risk of heart disease: a systematic review with meta-analysis. *BMJ Open*, 10(1), e029653–.
<https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-029653>
8. Graff, Larsson, J., Bryngelsson, I.-L., Wiebert, P., and Vihlborg, P. (2020). Sarcoidosis and silica dust exposure among men in Sweden: a case-control study. *BMJ Open*, 10(9), e038926–.
<https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-038926>
9. IOM 2011, IOM Research Project P937/8, Health, socio-economic and environmental aspects of possible amendments to the TU Directive on the protection of workers from the risks related to exposure to carcinogens and mutagens at work. Respirable crystalline silica. Authors: Cherrie J.W., Gorman Ng M.; Searl A.; Shafrir A., van Tongeren M., Mistry R., Noden M., Sobey M., Corden C., Rushton L., Hutchings S.

10. Kauppinen, Toikkanen, J., Pedersen, D., Young, R., Ahrens, W., Boffetta, P., Hansen, J., Kromhout, H., Blasco, J. M., Mirabelli, D., de la Orden-Rivera, V., Pannett, B., Plato, N., Savela, A., Vincent, R., and Kogevinas, M. (2000). Occupational exposure to carcinogens in the European Union. *Occupational and Environmental Medicine* (London, England), 57(1), 10–18.
<https://doi.org/10.1136/oem.57.1.10>
11. Byggföretagen. <https://byggforetagen.se/statistik/forvarvsarbetande-i-byggindustrin/>, besökt 2022-12-12
12. AFS 2018:1 Hygieniska Gränsvärden
13. AFS 2015:2 Kvarts - stendamm i arbetsmiljön
14. AFS 2019:3 Medicinska kontroller i arbetslivet
15. Antonsson A-B, Fagerlönn J, Sahlberg B. Förstudie: Referensmätningar för kvartsexponeringar inom väg- och anläggningsprojekt [Internet]. IVL Svenska Miljöinstitutet; 2021. (B-rapport). Available from: <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:ivl:diva-2774>
16. NEPSI 2021. Good Practice Guide on Workers Health Protection through the Good Handling and Use of Crystalline Silica and Products containing it. Available from: <https://guide.nepsi.eu/wp-content/uploads/2021/08/NEPSI-Good-Practice-Guide.-revised-0821pdf.pdf>



Rapport B 2465 – Referensmätning av kvartsdamm inom väg- och anläggningsprojekt med fokus på arbetsmoment inom losshållning och asfaltfräsning

