

Kvartsialtistuminen ja sen hallinta rakentamisessa

TUTKIMUSHANKKEEN LOPPURAPORTTI



Tapani Tuomi
Tom Johnsson
Arto Heino
Anniina Lainejoki
Kari Salmi
Mikko Poikkimäki
Tomi Kanerva
Arto Säämänen
Tuula Räsänen

Kvartsialtistuminen ja sen hallinta rakentamisessa

TUTKIMUSHANKKEEN LOPPURAPORTTI

Tapani Tuomi, Tom Johnsson, Arto Heino, Kari Salmi, Anniina Lainejoki, Mikko Poikkimäki, Tomi Kanerva, Arto Säämänen, Tuula Räsänen



Työterveyslaitos

PL 40
00251 Helsinki

www.ttl.fi

Toimitus: Tapani Tuomi

Valokuvat: Tom Johnsson, Tomi Kanerva, Anniina Lainejoki, Kari Salmi, Tapani Tuomi

Piirroksat: Tapani Tuomi

© 2022 Työterveyslaitos ja kirjoittajat

Hanke on toteutettu Työsuojelurahaston, Rakennusliiton ja Rakennusteollisuus RT:n tuella.

Tämän teoksen osittainenkin kopiointi on tekijänoikeuslain (404/61, siihen myöhemmin tehtyine muutoksineen) mukaisesti kielletty ilman asianmukaista lupaa.

ISBN 978-952-391-048-5 (nid.)

ISBN 978-952-391-049-2 (PDF)

Työterveyslaitos 2022

Tiivistelmä

Tämä yhteenveto on Työsuojelurahaston, Rakennusliiton ja Rakennusteollisuus RT:n rahoittaman tutkimushankkeen ”Kvartsialtistuminen ja sen hallinta rakentamisessa” loppuraportti. Raportissa kuvataan talonrakentamisen ja infrarakentamisen kvartsipölylle altistavien töiden turvallinen tekeminen. Ja kerrotaan miten tehtynä eri töissä syöpävaarallisille tekijöille työssään altistuvien ns. ASA rekisterin ilmoituskynnys alittuu ja mitkä työtavat johtavat kyseisen pitoisuuden ylittymiseen ($0,005 \text{ mg/m}^3$). Samoin on mittauksiin perustuvaan altistumisen arviointiin nojaten kerrottu, mitkä työntekijät tulisi ottaa lakisääteisen työterveyshuollon terveydentilan seurannan piiriin.

Lähtökohtana oli tunnistaa työtehtävät, joissa kvartsialtistuminen voi olla merkittävää sekä ohjeistaa niiden turvallinen toteutus niin, että altistuminen sekä alveolijakeiselle kvartsille että alveolijakeiselle pölylle on merkityksetöntä tai korkeintaan vähäistä. Tätä edesauttamaan hankkeessa arvioitiin myös erilaisten pölyntorjuntatoimien tehokkuutta altistumisen vähentämiseen. Tämän tutkimuksen puitteissa arvioitiin myös suoraan osoittavien pölymittausten soveltuvuutta yleisilman kvartsipitoisuuden arviointiin, koska sellaisia on markkinoitu monille työmaille. Tavoitteena oli lisäksi luetteloida tehtävät, joissa työterveyshuollon terveystarkastukset ja/tai ASA-rekisteröinti tulee kysymykseen.

Tutkitut tehtävät liittyivät kerrostalorakentamisen monttu-, runko- ja sisätyövaiheen lisäksi sisätöihin korjaus- ja uudisrakentamisessa, infrarakentamiseen sekä rakennusten purkuun. Keskimäärin vain vähäisesti altistaviksi töiksi osoittautuivat rakennussiivous, työnjohtaminen, elementtiasennus, raudoittaminen, hytillisten tuloilman suodatuksella varustettujen työkoneiden ajaminen ja viherrakennus, sekä monet tienrakentamisen tehtävistä. Liiallista eli haitalliseksi tunnetun pitoisuuden (HTP-arvon, $0,05 \text{ mg/m}^3$) ylittävää altistumista todettiin kaikissa rakentamisen vaiheissa. Liialliset altistumiset liittyivät siihen, ettei hengityksen suojainta käytetty ollenkaan tai siihen, ettei sitä käytetty riittävän pitkään pölyävän työvaiheen jälkeen tai korkealta yleisilman pitoisuudelta suojautumiseksi. Työtehtävät, joissa liiallista altistumista todettiin, olivat hiekkapuhallus, hiekkapuhalluksen avustavat tehtävät, julkisivuelementtien purku, timanttiporaus, onteloporaus, porausvaunulla poraus, panostus, laatoitus, hytittömien maansiirtokoneiden käyttö ja piikkaus, riippumatta siitä, tapahtuiko piikkaus alipaineistetussa osastossa vai ei. Vastaavasti merkittävää altistumista ($>0,02 \text{ mg/m}^3$) todettiin mm. väliseinien tasoituksessa, raideseppelin levityksessä ja tienrakentamisessa (ns. jalkamies).

Työtehtävät, jotka hankkeessa valittiin mittausten kohteiksi, olivat niitä joissa ennalta arvioitiin kvartsipölyaltistumisen olevan kaikkein suurinta. Siksi tuloksia ei esim. keskimääräisen altistumisen osalta voida yleistää koskevan kaikkia rakentamisen

tehtäviä. Tutkimissamme työtehtävissä (n=148 kpl) altistuminen oli keskimäärin 0,032 mg/m³ ja ASA-rekisteriin ilmoitettavien työntekijöiden osuus 38 %, 10 % altistumisista ylittäessä HTP-arvon. Yli puolessa tehtävistä altistuminen oli kuitenkin käytännössä vähäistä, koska 60 % persentiili alitti ASA-ilmoitettavien rajan, kuten myös altistumisen mediaani (0,0031 mg/m³). Myös niissä tehtävissä, joissa mitattiin merkittäviä tai liiallisia altistumisia, työt oli mahdollista suorittaa turvallisesti, hyviä pölyntorjuntakeinoja noudattaen sekä käyttäen tarvittaessa työhön sopivaa hengityksensuojainta oikein. Ja toisaalta kaikissa vain vähän altistavissa tehtävissä oli mahdollista altistua yleisilman kautta tai tekemällä pölyntorjunnan kannalta huonoja valintoja.

Korkeita yleisilman pitoisuuksia todettiin varsinkin niissä sisätöissä, joissa tehtiin yllä mainittuja altistavia töitä, sekä ulkotöissä mm. porausvaunujen, murskainten ja maansiirtokoneiden lähetyvillä. Keskimäärin yleisilman pitoisuudet olivat 0,072 mg/m³ (mediaan 0,0024 mg/m³, n=88 kpl). Yleisilmamittauksista 43 % oli ns. ASA-ilmoitettavien pitoisuusalueella. Sisätöissä yleisilman kvartsi- ja pölypitoisuuksia voidaan hallita mm. käyttämällä pölyntorjuntaan laitekohtaisia kohdepoistoja, vettä, töiden oikeanlaista rytmitystä, yleisilman kierrättäviä puhdistimia, osastointia ja alipaineistusta sekä hyviä siivous- ja puhtaanapitoikäytäntöjä. Myös oikeanlaisten hengityksensuojainten käyttö ja ylläpito sekä niiden käytön ajoitus ovat avainasemassa suojauduttaessa korkeilta yleisilman pitoisuuksilta.

Pölyntorjunnan onnistuminen rakennushankkeessa edellyttää kaikkien rakentamisen osapuolten saumatonta yhteistyötä. Kaikkien, rakennuttajasta työntekijään, on hoidettava omat pölyntorjuntatehtävänsä. Rakennushankkeessa rakennuttajan tehtävänä on ohjata ja valvoa, että pölyntorjunta ja yhteistyö toimii käytännössä. Päätoteuttaja laatii työmaan pölyntorjuntasuunnitelman ja kunkin työnantajan tulee valita työmenetelmänsä siten, ettei pölyä synny tai että sitä syntyy mahdollisimman vähän. Ja opastaa työntekijänsä pölyntorjuntatoimenpiteisiin Hankkeessa tehtyjen mittausten perusteella tutkituissa kohteissa kannattaa suunnittelussa kiinnittää entistä enemmän huomiota yleisilman pitoisuuksien hallintaan sisätöissä. Ja siinä varsinkin pölyn leviämisen estämiseen ja töiden rytmitykseen. Hengityksensuojainten valinta osui työmailla pääsääntöisesti oikeaan, silloin kun niitä käytettiin. Mutta niiden käytössä ja ylläpidossa havaittiin sen sijaan toistuvasti puutteita. Kuten myös alipaineistajien ylläpidossa, osastoinneissa ja vaihtoehtoisten työmenetelmien valinnassa. Ja myös pölyhallintakeinojen toteutuksessa mitä tulee esim. kohdepoistojen sovittamiseen laitteisiin.

Rakennusalan työnantajien kuten muidenkin työnantajien lakisäätöisiin velvollisuuksiin kuuluu työtehtäväkohtainen riskien arviointi. Ja siihen liittyen altistumisen arviointi myös

alveolijakeiselle kvartseille, tarvittaessa työhygieenisin mittauksin. Tämän myötä työnantajien on myös mahdollista arvioida, ketkä työntekijät tulee ilmoittaa ASA rekisteriin ja ketkä tulee ottaa työterveyshuollon terveysseurannan piiriin. Riskien arviointiin liittyvässä altistumisen arvioinnissa kuten myös ASA-rekisteri-ilmoituksen ja työterveysseurannan tarpeen arvioinnissa voidaan käyttää hyväksi raportin liitteen 4 taulukkoa, jossa altistuminen on luokiteltu sen mukaan, miten kukin työ yrityksessä toteutetaan. Osoittautui että ASA-rekisteröintitarve sekä työterveysseurannan välttämättömyys liittyvät enemmän siihen, miten työ suoritetaan kuin siihen, mistä työstä on kyse. Noudattaen tässä raportissa kuvattuja hyviä käytäntöjä, voidaan kaikissa tutkituissa työtehtävissä altistuminen pitää vähäisenä. Lopulta kuitenkin työsuojeluviranomaiset arvioivat mitkä altistumisen torjuntakeinot huomioidaan, kun esim. päätetään ASA-rekisteriin ilmoitettavat työntekijät. Ja näin ollen myös sen, onko hengityksensuojaimen käyttö riittävä ja tarpeeksi luotettava toimenpide altistumisen pitämiseksi alle ASA-rekisteri-ilmoituskynnyksen. Ehdotamme että suojainten käyttö huomioitaisiin ilmoitettavia valittaessa. Edellyttäen että yrityksissä on laadukas suojainohjelma sen varmistamiseksi, että suojainten valinta, ylläpito ja käyttäjäkoulutus mahdollistavat altistumisen riittävän torjunnan muiden hallintakeinojen lisäksi. Ja että hengityksensuojainten käyttöä ja ylläpitoa ohjataan ja valvotaan rakennuttajan, päätoteuttajan sekä muiden työnantajien toimesta. Yhtä lailla kuin ohjataan ja valvotaan pölyntorjuntatoimia sekä niiden toiminnan varmistamista.

Tässä hankkeessa laaditut työtehtäväkohtaiset ohjeet (hyvät käytännöt) ja yleisohjeet kvartsipölyaltistumisen hallintaan (liite 5) tullaan julkaisemaan lopullisessa muodossaan Työterveyslaitoksen verkkosivuilla osoitteessa:

[Kvartsialtistuminen ja sen hallinta rakentamisessa | Työterveyslaitos \(ttl.fi\)](https://www.ttl.fi)

Abstract

This is the final report of the research project "quartz exposure and its management in construction" funded by the Labor Protection Fund in Finland, The Finnish Construction Workers Union and The Finnish Construction Industry. The report describes how to safely perform house construction and infrastructure construction work that exposes you to quartz dust. And we will tell you how to carry out different jobs in a way that does and/or does not necessitate registering the workers to the register of workers exposed to carcinogenic substances (ASA-register). Similarly, based on our measurements and exposure assessment, we give suggestions on which employees should be included in the statutory health status monitoring of the occupational health care.

The starting point was to identify work tasks in which quartz exposure can be significant and to describe their safe execution so that exposure to both respirable quartz and respirable dust is insignificant or at most minimal. To help with this, we also evaluated the effectiveness of various dust control measures in reducing exposure. Within the framework of this study, the usefulness of direct-reading dust monitors in the assessment of the quartz content of general air was also assessed, as such have been marketed to many construction companies. The goal was also to list tasks where occupational health care checks and/or ASA registration come into question.

The tasks studied pertained to, the erection of apartment building frames, interior work phases in the repair of buildings as well in novel building projects, in addition to infrastructure construction and demolition of buildings. Work tasks where exposure was low included construction cleaning, work management, installation of concrete elements, rebar laying, driving work machines equipped with cabin air intake filtration, and landscaping, in addition to some of the tasks in road construction. Excessive exposure, i.e. exposure exceeding the occupational exposure limit (OEL value, 0,05 mg/m³), was found in all phases of construction. Excessive exposures were related to not using respiratory protection at all or that it was not used long enough after the dusty work phase was done. The work tasks in which excessive exposure was found were sandblasting, tasks assisting sandblasting, dismantling of facade elements, diamond drilling, cavity drilling, drilling with a drill truck, priming of explosives, tiling, use of cabinless earthmoving machines, and pickling; regardless of whether the pickling took place in an underpressurized compartment or not. Correspondingly significant exposure (>0,02 mg/m³) was found in e.g. the leveling of partition walls and roofs, the spreading of railway ballast, and road construction (footmen).

The work tasks that were selected to be measured in the project were those where the exposure to quartz dust was estimated to be the highest. Hence, the results e.g. in terms

of average exposure, cannot be generalized to all construction tasks, but only the part studied. The average exposure in these jobs was 0,032 mg/m³, and the proportion of workers that should be reported to the ASA register was 38%, with 10% of exposure estimates exceeding the OEL value. In more than half of the tasks, however, the exposure was practically negligible, as the 60% percentile was well below the ASA reportable limit (<0,005 mg/m³), as was the median exposure (0,0031 mg/m³). Even in those tasks where significant or excessive exposures were measured, it is possible to perform the work safely, following good dust prevention measures and using the correct respiratory protection suitable for the job when necessary. And on the other hand, in all tasks with little or negligible exposure, it is possible to be exposed through the general air or by making bad choices in terms of dust control.

High general air concentrations were found especially in indoor work where the above-mentioned work tasks with high exposures was performed, and in few outdoor work tasks, e.g. in the vicinity of drilling rigs, crushers and earthmoving machines. On average, general air concentrations were 0,072 mg/m³, with the median being 0,0024 mg/m³ (n=88 kpl). Of the general air concentration measurements, 43 % exceeded the concentration necessitating reporting workers to the ASA register. In indoor work, quartz dust concentrations in the general air can be controlled, e.g. by using equipment-specific local exhausts and/or water to control dust emissions, as well as by performing tasks in the right order, not simultaneously with work tasks associated with high dust emissions. Mobile air cleaners placed near dust emissions sources can be effective as well, as can compartmentalization and negative pressure, and good cleaning and sanitation practices. The use and maintenance of the right type of respirators and the timing of their use are also keys to protecting workers from high dust concentrations in the general air.

Successful dust control in a construction project requires the seamless cooperation of all parties involved. Everyone, from the builder to the worker, has to take care of their own dust control tasks. In a construction project, the constructor's task is to guide and monitor that dust control and cooperation work in practice, while the main contractor prepares a dust prevention plan for the construction site. And each employer should choose his work method in such a way that no dust is generated or that it is generated as little as possible. And instructs its employees on dust prevention measures. Based on the measurements made in the project, more attention should be paid to controlling dust concentrations in the general air of indoor works. Particularly to preventing the spread of dust and to the pacing of work tasks. The choice of respirators was generally correct on construction sites, provided they were used. But instead, deficiencies were repeatedly found in their use and maintenance. As also in the maintenance of

underpressure devices (dust extractors), implementations of compartmentalization and in the selection of alternative work methods. And also, in the implementation of dust control measures, when it comes to e.g. matching target exhausts to devices.

The legal obligations of employers in the construction industry as well as other branches include the assessment of task-specific risks. And, in connection with that, the assessment of exposure to respirable quartz, when necessary, with the help of breathing-zone measurements. By carrying out risk assessment it is also possible for employers to deduce which employees should be notified to the ASA register and who should be included in occupational health care's health monitoring. Appendix 4 of this report, where quartz and dust exposure are classified according to how each job is carried out, can be used in the assessment of quartz exposure of workers. As well as in deciding the need for ASA register notification and occupational health monitoring in different work tasks. In summary, the need for ASA registration and the necessity of occupational health monitoring are more related to how the work is performed than to what specific task is in question. Provided that the good practices described in this report are followed, exposure in all studied work tasks can be kept below the ASA-registration threshold. However, the occupational health and safety authorities ultimately decide which exposure prevention measures are taken into account when, for example, deciding which employees will be reported to the ASA register. And, therefore, also whether the use of a respirator is a sufficient and reliable enough means to keep exposure below the ASA register notification threshold when combined with other measures. It is our suggestion that respirator use should be accounted for when deciding which construction workers to register. Provided that the company has a high-quality protective equipment program to ensure that the selection, maintenance and user training of protective equipment truly enable adequate prevention of exposure when combined with other control measures. And provided the use of respirators as well as other exposure control measures are adequately controlled and overseen by management.

The work task specific instructions (good practices) as well as the general instructions for the control of quartz exposure prepared in the present research project (appendix 5) will be published in their final shape on the web pages of the Finnish Institute of Occupational health:

[Kvartsialtistuminen ja sen hallinta rakentamisessa | Työterveyslaitos \(ttl.fi\)](https://www.ttl.fi/tyoterveyslaitos/kvartsialtistuminen-ja-sen-hallinta-rakentamisessa)

Sisällys/Table of contents

Tiivistelmä.....	3
Abstract	6
Sisällys/Table of contents.....	9
1 Johdanto	13
1.1 Alveolijakeisen kvartsin terveyshaitat ja niiden esiintyvyys.....	13
1.2 Työperäisen kvartsipölyaltistuminen torjunta Suomessa.....	14
1.3 Pölyntorjunta rakennushankkeissa yhteistyönä.....	15
1.4 Lainsäädäntö ja työnantajan velvoitteet kvartsialtistumisen seurannassa ja torjunnassa	16
1.5 Tutkimuksen tavoitteet.....	18
2 Aineisto ja menetelmät.....	19
2.1 Työtehtävien valinta.....	20
2.2 Mittausstrategia.....	20
2.3 Mittausmenetelmät.....	22
2.3.1 Alveolijakeisen pölyn ja kvartsin mittaus.....	22
2.3.2 Pölyävien työvaiheiden aikaisen altistumisen ja työpäivän keskimääräisen altistumisen arviointi.....	23
2.3.3 Suoraan osoittavat alveolijakeisen pölyn mittaukset yleisilmasta.....	24
2.3.4 Pölyntorjuntatoimien tehokkuuden selvittäminen	24
2.3.4.1 Kierrättävät (yleis)ilman puhdistimet	25
2.3.4.2 Koeporaukset porausvaunulla	26
2.3.4.3 Laastien sekoituspisteet	27
2.4 Analyysimenetelmät.....	30
2.5 Altistumisen luokittelu ja sen perusteet.....	30
3 Tulokset ja tulosten tarkastelu	32
3.1 Työtehtäväkohtainen altistuminen.....	32
3.2 Alveolijakeiselle kvartsille altistuvien altistuminen alveolijakeiselle pölylle	37

3.3	Hengityksensuojaimien käyttö ja altistuminen	39
3.4	Yleisilman kvartsi- ja pölypitoisuudet työmailla	42
3.5	Yleisilman suoraan osoittavat mittaukset.....	44
3.6	Altistumisen hallinta kierrättävien ilmanpuhdistimien avulla.....	45
3.7	Pölyntorjunta porausvaunujen käytössä.....	46
3.8	Pölyntorjunta sekoituspisteissä	48
3.9	Työtehtäväkohtaiset ohjeet ja yleisohjeistus.....	49
3.10	ASA-rekisteröinnin sekä työterveyshuollon terveysseurannan tarpeen arviointi sekä riskien hallintakäytännöt.....	51
4	Johtopäätökset ja suositukset	55
5	Lähteet.....	58
5.1	Lait, asetukset ja direktiivit (linkit haettu 24.9.2022)	61
5.2	Mittausmenetelmät ja standardit	62
6	Liitteet	64
	Liite 1. Työtehtävien valinnassa käytetty kysely.....	65
	Liite 2. Mittauksiin valitut työtehtävät	84
	Liite 3. Koejärjestely Sandvik Mining Oy:n koekentällä tehdyissä mittauksissa	87
	Liite 4. Työtehtäväkohtainen altistuminen eri tavoin toteutettuna.....	88
	Liite 5. Työtehtäväkohtaiset ohjeet ja yleisohjeet kvartsipölyn hallintaan rakennustyömailla.....	104
1.	Rakennusten purku	106
1.1	RAKENNUSTEN PURKU KONEILLA JA ULKOTYÖT.....	106
1.2	TYÖKONEIDEN JA AJONEUVOJEN OHJAAMOTYÖ.....	108
1.3	PULVEROINTI JA MURSKAUS TYÖMAALLA	110
2.	Monttuvaihe, maarakennustyöt ja pintarakennetyöt sekä infrarakentaminen	112
2.1	MAANSIIRTO JA TASOITUS SEKÄ KIVETYS.....	112
2.2	RÄJÄYTYSTYÖT (MUUT KUIN PORAAJAT JA KUSKIT)	114
2.3	TIMANTTISAHAUS SEKÄ MUUT BETONI JA KIVIPINTOJEN LEIKKAUKSET.....	116
2.4	PORAUSVAUNUN KÄYTTÖ.....	118

2.5 VIHERRAKENTAMINEN.....	120
2.6 ASFALTTITYÖT.....	122
2.7 RAIDSEPELIN LEVITYS JA RAITEENTUENTA	124
3. Runkotyövaihe	126
3.1 ELEMENTTIEN ASENNUS.....	126
4. Sisätyövaihe, uudis- ja korjausrakentaminen.....	128
4.1 ESIMIESTYÖ.....	128
4.2 RAKENNUSSIIVOUS	130
4.3 BETONILATTIOIDEN HIONTA.....	132
4.4 ONTELOLAATTOJEN PORAAUS (KUIVAUS).....	134
4.5 PORAUKSET BETONIIN, KIVEEN TAI TIILEEN SISÄTÖISSÄ.....	136
4.6 LAASTIEN SEKOITUSPISTE SISÄTÖISSÄ	138
4.7 TIILI- JA HARKKOMUURAUUS	140
4.8 VÄLISEINIEN JA VÄLIKATTOJEN TASOITUS.....	142
4.9 TIMANTTISAHAUS SEKÄ MUUT BETONI JA KIVIPINTOJEN LEIKKAUKSET.....	144
4.10 SEINIEN JA LATTIOIDEN ROILOTUS (URAJYRSINTÄ JA PIIKKAUS) PUTKILLE JA SÄHKÖJOHDOILLE.....	146
4.11 TASOITUS JA PIIKKAUS SISÄTÖISSÄ.....	148
4.12 LAATOITUS.....	150
4.13 TIMANTTIPORAAUS SISÄTILOISSA	152
5. Rakenteiden purku korjausrakentamisessa	154
5.1 VÄLISEINIEN JA VÄLIPOHJIEN PIIKKAUS.....	154
5.2 KALUSTEIDEN JA PINTAMATERIAALIEN POISTO.....	156
6. Julkisivutyöt.....	158
6.1 HIEKKAPUHALLUS	158
6.2 JULKISIVUSAUMAUKSEN UUSIMINEN.....	160
7. Yleisohjeet	162
7.1 KVARTSI- JA PÖLYALTISTUMISEN MÄÄRITTÄMINEN	162
7.2 HENGITYKSENSUOJAIMET KVARTSIPÖLYLLE	164

7.3	KVARTSIPÖLYN TORJUNTA RAKENNUSTYÖMAILLA.....	169
7.4	RAKENNUSPÖLYNIMURIT JA KOHDEPOISTOIMURIT KVARTSIPÖLYLLE.....	172

1 Johdanto

Kiteisellä piidioksidilla on seitsemän eri kidemuotoa, joista Suomessa työssä voi altistua lähinnä kvartsille sekä esim. keramiikkateollisuudessa ja tulenkestävien materiaalien valmistuksessa myös kristobaliitille (NIOSH, 2002). Kvartsia esiintyy mm. kallioperän mineraaleissa, hiekassa ja kivimateriaaleissa. Arviolta 12 % maankuoresta koostuu kvartsista (Klein, 1993). Siksi myös mineraaleja ja kiviainesta sisältävissä tuotteissa ja ainevirroissa kvartsi on yleinen. Rakentamisessa tällaisia ovat esim. betoni, sementti, laastit, tiilet, laatat, hiekat, kivet ja kallioperä. Tuotantolämpötiloista riippuen kvartsia sisältävistä aineksista voi muodostua amorfista piidioksidia, esimerkkinä lasi tai toista piidioksidin kidemuotoa kristobaliittia. Kiteisten piidioksidien fyysiset ominaisuudet ja liukenemattomuus keuhkoissa tekee niistä hiukkaskoosta riippuen haitallisia hengitettynä, aiheuttaen mm. silikoosia ja keuhkosityöpää. Koska silikoosin ja yleensä myös levinneen keuhkosityövän keuhkomuutokset ovat korjaantumattomia eikä niihin toistaiseksi ole olemassa tehokasta hoitoa, on pyrittävä estämään tai vähentämään altistumista piipölylle (Wagner 1997).

1.1 Alveolijakeisen kvartsin terveyshaitat ja niiden esiintyvyys

Kivipölykeuhko eli silikoosi on vanhimpia tunnettuja työperäisiä sairauksia. Tauti kehittyy hengitettäessä kvartsipitoista alveolijakeista pölyä (mediaani halkaisija = 4,25 µm), mikä aiheuttaa keuhkotulehdusta ja ajan saatossa keuhkokudoksen arpeutumista eli keuhkofibroosia (CEN 1993; Poinen-Rughooput ym. 2016; SCOEL 2003; IARC 1997, 2012; NIOSH 2002). Silikoosia tavataan etenkin rauta- ja teräsvalimotyötä, metallin hiontaa, kaivos-, kivi- ja hiekkapuhallustyötä tehneillä, keraamisen teollisuuden työntekijöillä, sekä rakennustyöntekijöillä (Nordman ja Keskinen 1997, Wagner 1997). Kehittymisnopeuden ja kliinisen taudinkuvan perusteella silikoosi jaetaan kolmeen eri muotoon: akuuttiin, nopeutuneeseen ja krooniseen eli klassiseen silikoosiin (Samet 1996, Wagner 1997). Silikoosin seurauksena taudin edettyä melko pitkälle hapenottokyky heikkenee, mikä ilmenee rasitushengenahdistuksena. Silikoosi voi kehittyä alle viidessä vuodessa, jos altistuminen on huomattavan paljon yli HTP-arvon (akuutti silikoosi). Altistumisen ollessa vähäisempää, silikoosin kehittyminen voi viedä yli 10 vuotta (krooninen silikoosi), jolloin oireeton tai lähes oireeton ns. latenssiaika on tavallisesti yli 20 vuotta (EC, 1994).

Vanhimpia tunnettuja silikoositapauksia on todettu faaraoiden aikaisen Egyptin työväestön säilötyistä keuhkoista. Joskin on ymmärrettävistä syistä selvittämättä, mikä osuus pyramidien ja muiden julkisten rakennusten rakentamisessa tarvittujen kivien

louhinnalla ja muotoilulla oli silloiseen taudinkulkuun (Montgomerie 2012). Enenevässä määrin tautia havaittiin teollistumisen myötä, mm. kaivostyöntekijöillä alkaen Ramazzinin ym. tutkimuksista 1710 luvulla, joissa todettiin yhteys ”astmaattisilla” oireilla ja kiven leikkaajien keuhkoista löytyneillä ”hiekan tapaisilla” hiukkasilla (Aghilinejad 2012). Vaikka altistumisen seuraukset ovat siis olleet hyvin pitkään tiedossa, liiallinen altistuminen kivipölylle on edelleen valitettavan yleistä monissa ammateissa. Vuosien 1990 ja 2019 välillä silikoosin aiheuttamia kuolemia oli 13 000 maailmanlaajuisesti, seurauksena arviolta 656 000 menetettyä elinvuotta (Chen ym. 2022). Suomen ammattitautirekisteriin kirjataan vuosittain edelleen n. 10 silikoositapausta vuosittain (Tuomi ym. 2018).

Silikoosin ohella altistuminen alveolijakeiselle kvartsille ja muille alveolijakeisen piidioksidin kidemuodoille aiheuttaa keuhkosityöpää erillisen patogeenin kautta (SCOEL 2003; IARC 1997, 2012; NIOSH 2002) ja siksi kansainvälinen syöpäjärjestö IARC on luokitellut alveolijakeisen kvartsin varmuudella ihmiselle syöpää aiheuttavaksi aineeksi (IARC 2022). Keuhkosityövän kehittyminen etenee altistumisen merkittävydestä riippuen vaiheittain. Kuten silikoosillakin, haittojen ilmenemiseen vaikuttavat altistumisen kesto ja merkittävyys. Usein keuhkosityöpöpotilailla esiintyy myös silikoosia, mikä entisestään pahentaa ennustetta (Mielke ym. 2018). Vuonna 2016 kvartsialtistumiseen liitännäisiä työperäisiä keuhkosityöpätapauksia arvioitiin olevan n. 48 000 maailmanlaajuisesti, seurauksena 1,3 milj. menetettyä työvuotta. Siitä huolimatta, että alveolijakeinen kvartsille altistuminen on maassamme monilla aloilla edelleen hyvin yleistä, Suomen ammattitautirekisteriin kirjataan keskimäärin vuosittain vain n. 1-2 keuhkosityöpää, joiden arvioidaan johtuneen kvartsialtistumisesta. Usein keuhkosityöpien taustalla on käytännössä kvartsialtistumisen lisäksi myös muita altisteita, kuten asbestia ja tupakointia tai ympäristön tupakansavua, miksi kvartsialtistumisesta seuranneen keuhkosityövän on maassamme arvioitu olevan alidiagnostisoitu (Sauni ym. 1998; Stacey ym. 2018). Kirjattujen tapausten vähäisyyteen vaikuttaa mahdollisesti myös vierastyöläisten suuri osuus rakentamisen toimialalla, mikä vaikeuttaa altistumishistorian selvittämistä ja voi vaikuttaa myös oireilevien työntekijöiden hakeutumiseen ammattitautiselvitysten piiriin.

1.2 Työperäisen kvartsipölyaltistuminen torjunta Suomessa

Vaikka kivipölyaltistumiseen liittyvät terveyshaitat, niiden aiheuttajat sekä seuraukset, kuten myös ennalta ehkäisy keinot ovat siis olleet hyvin pitkään tiedossa, on kvartsialtistuminen monissa ammateissa edelleen isoimpia terveyshaittaa aiheuttavia tai sairastumisen riskiä kasvattavia ongelmia. Suomessakin kvartsille altistuu työssään vähintään 50 000 työntekijää (Tuomi ym. 2018). Työssään kvartsille altistuvien hyvinvointia edistääkseen ja altistumisesta seuraavien taloudellisten ja inhimillisten

menetysten vähentämiseksi keskeisimmät alat, joissa kvartsi-altistuminen on ongelma, poisluettuna rakennusteollisuus, solmivat vuonna 2006 "Sopimuksen työntekijöiden terveyden suojelemiseksi noudattaen hyviä käytäntöjä kiteistä piidioksidia sekä sitä sisältäviä tuotteita käytettäessä ja käsiteltäessä" (EU:n kvartsisopimus, EU-NEPSI 2013). Sopimuksen osapuolina olivat sekä työnantaja- että työntekijäjärjestöt kyseisillä aloilla, kattaen mm. valimoteollisuuden, kaivannaisteollisuuden, lasi- ja keramiikkateollisuuden, lasikuituteollisuuden, metalliteollisuuden, sekä rakennustuoteteollisuuden. Sopimuksen myötä yhdenmukaistettiin alveolijakeisen kvartsin työhygieenisiä raja-arvoja ja altistumisen arviointimenetelmiä EU-maissa. Tässä yhteydessä myös Suomen työhygieeninen enimmäispitoisuus, ns. haitalliseksi tunnettu pitoisuus (HTP-arvo, kts. kappale 2.6) laskettiin aiemmasta 0,2 milligrammasta kuutiometrissä (mg/m^3) 0,05 mg/m^3 (STM 2020). Ja Työterveyslaitoksen näytteenottokäytäntö muutettiin vastaamaan kvartsisopimuksessa sovittua tapaa ja partikkelikokoaluetta.

Viitenä ensimmäisenä EU:n kvartsisopimuksen jälkeisenä vuotena työperäinen altistuminen alveolijakeiselle kvartsille laski maassamme jyrkästi aloilla, jotka olivat sopimukseen liittyneet. Nykyisin altistuminen on vakiintunut tasolle, jossa HTP-arvon ylitykset ovat huomattavasti entistä harvinaisempia (Tuomi ym. 2014; 2018). Työterveyslaitoksen tekemissä mittauksissa tämä näkyi siten, että mittausten 95 persentiili oli 2006 1,0 mg/m^3 ja 2016 vastaavasti 0,05 mg/m^3 , HTP-arvon ylitysten osuuden laskiessa samanaikaisesti 44 prosentista 5 prosenttiin (Tuomi ym. 2018). Vähentäminen työperäisessä altistumisessa näyttäisi kuitenkin koskevan vain sopimukseen liittyneitä aloja, ei rakennustyötä. Rakennustyön osuus Työterveyslaitoksen tekemistä työhygieenisistä altistumismittauksista oli vuoteen 2020 asti vain 6 % luokkaa siitä huolimatta, että yli 2/3-osaa kvartsille työssään altistuvista ovat rakennustyöntekijöitä (Tuomi ym. 2014, 2018).

1.3 Pölyntorjunta rakennushankkeissa yhteistyönä

Pölyntorjunnan onnistuminen rakennushankkeessa edellyttää kaikkien rakentamisen osapuolten saumatonta yhteistyötä ja sitä, että jokainen osapuoli hoitaa omat tehtävänsä pölyntorjunnassa. Rakennuttajan tehtävä on ohjata ja valvoa pölyntorjuntayhteistyötä ja tätä varten rakennuttaja laatii rakennushanketta koskevan turvallisuusasiakirjan, jossa on menettelytapaohjeet ja vaatimukset koskien pölylle altistumisen poistamista tai vähentämistä ja leviämisen estämistä rakennushankkeen eri töissä ja toiminnoissa. Turvallisuusasiakirja ohjaa rakennushankkeen suunnittelijoiden, päätoteuttajan ja urakoitsijoiden pölyntorjuntatoimenpiteiden suunnittelua, valintaa ja toteuttamista. Rakennuttaja päivittää turvallisuusasiakirjan pölyntorjuntavaatimuksia yhdessä

suunnittelijoiden, päätoteuttajan ja urakoitsijoiden kanssa. Rakennuttaja määrittää onko rakennushankkeessa tarve suorittaa työhygieenisiä mittauksia esimerkiksi töissä ja toiminnoissa, joista ei ole olemassa altistumistietoa aikaisemmista mittauksista, tässä raportissa tai muissa tietolähteissä. Suunnittelijat poistavat suunnittelun keinoin pölyviä työvaiheita mm. määrämittaiset yhteensopivat materiaalit, valitsevat materiaaleja, joista ei vapaudu (haitallista) pölyä, huomioivat suunnitelmissa pölyntorjuntalaitteiden mm. keskuspölynimurien tilavaatimukset.

Päätoteuttaja laatii työmaan pölyntorjuntasuunnitelman, jossa työvaiheittain ja työtehtävittäin on määritelty toimenpiteet pölyn leviämisen estämiseksi. Suunnitelma käsittää mm. tarvittavat osastoinnit ja alipaineistukset, töiden ajoituksen, käytetyt pölynpoistomenetelmät koneissa ja työvälaineissa, sekä siivousmenetelmät ja siivoustiheyden. Pölynpoisto- ja puhdistuslaitteiden suodatinvaatimukset, kunnonseurantamenettelyt ja hengityksensuojainten vaatimukset tulee niin ikään olla mainittuna. Kuten myös työvälaineiden, työvaatteiden ja henkilönsuojainten puhdistus- ja huoltotilat. Kunkin työnantajan tulisi valita työmenetelmänsä siten, ettei pölyä synny tai että sitä syntyy mahdollisimman vähän huomioiden rakennuttajan ja päätoteuttajan säännöt ja ohjeet. Ja opastaa työntekijänsä pölyntorjuntatoimenpiteisiin.

1.4 Lainsäädäntö ja työnantajan veloitteet kvartsialtistumisen seurannassa ja torjunnassa

Työturvallisuuslain (2002/738) mukaan *Työnantajan on työn ja toiminnan luonne huomioon ottaen riittävän järjestelmällisesti selvitettävä ja tunnistettava työstä, työajoista, työtilasta, muusta työympäristöstä ja työolosuhteista aiheutuvat haitta- ja vaaratekijät sekä, jos niitä ei voida poistaa, arvioitava niiden merkitys työntekijöiden turvallisuudelle ja terveydelle.* Valtioneuvoston asetuksessa kemiallisista tekijöistä työssä (2001/715) todetaan lisäksi, että *työnantajan on tunnistettava työssä esiintyvien kemiallisten tekijöiden aiheuttamat vaarat ja arvioitava niistä työntekijöiden turvallisuudelle ja terveydelle mahdollisesti aiheutuvat riskit huomioon ottaen.* Näistä seuraa, että altistuminen alveolijakeisen kvartsin kaltaisille haitta-aineille tulee selvittää tarvittaessa työhygieenisiin mittauksin, jos liiallista altistumista ei voida lakisääteisen riskien arvioinnin yhteydessä kohtuudella sulkea pois. Työhygieenisen mittausten tarve ja sen myötä altistumisen selvittäminen alveolijakeiselle kvartsille on todettu myös mm. valtioneuvoston asetuksessa rakennustyön turvallisuudesta (205/2009) ja laissa syöpäsairauden vaaraa aiheuttaville aineille ja menetelmille ammatissaan altistuvien luettelosta ja rekisteristä (ASA-rekisteri, 452/2020). Valtioneuvoston asetuksessa rakennustyön turvallisuudesta säädetään lisäksi, että yhteisellä rakennustyömaalla sekä

rakennuttajan menettelyohjeissa että päätoteuttajan turvallisuussuunnitelmissa on annettava ohjeita työhygieenisten mittausten menettelyistä rakennushankkeessa.

Loppuvuodesta 2019 valtioneuvoston asetuksessa työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta (1267/2019) Suomessa asetettiin alveolijakeiselle kiteiselle piidioksidille sitova raja-arvo (2xHTP-arvo eli $0,1 \text{ mg/m}^3$), vastaamaan EU direktiivissä 2019/130 syöpävaarallisuuteen perustuen asetettua arvoa. Tämän myötä myös laki syöpäsairauden vaaraa aiheuttaville aineille ja menetelmille ammatissaan altistuvien luettelosta ja rekisteristä uudistettiin, seurauksena että kiteiselle piidioksidille työssään altistuvat tulee ilmoittaa ASA-rekisteriin. Muusta yllä mainitusta lainsäädännöstä huolimatta käytännössä vasta tämän myötä rakennusalalla herättiin kattavasti siihen, että kvartsialtistumista tulee selvittää ja hallita aiempaa paremmin.

Nykykäytännön mukaan, ASA rekisteriin ilmoitetaan työntekijät, jotka altistuvat työssään syöpävaarallisille tekijöille ns. taustapitoisuutta enemmän, eli enemmän kuin mitä he altistuisivat ilman kyseistä työtä. Suomessa ei ole julkaistu yleisilman alveolijakeisen kvartsin pitoisuuksia ja muun Euroopan taustapitoisuuksistakin on tietoa hyvin vähän. USAssa mittauksia on sen sijaan tehty enemmän. Daviesin ym. (1984) mukaan alveolijakeisen kvartsin pitoisuus USA:n metropoleissa on välillä $0,0011\text{--}0,0088 \text{ mg/m}^3$, keskimäärin $0,0032 \text{ mg/m}^3$. 1991 tehdyissä mittauksissa hiekkalouhoksen lähiympäristössä Monterayssa alveolijakeisen kvartsin pitoisuus oli $0,0011\text{--}0,0013 \text{ mg/m}^3$ (Ruble ja Goldsmith, 1997). Yhdessä Työterveyslaitoksen tekemässä vastaavanlaisessa mittauksessa pitoisuus oli $0,00020\text{--}0,00023 \text{ mg/m}^3$ (julkaisematon tieto). USA:n ympäristövirasto on lausunnossaan todennut, että $0,0050 \text{ mg/m}^3$ on riittävän alhainen pitoisuus kansalaisten suojelemiseksi alveolijakeisen kvartsin haitoilta (EPA, 1996). Joissain osavaltioissa on kuitenkin voimassa tätä tiukempia terveysperusteisia enimmäispitoisuuksia alveolijakeiselle kvartsille ympäristöilmassa. Esim. Teksasissa se on pitkäaikaisen altistumisen osalta $0,00027 \text{ mg/m}^3$, Kaliforniassa $0,0030 \text{ mg/m}^3$ ja Vermontissa $0,00012 \text{ mg/m}^3$ (TCEQ, 2020). Suomessa käytäntö on, että työntekijät ilmoitetaan ASA-rekisteriin, jos heidän arvioidaan työssään altistuvan yli $0,0050 \text{ mg/m}^3$, eli 10 % HTP-arvosta. Edellä kerrotun perusteella tämä on taso, joka ei yhdyskuntailmassakaan ylity kuin hyvin harvoin. Ja tämä on myös taso, johon ei nykytietämyksen mukaan liity mainittavaa terveyshaittaa, koska keuhkot ovat kykeneväisiä poistamaan pieniä kvartsipitoisuuksia värekarva-alueelle, josta ne poistuvat limahissin välityksellä (Corrin ja Nicholson, 2011).

ASA-rekisteröinnin lisäksi lainsäädännön mukaan työnantajan on *kustannuksellaan järjestettävä työntekijän terveystarkastukset erityistä sairastumisen vaaraa aiheuttavassa työssä* (Valtioneuvoston asetus terveystarkastuksista erityistä sairastumisen vaaraa

aiheuttavissa töissä, 2001/1485). Alveolijakeisen kvartsipölyn osalta tämä tarkoittaa käytännössä, että terveydentilan säännöllinen seuranta työterveyshuollossa tulee järjestää työntekijöille, jotka altistuvat alveolijakeiselle kvartsille siinä määrin, että siitä voi nykytietämyksen mukaan seurata erityistä sairastumisen vaaraa, eli käytännössä altistuminen on merkittävää (yli 0,02 mg/m³ työuran keskiarvona, kts. kappale 2.6).

1.5 Tutkimuksen tavoitteet

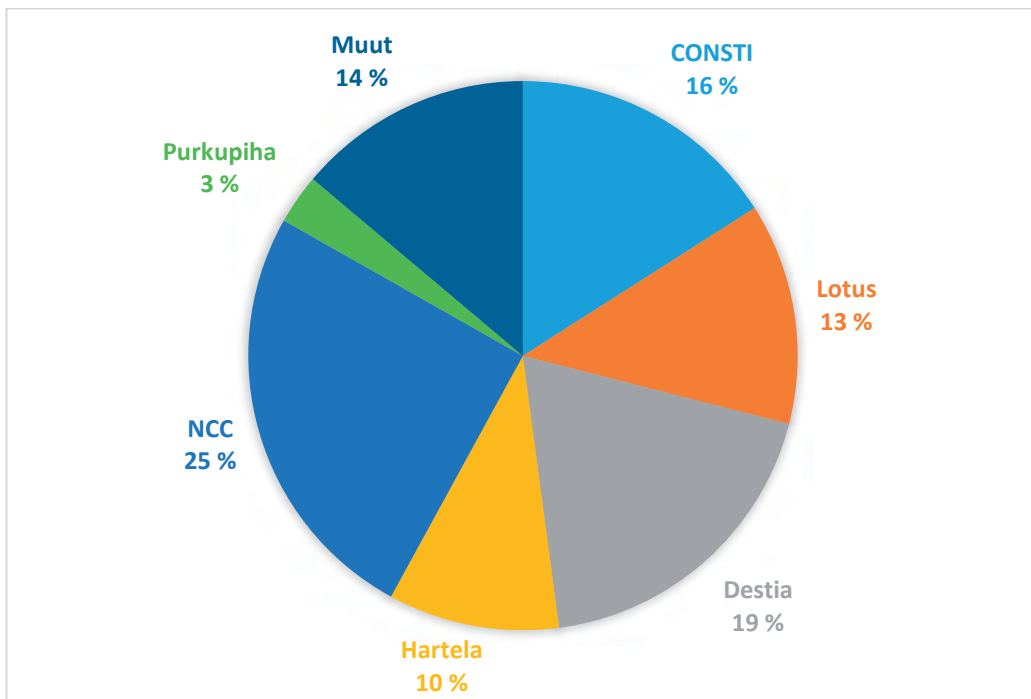
Koska useimmissa kotimaisissa rakennusalan yhtiöissä ei ole arvioitu kvartsialtistumisia ennen vuotta 2020 esim. osana lakisääteistä riskinarviointia, ei rakentamisen työnantajilla usein ole riittäviä edellytyksiä arvioida kenet pitäisi ilmoittaa ASA-rekisteriin ja missä työtehtävissä lakisääteline raja-arvo tai HTP-arvo mahdollisesti ylittyy (Tuomi 2018). Ja siksi rakennusalan yrityksissä on myös haastavaa päättää mitkä työntekijät tulisi ottaa työterveyshuollon terveystarkastusten piiriin. Nämä ovat melkoisia käytännön ongelmia alalla, jossa kvartsille potentiaalisesti altistuu kymmeniä tuhansia työntekijöitä. Tämä tutkimus vastaa näihin tarpeisiin. Lähtökohtana oli tunnistaa työtehtävät, joissa kvartsialtistuminen voi olla merkittävää sekä ohjeistaa niiden turvallinen toteutus niin, että altistuminen on merkityksetöntä tai korkeintaan vähäistä. Tätä edesauttamaan hankkeessa arvioitiin myös erilaisten pölyntorjuntatoimien tehokkuutta altistumisen vähentämiseen. Tämän tutkimuksen puitteissa arvioitiin myös suoraan osoittavien pölymittausten soveltuvuutta yleisilman kvartsipitoisuuden arviointiin. Tavoitteena oli lisäksi luetteloida tehtävät, joissa työterveyshuollon terveystarkastukset ja/tai ASA-rekisteröinti tulee kysymykseen.

2 Aineisto ja menetelmät

Tutkimusta suunniteltaessa etsittiin Rakennusliitto RT:n avustuksella viisi liiton jäsenyritystä, kaksi uudisrakentamisen, yksi korjausrakentamisen ja yksi infrarakentamisen piiristä, yhden purkuihin erikoistuneen yrityksen lisäksi: NCC Finland Oy, CONSTI Oy, Destia Oy, Hartela Oy ja Lotus Demolition Oy. Näiden yritysten kohteista valittiin kvartsille altistavia tehtäviä, joissa altistumista alveolijakeiselle kvartsille ja alveolijakeiselle pölylle mitattiin keräävin menetelmin sekä lisäksi yleisilman pitoisuuksia keräävin ja suoraan osoittavin menetelmin. Koska rakennusten purku sisältää monia kvartsille altistavia tehtäviä, täydennettiin mittauskohteita lisäksi kahden purkuyrityksen kohteilla, joissa murskattiin purkujätettä: Purkupiha Oy sekä Mevaset Oy. Näiden lisäksi tehtiin pölynhallintatoimien tehokkuuden arviointiin liittyviä mittauksia yhteistyössä Dustcontrol Oy:n, Sandvik Miningin, Metropolia ammattikorkeakoulun sekä RS saneeraus Tmi:n kanssa.

Tutkimusryhmään valittiin tutkijoita, joilla on pitkä kokemus pöly- ja kvartsialtistumisen arviointimenetelmistä, sekä toimialakohtaista kokemusta ja tietoa. Käytännön kokemusta rakentamisesta tuomaan, työtehtävien valintaa sekä tutkimustulosten ja ohjeistuksen levitystä edesauttamaan pyydettiin hankkeen ohjausryhmään yrityskumppanien edustajien lisäksi edustajat Rakennusliitosta ja Rakennusteollisuus RT:stä sekä aluehallintovirastosta.

Tutkimus toteutettiin 1.1.2021 ja 31.12.2022 välisenä aikana. Tutkimuskohteena oli yhteensä 58 työmaata 63 eri päivänä. Altistumista mitattiin yhteensä 150 työntekijältä, yleisilmanpitoisuutta arvioitiin yhteensä 88 keräävän näytteen avulla ja lisäksi suoraan osoittavin menetelmin 15 työmaalta. Mittaukset jakautuivat melko tasaisesti hankkeeseen alusta asti osallistuneiden yritysten kesken (kuvaaja 1). Kvartsianalyysijä tehtiin hankkeessa yhteensä 388 ja saman verran alveolijakeisen sementtipölyn punnituksia. Pölyntorjuntatoimien tehokkuutta mitattiin porausvaunuilla porattaessa, kierrättävien yleisilmanpuhdistimien käytössä, sekä laastien sekoituspisteissä. Työtehtäväkohtaisesti seurattiin lisäksi altistumista erityyppisiä pölyntorjuntatoimia noudatettaessa, mukaan luettuna osastoinnit, työkonekohtaisten ratkaisut kuten veden ja kohdepoistojen käyttö, sekä hengityssuojaimet ja kastelu.



Kuvaaja 1. Mittausten jakautuminen hankkeeseen osallistuneiden yritysten kesken.

2.1 Työtehtävien valinta

Työtehtävien valinnassa käytettiin tukena hankkeen yrityskumppaneille (NCC Finland, CONSTI, Destia ja Hartela), Rakennusteollisuus RT:lle, Rakennusliitolle ja Aluehallintovirastolle suunnattua kyselyä (liite 1). Kyselyn perusteella laadittiin lista tutkittavista työtehtävistä uudis- ja korjausrakentamisen eri vaiheissa: rakennusten purussa, uudisrakentamisen perustus- ja runkovaiheissa, pihatöissä, sisätyövaiheissa, julkisivutöissä, infrarakentamisessa ja betonijätteen murskauksessa (pulveroinnissa) sekä kivimurskaamoissa. Lopullisesta valinnasta keskusteltiin ja se lyötiin lukkoon kaikkien osapuolten kesken hankkeen ensimmäisessä ohjausryhmän kokouksessa (liite 2). Valintoja tarkennettiin hankkeen edetessä, mittauskäyntejä suunniteltaessa yhteistyössä työmaiden kanssa, sekä työmailla kertyneen tiedon varassa.

2.2 Mittausstrategia

Rakentamisessa on lukuisia pölyä tuottavia tehtäviä, jotka edellyttävät hengityssuojaimen käyttöä osan päivää ja toisinaan koko työpäivän ajan. Jokaisella

tutkimallamme työpaikalla tavoitteenamme oli selvittää sekä työntekijöiden todellinen työpäivän mittainen keskimääräinen altistuminen, että altistumisepitoisuus pölyvien suojautumista edellyttävien työtehtävien aikana. Tästä syystä työntekijöiden hengitysvyöhykkeelle ripustettiin kaksi alveolijakeista pölyä erottelevaa keräintä, joiden suodattimilta analysoitiin alveolijakeinen kvartsi ja alveolijakeinen pöly. Ensimmäisen keräimen näytteenkeräyspumppu oli päällä koko työvuoron ajan, jolloin siitä saatu tulos kuvasi työpäivän mittaista keskimääräistä altistumisepitoisuutta. Toiseen keräimeen kerättiin näytettä vain silloin kun työntekijä käytti hengityksensuojainta. Jos hengityssuojainta ei kyseisessä työssä käytetty, käynnistettiin tämän toisen keräimen pumppu aina silloin, kun tutkijan arvion mukaan hengityksensuojainta olisi pitänyt käyttää. Huomioimalla käytettyjen hengityksensuojainten suojauskertoimet, saimme näin toimien kerättyä työntekijöiltä seuraavat altistumista kuvaavat tulokset:

1. Työpäivän aikainen altistumisepitoisuus
2. Altistumisepitoisuus pölyävissä työvaiheissa
3. Työpäivän mittainen keskimääräinen altistuminen

ja tilanteissa, joissa suojainta ei käytetty myös:

4. Työpäivän mittainen keskimääräinen altistuminen, jos työhön soveltuvaa hengityksensuojainta olisi käytetty.

Varsinaisten altistumista kuvaavien työntekijäkohtaisten näytteiden lisäksi kerättiin jokaiselta työpaikalta myös yleisilman pitoisuutta kuvaavia näytteitä kiinteistä mittauspisteistä. Nämä näytteet kerättiin n. 1½ metrin korkeudelta yleensä samasta kerroksesta, osastosta tai huoneistosta, jossa pölyä tuottavaa työtä tehtiin. Ulkotyön ollessa kyseessä yleisilmanäytteitä otettiin työkoneiden ohjaamoista sekä mm. räjäytystyömailta, maansiirtotyömailta, viherrakentamisesta, tienrakentamisesta ja raidetyömailta ulkoilmasta kohdista, joiden lähellä työskenteli yleisilman kautta altistuvia työntekijöitä.

Suoraan osoittavia mittauksia kvartsi- ja pölyaltistumisen arviointiin oli useamman kaupallisia työpaikkamittauksia tekevän tahon toimesta ehdotettu hankkeemme kumppaniyrityksille. Siksi hankkeessa mitattiin lisäksi 15 eri työmaalla yleisilman alveolijakeisen pölyn pitoisuuksia samoista mittauspisteistä sekä suoraan osoittavasti massapitoisuuksille kalibroiduilla hiukkaslaskureilla että keräävästi kvartsisopimuksen sekä ISO-standardien mukaisilla menetelmillä. Keräävistä näytteistä analysoitiin

alveolijakeisen pölyn lisäksi alveolijakeinen kvartsi. Näin saatiin lisätietoa suoraan osoittavan mittaustavan soveltuvuudesta yleisilman kvartsipölypitoisuuksien arviointiin.

2.3 Mittausmenetelmät

Eurooppalainen standardointijärjestö (CEN) ja kansainvälinen standardointijärjestö (ISO) ovat sopineet terveyteen liittyvän pölyn tai työpaikan aerosolien näytteenoton standardinormeista (EN 481, ISO 7708), joita tulee työperäistä altistumista arvioidessa noudattaa. Näihin standardeihin perustuen näytteenotto on ohjeistettu EU:n kvartsisopimuksen liitännäisdokumenteissa, johon myös EU:n syöpävaarallisten tekijöiden raja-arvoja koskevassa direktiivissä viitataan (EU 2019/130). Tutkimushankkeessa alveolijakeista pölyä ja kvartsia kerättiin näin ollen standardeja EN 481 ja ISO 7708 noudattaen. Myös suoraan osoittavia mittauksia tehdessä mitattiin näiden standardien mukaista alveolijaetta.

Tutkimushankkeessa käytetyt analyysimenetelmät olivat akkreditoinnin piirissä, kuten myös mittausmenetelmät silloin, kun mittaajana oli Työterveyslaitoksen pätevoitynyt näytteenottaja (FINAS T013).

2.3.1 Alveolijakeisen pölyn ja kvartsin mittaus

Ilmanäytteet kerättiin työntekijöiden hengitysvyöhykkeeltä tai kiinteistä mittauspisteistä selluloosaesterisuodattimille (\varnothing 25 mm, huokoskoko 0,8 μm , Millipore AAWP02500, Merck KGaA, Darmstadt, Saksa) keräysnopeudella 2,75 l/min \pm 5 %, käyttäen GS-3 -sykloneita alveolijakeisen pölyn erottamiseen (SKC 225-100, Pennsylvania, USA). Näytteenotossa oli mukana kenttänollanäyte, joka käsiteltiin analyysissä kuten varsinaiset näytteet. Näytteenkeräykseen käytettiin SKC:n ja Gillianin vastapaineen kompensoivia vakiovirtauspumppuja: SKC:n Aircheck Touch (Model 220-5000TC, SKC Ltd, Dorset, UK) ja Gillian 5000 (610-0801-R, Sensidyne Ltd, St Petersburg, FL, USA). Keräysnopeus verifioitiin ennen näytteenottoa jäljitettävästi kalibroidulla virtausmittarilla (Bios Dry Cal Defender 510-M, Mesalabs Ltd, Lakewood, CO, USA).

Ennen näytteenottoa suodattimet esipunnittiin laboratoriossa vakioiduissa olosuhteissa ($t = 20 \pm 2$ °C, suhteellinen kosteus 50 ± 5 %) noudattaen standardia ISO 15767 (Työterveyslaitoksen työohje AERO-TY-003).

2.3.2 Pölyävien työvaiheiden aikaisen altistumisen ja työpäivän keskimääräisen altistumisen arviointi

Kaikki ne työt ja työvaiheet työpäivän aikana, joissa alveolijakeista pölyä ja kvartssia oletettavasti vapautui, olivat pölyäviä työvaiheita. Pölyäviksi työvaiheiksi katsottiin työt, joissa hiottiin, leikattiin, porattiin, piikattiin, murskattiin, hiottiin, rouhittiin tai muulla tavoin mekaanisesti rikottiin betoni-, tiili-, sementti-, kivi-, laasti- tai keraamisia alustoja ja pintoja. Pölyäviksi työvaiheiksi laskettiin myös laastien sekoitus sekä tasoitteiden levitys ruiskuttamalla. Julkisivujen hiekka- tai kuivajääpuhallus ja julkisivulaattojen leikkaus sekä saumojen tartuntapintojen puhdistus elementtisaumojen uusinnassa olivat julkisivutöissä pölyäviä työvaiheita. Muissa ulkotöissä pölyäviä työvaiheita olivat lisäksi pölyävät maansiirtotyöt infratyömailla ja viherrakentamisessa, kuten esimerkiksi maamassojen siirto kauhakuormajilla, sora-alustojen tärytys ja saumaushiekan täryttäminen kivityksissä, betonin sekoittaminen viherrakentamisessa, ja pulverointi murskaustyömailla ja soramontuissa.

Tällaisten pölyä tuottavien työvaiheiden aikana altistumispitoisuutta mitattiin työntekijöiden hengitysvyöhykkeeltä erillisellä keräimellä riippumatta siitä, käyttikö työntekijä hengityksensuojainta tai ei (kts. kohta 2.2 yllä). Toisella hengitysvyöhykkeeseen asennetulla keräimellä mitattiin työntekijän altistumispitoisuutta koko työvuoron. Näiden keräimien avulla laskettiin työpäivän mittainen keskimääräinen altistuminen, hengityssuojaimen suojauskerroin huomioiden (kaava 1) – mikäli hengityksensuojainta ei käytetty – työpäivän mittainen keskimääräinen altistuminen (kaava 2) ja altistuminen mikäli työhön soveltuvaa hengityksensuojainta olisi käytetty (kaavat 1-3).

$$A_{8h} = (C_{8h}V_{8h} - C_pV_p/Sk_1)/V_{8h} \quad (1)$$

missä, A_{8h} = Altistuminen työpäivänä (mg/m^3)

C_{8h} = Altistumispitoisuus työpäivänä keräimestä 2 (mg/m^3)

V_{8h} = Näytteenottotilavuus, keräin 2 (m^3)

C_p = Altistumispitoisuus pölyävissä työvaiheissa keräimestä 1 (mg/m^3)

V_p = Näytteenottotilavuus, keräin 1 (m^3)

Sk_1 = Käytetyn suojaimen käytännön suojauskerroin (TTL, 2016)

$$A_{8h} = C_{8h} \quad (2)$$

missä, A_{8h} = Altistuminen työpäivänä, jos suojainta olisi käytetty (mg/m^3)

C_{8h} = Altistumispitoisuus työpäivänä keräimestä 2 (mg/m^3)

$$A_{8h} = (C_{8h}V_{8h} - C_pV_p/Sk_2)/V_{8h} \quad (3)$$

missä, A_{8h} = Altistuminen työpäivänä, jos suojainta olisi käytetty (mg/m^3)

C_{8h} = Altistumispitoisuus työpäivänä keräimestä 2 (mg/m^3)

V_{8h} = Näytteenottotilavuus, keräin 2 (m^3)

C_p = Altistumispitoisuus pölyävissä työvaiheissa keräimestä 1 (mg/m^3)

V_p = Näytteenottotilavuus, keräin 1 (m^3)

Sk_2 = Työhön soveltuvan suojaimen käytännön suojauskerroin (TTL, 2016)

2.3.3 Suoraan osoittavat alveolijakeisen pölyn mittaukset yleisilmasta

Hiukkasten pitoisuuksia mitattiin kohteiden yleisilmasta massapitoisuuksina käyttäen optisia hiukkaslaskureita (Grimm 1.108 sekä Grimm 11-C, Grimm Technologies, Saksa). GRIMM malli 1.108 mittaa hiukkasia kokoalueella 0,30-20 μm 15 kanavalla, kun taas malli 11-C mittaa hiukkasia 31 kanavalla kokoalueella 0,265-34 μm . Hiukkasanalysointorit tallentavat ilman hiukaspitoisuudet hiukaskokoluokittain kuuden sekunnin välein. Laitteet on kalibroitu tuottamaan lukumääräpitoisuuksista massapitoisuuksia standardipölyllä (Arizona dust). Laitteessa on sisäinen suodatin, johon mittausjakson aikainen pöly kerääntyy (selluloosaesteri, \varnothing 47 mm, huokoskoko 0,8 μm , Millipore AAWP047M). Suodatin punnittiin ja tulokset korjattiin mittausten jälkeen laskennallisesti tämän punnitustuloksen avulla, ja sillä tavalla saatu tulos alveolijakeen osalta saadaan paremmin vastaamaan mitatun pölyn todellista massapitoisuutta.

2.3.4 Pölyntorjuntatoimien tehokkuuden selvittäminen

Kvartsipölyaltistuminen kannalta mittauksissa tunnistettiin yhtenä suurena ongelmana sekä aktiivisesti pölyä tuottavien että tiloissa oleskelevien sivullisten henkilöiden altistuminen korkeista yleisilmapitoisuuksista johtuen. Tilojen osastointi ja alipaineistus ei ole läheskään aina mahdollista tavanomaisissa kvartsipölyä tuottavissa töissä taloudellisten reunaehtojuvuksi. Siksi haluttiin testata kierrättävien ilmanpuhdistimien käyttöä yleisilman kvartsipölypitoisuuksien hallinnassa. Puhdistimia testeihin saatiin projektin käyttöön Dustcontrol Oy:ltä.

Pölyntorjunnan kannalta tehokkainta on poistaa muodostunut pöly sen lähteellä. Siksi haluttiin testata myös laastien sekoituspisteiden pölynhallintaa toisaalta suunnattujen kierrättävien ilmanpuhdistimien ja lisäksi Bad-Dust Oy:n kehittämällä sekä patentoimalla sekoittajaan liitettävällä huuvalla. Ilmanpuhdistimen käyttöä testattiin yhteistyössä

Metropolia amk:n kanssa osana progradu-työtä ja huuvan käyttöä yhdessä RS-saneeraus Oy:n kanssa.

Ulkotöissä kvartsialtistumisen kannalta erityisen ongelmalliseksi koettiin ampumareikien ja railojen poraaminen räjäytystyömailla. Siksi hakeuduttiin yhteistyöhön Sandvik Mining Oy:n kanssa, jonka koekentällä Tampereella testattiin poraukseen liittyviä pölyntorjuntatoimia.

2.3.4.1 Kierrättävät (yleis)ilman puhdistimet

Testeissä käytettiin kierrättävää Dustcontrol DC AirCube 2000 ilmanpuhdistinta (Dustcontrol AB, Norsborg, Ruotsi), varustettuna HEPA H13 suodattimella, maksimi virtausnopeudella (1 800 m³/h). Puhdistin palautti vaakasuunnasta suodattimen läpi ottamansa ilmapirran suodatettuna ylöspäin, pystysuuntaan (Kuva 1). Puhdistin pyrittiin pitämään 1-3 metrin päässä pölylähteestä imusuunta lähdeä päin. Puhdistintarpeen mitoitusta suhteessa pölyntuottoon tiloissa pyrittiin hankkeessa mallintamaan Ganserin ja Hewetin (2017) lanseeraaman ja yhtälön avulla (Pagels ym., 2019; kaava 4).



Kuva 1. DC Aircube 2000 ilmanpuhdistin.

$$V \frac{dC}{dt} = S - C(t) \times (Q_{vent} - I_{ilm.p.} + V_d A) \quad (4)$$

missä, $I_{ilm.p.}$ = puhdistimen virtaus huoneessa, jossa ilman oletetaan olevan täydellisesti sekoittunutta (m^3/s)

V = Tilan ilmatilavuus (m^3)

Q_{vent} = Ilmanvaihto tilassa (m^3/s)

S = Pöylähteen pölyntuotto (mg/s)

C = Pölypitoisuus tilassa (mg/m^3)

v_d = Hiukkasten laskeutumisnopeus pinnoille (m/s)

A = Tilan pinta-ala (m^2)

t = Aikaa kulunut puhdistimen käynnistämisestä (s)

2.3.4.2 Koeporaukset porausvaunulla

Kokeet toteutettiin 28.2-1.3 2022 Sandvik Miningin koekentällä Tampereella, osoitteessa Puutteentie 1. Mittauspisteiden sijoitusta suhteessa porausvaunuun on kuvattu liitteessä 3. Kokeiden aikana koekentällä olleella sääasemalla mitattu ilman lämpötila vaihteli -2 ja -5 °C välillä. Tuulen nopeus oli 0-6 m/s. Vaunun asentoa ja mittauspisteiden sijaintia korjattiin tarvittaessa mittauksen aikana niin, että tuulen suunta kulki koko ajan kohtisuoraan poraajaa päin niin, että vaunun takimmainen pölynerottaja oli tuulen yläpuolella kohtisuoraan mittauspisteitä päin (liite 3, kuva 2).



Kuva 2. Kvartsipölymittaukset Sandvik Miningin koekentällä.

Porausvaununa koeporauksissa oli Sandvik DINO DC420Ri päältäiskevä porauslaite (Sandvik AB, Sandviken, Ruotsi). Vesisyöttö märkäporauksessa oli 0,4 l/min ja vesisäiliön säiliön koko 40 l. Porattavan reiän halkaisija oli n. 60 mm. Pölyn muodostusta mittauspisteissä ja poraajan hengitysvyöhykkeellä mitattiin jatkuvasti porausreikiä porattaessa n. 3 h ajan: 1) Ilman vedenkäyttöä ja ilman pölynerottajien (syklonien) sukutusta; 2) Sukitetuilla etu- ja takasykloneilla; 3) Sukitetuilla sykloneilla ja vesisyötöllä (kuva 3).



Sukitettu takasykloni



Sukitettu etusykloni



Vesisyöttö märkäporauksessa
0,4 l/min, säiliön koko 40 l

Kuva 3. Koeasetelma koeporauksissa.

2.3.4.3 Laastien sekoituspisteet

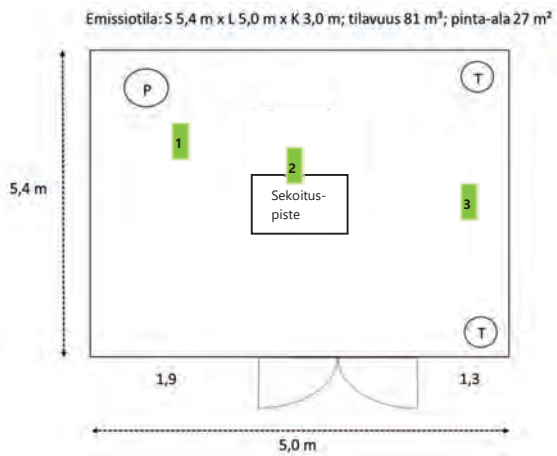
Sekoituspisteissä testattiin kierrättävän ilmanpuhdistimen käyttöä laastien sekoituspisteessä muodostuvan pölyn poistossa. Laastina oli Kiilto Pro 60 pikalattiamassa (Kiilto Oy, Tampere) ja ilmanpuhdistimena sekoituspisteisiin suunniteltu Camu D2 kohdepoistolaite (Consair, Helsinki) varustettuna M-luokan suodattimella (IEC 60335-2-69) ja sivupelleillä pölyn ohjaukseen, sekä liukukiskoilla ja pyörillä (kuva 4). Kohdepoiston virtaus oli 1 300 m³/h. Nämä mittaukset tehtiin yhteistyössä Metropolia ammattikorkeakoulun kanssa.

Lisäksi testattiin kotimaisen Bad-Dust Oy:n sekoittajaan liitettävän huuuvan (laitekohtaisen kohdepoiston) tehokkuutta pölyn poistoon sekoittamisessa (BAD-DUST, BD2022, korkeus 412 mm, pituus 156 mm, halkaisija 85 mm, Bad-Dust Oy, Järvenpää, kuva 6). Huuvaa testattiin Työterveyslaitoksen (emissiotilassa, Kuvat 5 ja 7). Tilan korvausilma oli puhdistettu hiukkasista hepa-suodattimella ja kemiallisista epäpuhtauksista aktiivihiilisuodattimella. Ilmanvaihtokerroin oli $0,7 \text{ h}^{-1}$. Tuloilman virtaus tilaan oli $55 \text{ m}^3/\text{h}$ ja poistoilman vastaavasti $37 \text{ m}^3/\text{h}$. Koetila oli 3-7 Pa ylipaineinen ympäröiviin tiloihin nähden. Tilan ilman lämpötila mittausten aikana oli välillä $21,6\text{-}22,4 \text{ }^\circ\text{C}$ ja suhteellinen kosteus välillä 52-54 %.



Kuva 4. Kohdepoiston testaus sekoituksissa.

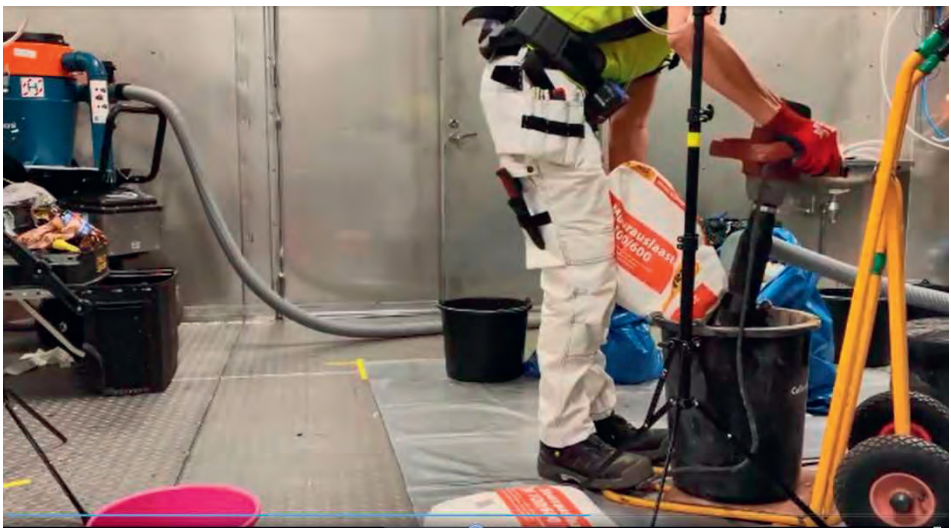
Huuvaan liitettiin testeissä H-luokan imuri, Dustcontrol DC-TROMB 400. Imurin suodattimet vaihdettiin uusiin ennen testiä. Ilman virtausnopeus huuvaossa oli $300 \text{ m}^3/\text{h}$. Sekoittajana oli Flex R 503 FR, 530 r/min (Steinheim, Saksa), sauvan pituus 680 mm. Huuvassa on asteikko, jonka avulla sitä tarvittaessa lyhennetään leikkaamalla niin, että huuva asettuu sekoitettavan massan pinnan yläpuolelle. Testissä käytetyllä sekoitussauvalla huuva ei ollut tarvetta lyhentää. Testissä sekoitettiin Lakan muurauslaastia (100/60) RS-Saneeraus Tmi:n kokeneen laatoittajan toimesta, yhteensä kuusi säkkiä puolen tunnin välein kolmen ja puolen tunnin aikana ilman kohdepoistoa ja kohdepoiston kanssa peräkkäisinä päivinä. Testipäivien välillä metallilevyillä vuorattu tila siivottiin tehokkaasti imuroimalla ja kosteapyyhinnällä.



Kuva 5. Koetila, kiinteät mittauspisteet 1-3 on merkitty vihreillä laatikoilla.



Kuva 6. Sekoittajaan liitettävä huuva.



Kuva 7. Huvun testaus sekoituspisteessä, koetilassa.

2.4 Analyysimenetelmät

Ennen näytteenottoa suodattimet esipunnittiin laboratoriossa vakioiduissa olosuhteissa ($t = 20 \pm 2$ °C, suhteellinen kosteus 50 ± 5 %) noudattaen standardia ISO 15767 (Työterveyslaitoksen työohje AERO-TY-003). SKC:n GS-3 sykloneihin kerättyjen näytteiden suodatinkotelot irrotettiin ja suljettiin näytteenoton jälkeen mittauskohteessa, ennen niiden toimittamista laboratorioon.

Laboratoriossa suodattimet kuivattiin eksikaattorissa silikageelin avulla vähintään kaksi vuorokautta ennen tasapainotusta vähintään kahden tunnin ajan vakioiduissa olosuhteissa kuten yllä. Tasapainotetut näytteet punnittiin tarkkuusvaa'alla, jonka määrittäysraja oli kyseisiä selluloosaesterisuodattimia punnittaessa 0,06 mg/näyte (Työterveyslaitoksen työohje AERO-TY-003).

Kvartsianalyysiä varten näytteet pestiin 9 %:lla suolahappoliuoksella kalsiitin poistamiseksi ja lopuksi 2-propanolilla ennen kuivausta sekä tuhkastusta posliiniupokkaissa muhveliuunissa 600 °C:ssa. Tuhkastuksen jälkeinen epäorgaaninen jäännös sekoitettiin kaliumbromidiin ja puristettiin tableteiksi ennen analysointia Fourier käännös infrapunaspektrometrillä (FT-IR). FT-IR analyysissä kvartsin kvalitatiiviset piikit ovat aallonpituuksilla 800 cm^{-1} ja 775 cm^{-1} , joista ensiksi mainitun korkeutta käytettiin kvantitointiin. Analyysissä sovellettiin NIOSH 7602 menetelmään perustuvaa, ISO 19087 standardin mukaista Työterveyslaitoksen sisäistä menetelmää (Työterveyslaitoksen ohje AERO-TY-003), joka on kuvattu Tuomi ym. julkaisussa (2018).

Tutkimuksessa käytetyt analyysimenetelmät sementtipölyn ja kvartsin analysoimiseksi ovat FINAS akkreditointipalvelun akkreditoimia (FINAS T013). Kvartsimäärittäyksen kokonaismittausepävarmuus on 27 %. Sementtipölymäärittäyksen mittausepävarmuus on riippuvainen pölymäärästä ja näytteenottotilavuudesta, ollen esim. hankkeelle melko tyypillisellä 7 h näytteenottoajalla ja sementtipölypitoisuudella ($0,5 \text{ mg/m}^3$) 14 %.

2.5 Altistumisen luokittelu ja sen perusteet

Sosiaali- ja terveysministeriön asettama terveysperusteinen enimmäispitoisuus, eli haitalliseksi tunnettu pitoisuus (HTP-arvo) kvartsille ja muille kiteisille piidioksidoille on $0,05 \text{ mg/m}^3$. HTP-arvot ovat työpaikan ilman epäpuhtauksille asetettuja arvoja, jotka "työnantajan on otettava huomioon työn vaarojen selvittämisessä ja arvioinnissa sekä työympäristön suunnittelussa työpaikan ilman puhtautta, työntekijöiden altistumista ja mittaustulosten merkitystä arvioidessaan" (STM 2020). Tätä raporttia kirjoitettaessa voimassa olevat HTP-arvot on vahvistettu työturvallisuuslain (738/2002) 38 § 4 momentin nojalla annettulla sosiaali- ja terveysministeriön asetuksella (654/2020). HTP-arvojen

asettamisen perustelut löytyvät HTP-arvojen perustelumuistioista, jotka löytyvät työsuojelu.fi verkkosivuilta. EU:n ns. syöpädirektiivissä (EU 2019/130) ja sitä soveltavassa Valtioneuvoston asetuksessa 1267/2019 säädetty raja-arvo alveolijakeisille kiteisille piidioksidoille on vastaavasti 0,1 mg/m³ (STM 2020). Tämä arvo ei ole terveysperusteinen, mutta se on raja, jota ei tule lainsäädännön mukaan ylittää työpäivän mittaisen keskiarvoaltistumisen osalta. HTP-arvot ovat lähtökohtaisesti terveysperusteisia, mutta niitä asetettaessa otetaan huomioon altistumisesta aiheutuvan terveyshaitan vakavuus sekä käytännössä myös taso, joka on työpaikoilla teknis-taloudellisesti mahdollinen nykytekniikalla.

Tässä hankkeessa käytettiin Ahosen ym. (2007) ehdottamaa hengitystiealtistumisen suuruuden luokittelua kvartsille ja alveolijakeiselle pölylle. Kuitenkin sillä erotuksella, että heidän ehdottamansa raja merkittäväälle altistumiselle (50 % HTP-arvosta) alennettiin kvartsilla neljäänkymmeneen prosenttiin HTP-arvosta (Taulukko 1). Perusteena oli, että 40 % HTP-arvosta vastaa työuran mittaisena pitoisuutena rajaa, joka EU:n riskinarviointikomitea lausunnossaan arvioi vastaavan vähäisen riskin tasoa silikoosille (SCEOL 2003). Ja koska useimmissa kvartsialtistumisen työuran mittaista riskiä käsittelevissä riskinarvioinneissa HTP-arvoa vastaavaan pitoisuuteen liittyy kohonnut silikoosiriski (Rice ja Stayner, 1995). Vastaavasti kumulatiiviset keuhkosyöpäriskiarvot päätyvät usein välille 0,04-0,05 mg/m³ turvallisen tason osalta (COX, 2019; Liu ym. 2013).

Alveolijakeisen pölyn kohdalla tuloksia verrattiin alveolijakeisen sementtipölyn HTP-arvoon (1 mg/m³), koska sen perusteissa ei kromaattien ja kvartsin vaikutuksia ole otettu huomioon ja koska monet – joskaan ei kaikki - rakennustyömailla mittaamamme pölyt koostumukseltaan, emäksisyydeltään ym. ominaisuuksiltaan sekä fysiologisilta vaikutuksiltaan ovat melko lähellä sementtipölyä (STM, 2009; Yousuf ym., 2020). Tämä on korkeampi pitoisuus kuin Työterveyslaitoksen tavoitetaso alveolijakeiselle yleispölylle (0,5 mg/m³), mutta alempi kuin alveolijakeisen yleispölyn työhygieenisen raja-arvot yleensä ovat EU-maissa (2,5-5 mg/m³; TTL, 2016; IFA 2016; AFS, 2018).

Taulukko 1 a. Kvartsialtistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,005	Alle 10 %	Vähäistä
0,005-0,02	10-40 %	Kohtalaista
0,02-0,05	40-100 %	Merkittävää
0,05-0,1	Yli 100 %	Liiallista
Yli 0,1	Yli 200 %	Ylittää lakisääteisen raja-arvon

Taulukko 1 b. Alveolijakeisen pölyaltistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,1	Alle 10 %	Vähäistä
0,1-0,5	10-50 %	Kohtalaista
0,5-1	40-100 %	Merkittävää
Yli 1	Yli 100 %	Liiallista

3 Tulokset ja tulosten tarkastelu

3.1 Työtehtäväkohtainen altistuminen

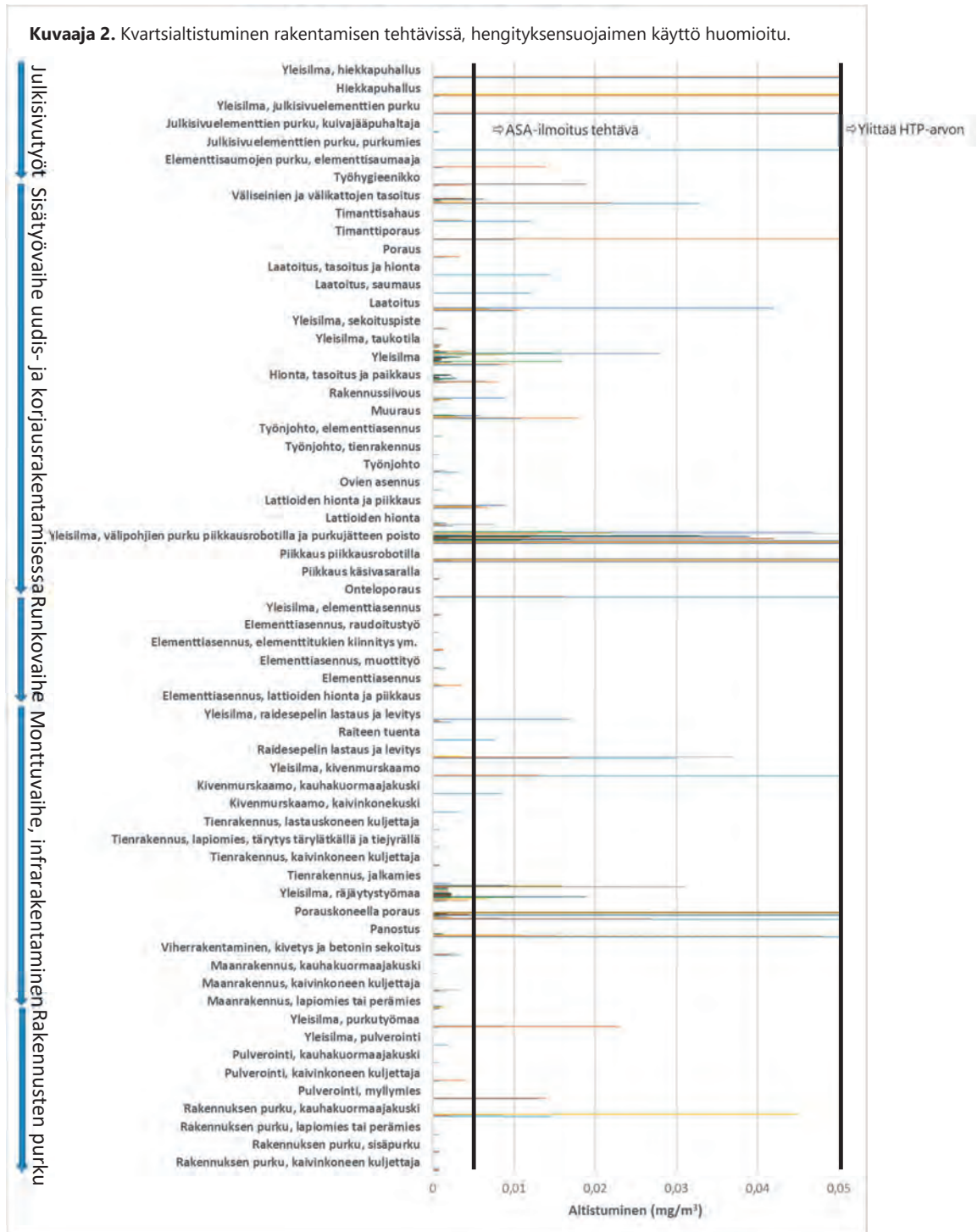
Työtehtävät, jotka hankkeessa valittiin mittausten kohteiksi, olivat niitä joissa ennalta arvioitiin kvartsipölyaltistumisen olevan kaikkein suurinta (kts. kappale 2.1). Näissä työtehtävissä altistuminen alveolijakeiselle kvartsille oli keskimäärin 0,032 mg/m³ ja ASA-rekisteriin ilmoitettavien osuus 38 %, 10 % ylittäessä HTP-arvon (taulukko 2). Yli puolessa tehtävistä altistuminen oli kuitenkin käytännössä vähäistä, koska 60 % persentiili alitti ASA-ilmoitettavien rajan, kuten myös altistumisen mediaani (taulukko 2). Myös niissä tehtävissä, joissa mitattiin merkittäviä tai liiallisia altistumisia, työt on mahdollista suorittaa turvallisesti, hyviä pölyntorjuntakeinoja noudattaen sekä käyttäen tarvittaessa työhön ja tekijälleen sopivaa hengityksensuojainta oikein (liite 4, kuvaaja 2).

Taulukko 2. Arvioitu kvartsialtistuminen työtehtävissä

Lukumäärä	148
Keskiarvo (mg/m ³)	0,032
Mediaani (mg/m ³)	0,0031
95 % piste (mg/m ³)	0,072
60 % piste (mg/m ³)	0,0040
ASA-ilmoitettavien osuus (%)	38
Yli HTP-arvon (%)	10
Yli raja-arvon (%)	4

Mittausten perusteella lasketut työtehtäväkohtaiset altistumiset alveolijakeiselle kvartsille, hengityksensuojainten käyttö ja suojauskerroin huomioiden, on esitetty kuvaajassa 2. Ja mittauksiin perustuvat arviot työtehtäväkohtaisista altistumisista alveolijakeiselle kvartsille ja pölylle erilaisia pölynhallintatoimia toteuttaen on esitetty liitteessä 4. Niistä, sekä liitteestä 5 nähdään, että sen lisäksi että paljon pölyä tuottavia tehtäviä on mahdollista suorittaa turvallisesti, voidaan vääriä valintoja tehden altistua liiallisesti monissa vain vähän pölyä tuottavissa tehtävissä. Keskeistä altistumisen kannalta on lähettyvillä tai samalla osastolla tai kerroksessa tehtävät muut pölyä tuottavat tehtävät, koska yleisilman pitoisuudet voivat ylittää altistumisen monissa työtehtävissä (taulukot 2-3). Tämän vuoksi sisätoissa osastoilla joissa tehdään esim. piikkausta, onteloporausta, timanttisahausta, lattianhiontaa, seinien tasoitusta ym. erittäin pölyävää työtä, tulee kaikkien osastolla lyhytaikaisesti vierailevien käyttää vähintään FFP3 hengityksensuojainta. Ja siellä pitkäaikaisesti työskentelevien on käytettävä

Kuvaaja 2. Kvartsialtistuminen rakentamisen tehtävissä, hengityksensuojaimen käyttö huomioitu.



puhaltavaa, suodattavaa TH3P/TM3P luokan hengityksensuojainta. Tämä pätee myös silloin, kun osasto on alipaineistettu (liitteet 4-5).

Taulukko 3. Yleisilman kvartsipitoisuudet

Lukumäärä (sis. yleisilmat)	88
Keskiarvo (mg/m ³)	0,072
Mediaani (mg/m ³)	0,0024
95 % piste (mg/m ³)	0,20
ASA-ilmoitettavien alueella (%)	43
Yli HTP-arvon (%)	13
Yli raja-arvon (%)	10

Liiallisia kvartsialtistumisia, eli HTP-arvon ylityksiä, mitattiin kaikissa rakentamisen vaiheissa (taulukot 4-7). Liialliset altistumiset liittyivät siihen, ettei hengityksensuojainta käytetty ollenkaan tai siihen, ettei sitä käytetty riittävän pitkään pölyävän työvaiheen jälkeen tai korkealta yleisilman pitoisuudelta suojautumiseksi (taulukot 4-7). Jos alipaineistetulla osastolla esim. piikataan tai tehdään timanttisahausta, voidaan siellä oleskeltaessa poistaa hengityksensuojain aikaisintaan tunti piikkauksen tai sahauksen loputtua, olettaen että ilmapirrat noudattavat suosituksia (RATU 82-0384) ja osastolla ei tehdä muita pölyviä töitä, kuten esim. purkujätteen poisvientä kauhakuormaajalla (kuvaaja 3).

Taulukoissa mainittujen hiekkapuhalluksen, julkisivuelementtien purun, timanttiporauksen, piikkausten ja porausten lisäksi merkittäviä altistumisia (yli 0,02 mg/m³) tavattiin mm. väliseinien tasoituksessa, raidesepelin levityksessä ja tienrakentamisessa (jalkamies) (kuvaaja 2). Korkeita yleisilman pitoisuuksia mitattiin vastaavasti mm. alipaineistetuilla osastoilla, joissa piikattiin väliseiniä tai välikattoja, betonipurkujätteen pulveroinnissa, kivimurskeen valmistuksessa, raidesepelin lastauksessa ja levityksessä, räjäytystyömailla porausvaunujen läheisyydessä, huputetuissa julkisivutöissä sekä osastoilla, joissa tehtiin piikkausta, onteloporausta tai timanttisahausta ja timanttiporausta.

Taulukko 4. Liialliset altistumiset julkisivutöissä

Työtehtävät	Altistuminen, kvartsi (mg/m ³)	Altistuminen, sementtipöly (mg/m ³)	Sytä HTP-arvon ylittymiselle
Hiekkapuhaltajan apumies	0,21	5,0	Hengityssuojainta ei käytössä.
Hiekkapuhaltaja	0,83 0,073	13 0,073	Hengityssuojain käytössä vain hiekkapuhalluksen ajan.
Julkisivuelementtien purku, purkumies	0,081	2,05	Hengityssuojain ei käytössä.



Kuvaaja 3. Hienopölypitoisuus työilmassa vaihtelee työpäivän aikana ja pitoisuus ei laske turvalliselle tasolle missään vaiheessa työpäivän aikana vaan vasta työpäivän jälkeen (kuvassa n. klo 19, kaksi tuntia purkutyön tauottua).

Taulukko 5. Liialliset altistumiset rakennusten purussa

Työtehtävät	Altistuminen, kvartsi (mg/m ³)	Altistuminen, sementtipöly (mg/m ³)	Sytä HTP-arvon ylittymiselle
Rakennusten purku, kauhakuormaajakuski	0,045 ¹	1,2	Korkea yleisilman pitoisuus (hytityn kauhakuormaaja)

¹Mittausepävarmuus huomioiden tulos on 0,045±0,012 mg/m³

Taulukko 6. Liialliset altistumiset sisätiloissa uudis- ja korjausrakentamisessa

Työtehtävät	Altistuminen, kvartsi (mg/m ³)	Altistuminen, sementtipöly (mg/m ³)	Sytä HTP-arvon ylittymiselle
Timanttioraaja	0,051	0,62	Hengityssuojainta ei käytetty. Timanttioraattaessa käytettiin vettä, mutta ankkureita porattaessa ei.
Välipohjien piikkaus	0,070	9,4	Hengityssuojain vain piikattaessa
	0,058	1,4	Hengityssuojain ei käytössä
	0,1	1,8	Hengityssuojain ei käytössä
	0,61	12	Hengityssuojain vain piikattaessa
Onteloporaaja	0,065	0,53	Hengityssuojain vain porattaessa
Laatoittaja	0,042 ¹	0,74	Laattoja muotoiltaessa kulmahiontakoneella ja läpivientejä porattaessa ei käytetty hengityksensuojainta

¹Mittausepävarmuus huomioiden tulos on 0,042±0,011 mg/m³

Taulukko 7. Liialliset altistumiset monttuvaiheessa ja infrarakentamisessa

Työtehtävät	Altistuminen, kvartsi (mg/m ³)	Altistuminen, sementtipöly (mg/m ³)	Sytä HTP-arvon ylittymiselle
Ampumareikien poraus, poraaja	0,069	0,62	Hengityssuojainta ei käytössä.
Panostaja	0,069	0,49	Hengityssuojainta tai vettä ei käytetty, eikä sykloneita sukitettu
	0,17	1,1	
Panostaja	0,063	0,43	Työskentely liian lähellä
	0,048 ¹	0,27	porausvaunua ilman hengityksensuojainta

¹Mittausepävarmuus huomioiden tulos on 0,048±0,013 mg/m³

Vähäisesti kvartsipölylle altistavia työtehtäviä mittauksiemme perusteella ovat mm. työnjohto, elementtiasennus, raudoittaminen, hyillisten tuloilman suodatuksella varustettujen työkoneiden ajaminen, viherrakennus ja rakennussiivous, sekä useat tienrakentamiseen liittyvät tehtävät (kuvaaja 2). Kaikissa näissä tehtävissä voi kuitenkin altistua merkittävästi, joskus jopa liiallisesti tekemällä vääriä valintoja (liite 5). Työnjohto voi altistua esim. viettämällä pitempiä aikoja ilman hengityksensuojainta osastoilla tai kerroksissa, joissa tehdään pölyäviä töitä. Elementtiasentajat voivat altistua tekemällä

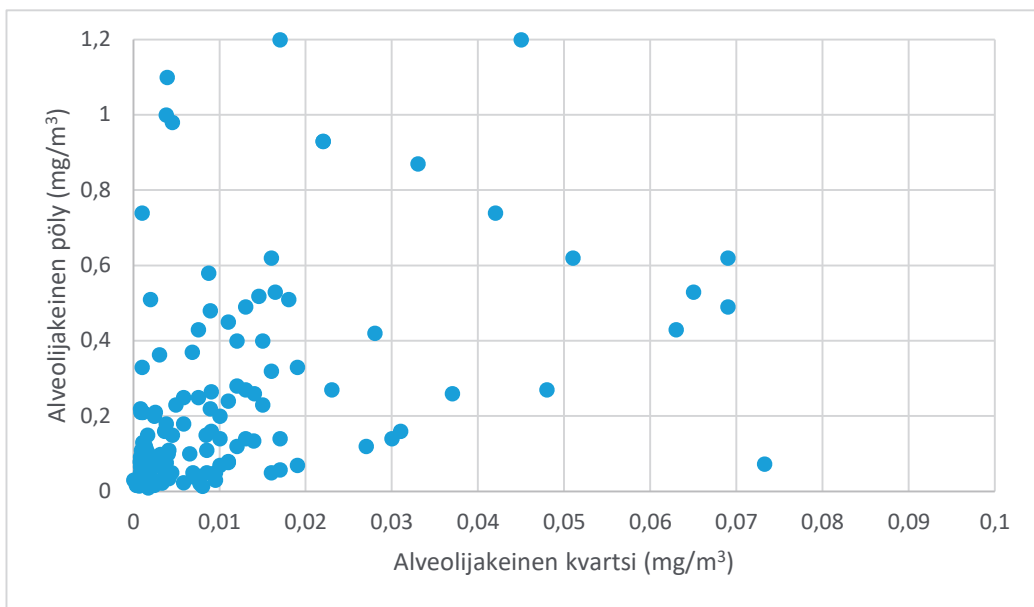
esim. toistuvia porauksia ilman hengityksensuojauksia. Työkoneiden kuskit voivat vastaavasti altistua kvartsille pitämällä hytin ikkunoita auki tai viettämällä pitempiä aikoja hytin ulkopuolella silloin, kun esim. porataan räjäytysreikiä, myllytetään kuivaa betonimurskettä purkutyömailla, tasoitetaan kuivaa alustaa täryttämällä tai siirretään kuivia pölyviä kvartsipitoisia aineksia kuten vaahtolasia, hiekkaa tai purkujätettä. Viherrakentajat voivat puolestaan altistua mm. sekoittaessaan betonia ilman hengityksensuojainta tai täryttäessään kivetystä tai sen pohjaa kuivana. Myös rakennussiivoojat voivat altistua merkittävästi, jos he työskentelevät tiloissa, joissa tehdään pölyviä töitä tai käyttämällä isompien jätteiden kasaamiseen harjaa lastan sijaan. Ja myös tyhjentäessään imuria, jossa ei ole suljettavaa pölypussia. Rakennussiivouksessa kuten useimmissa muissakin sisätöissä on siis tärkeää, miten muut työt rytmitetään suhteessa siivoamiseen ja toisaalta myös itse työntekemiseen liittyvät valinnat. Toimivinta on sisärakennuskohteissa siivota kerros tai osasto vasta seuraavana päivänä pölyvien töiden loputtua (kuvaaja 2, liite 5).

Näistä syistä, pohdittaessa ASA-rekisteriin ilmoitettavia työntekijöitä, ei voida mitään ammattia lähtökohtaisesti sulkea pois. Eikä myöskään voida järjestää työtehtäviä altistumisen mukaiseen järjestykseen. Työmaan työvaihe- ja työtehtäväkohtaiset pölyntorjuntasuunnitelmat, sekä käytännöt ja henkilökohtaiset valinnat nimittäin viime kädessä ratkaisevat, missä määrin työssä altistutaan alveolijakeiselle kvartsille (liite 5). Altistumisen välttämisen kannalta tärkeintä ei siis ole mitä työtä tehdään, vaan miten työ tehdään ja mitä pölyntorjuntakeinoja noudatetaan työtä tehdessä. Esim. monissa ulkotöissä kuten rakennusten purussa, tärytyksessä tai maansiirtotöissä veden käyttö määrittelee sen, altistuvatko perämiehet, lapiomiehet tai viherrakentajat kvartsille. Monissa sisätöissä vastaavasti altistuminen voi vedenkäytön lisäksi olla riippuvaista ilmanvaihdesta, konekohtaisten poistojen käytöstä, työn rytmityksestä suhteessa muihin pölyviin töihin ja hengityssuojainten käytöstä sekä niiden käytön ajoituksesta.

3.2 Alveolijakeiselle kvartsille altistuvien altistuminen alveolijakeiselle pölylle

Rakennusyriyten edustajien ja yrittäjien kanssa keskustellessa kvartsipölyaltistumisesta, kysytään usein, voidaanko altistumista alveolijakeiselle kvartsille rakennustyömailla arvioida suoraan osoittavien pölymittareiden avulla. Vastaus on, että suoraan osoittavilla alveolijakeisen pölyn massapitoisuutta tai esim. PM_{2,5} jakeen massapitoisuutta mittaavilla laitteilla ei voida arvioida kvartsialtistumista. Ei edes silloin, kun mittaus tehdään työntekijän hengitysvyöhykkeeltä, kuten altistumismittaukset yleensä tehdään. Syynä on, että rakennuspölyn kvartsipitoisuus vaihtelee suuresti pölyn lähteen mukaan.

Esimerkiksi graniitissa ja betonissa kvartsipitoisuus on korkeintaan 30 %, kalkkikivessä alle 1 %, hiekassa yli 90 %, tasoitelaasteissa yleensä alle 1 %¹, sementissä alle 20 %, savessa 5-50 % ja vaahtolasissa <1¹-5 % (EU-NEPSI, 2013; HSE, 2001; Alfayez ym. 2019; Liu ym., 2021; ¹Työmailta keräämiemme näytteiden perusteella). Tästä syystä myös alveolijakeisen kvartsin pitoisuuden ja alveolijakeisen pölyn pitoisuuden suhde rakennuspölyssä voi vaihdella yli 100 % altistumista kuvaavissa näytteissä (kuvaaja 4). Eikä niille siksi voida soveltaa yhtenäistä korrelaatiokerrointa pölypitoisuuksien muuntamiseksi kvartsipitoisuuksiksi.

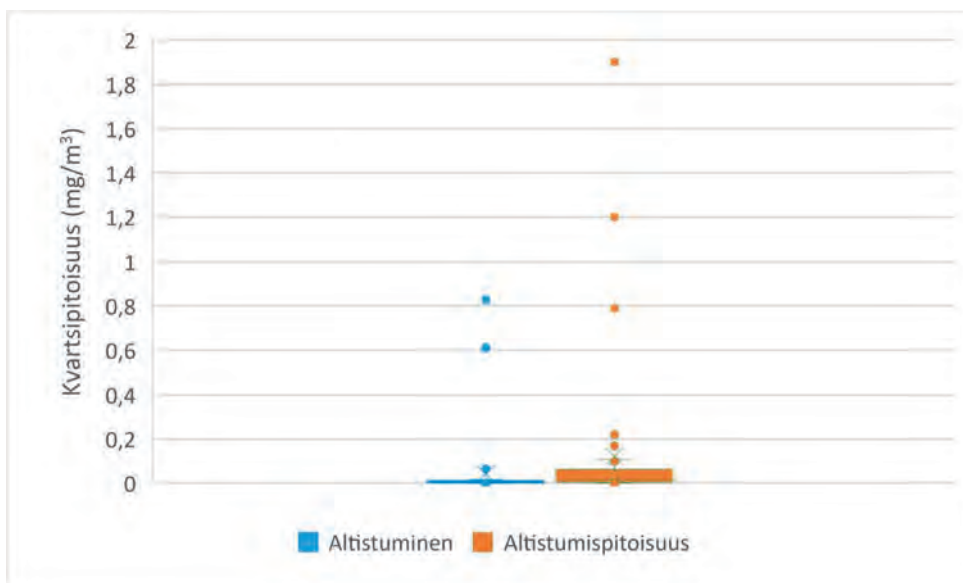


Kuvaaja 4. Työntekijöiden altistuminen alveolijakeiselle pölylle ja kvartsille tutkimillamme työmailla.

Vaikka niitä ei voida käyttää kvartsialtistumisen arviointiin, on suoraan osoittavilla mittalaitteilla silti paljon käyttöarvoa esim. arvioitaessa pölyn leviämistä osastoidun alueen ulkopuolelle tai pölyntorjuntatoimien tehokkuuden vertailussa ja arvioinnissa (kts. kappale 3.5). Ja toisaalta on myös niin, että jos alveolijakeisen pölyn pitoisuus on hyvin alhainen (esim. alle 0,005 mg/m³), on alveolijakeisen kvartsin pitoisuus joka tapauksessa sen alle. Näin alhaisia pitoisuuksia varsinkaan sisärakentamisessa tosin hyvin harvoin tavataan ja siksi suoraan osoittavaa pölymittausta ei useimmiten myöskään voida käyttää kvartsialtistumisen poissulkemiseksi.

3.3 Hengityksensuojaimien käyttö ja altistuminen

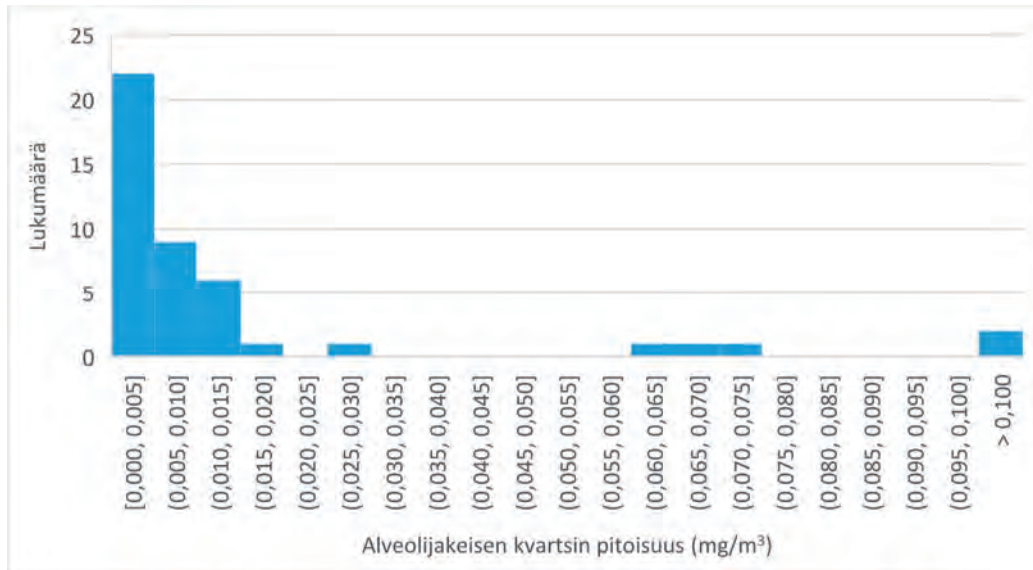
Mittauksiin valittiin ennalta ne rakentamisen tehtävät, joissa kvartsipölyaltistuminen arvioitiin olevan merkittävintä. Monissa tutkituista tehtävissä hengityksensuojaimen käyttö on tarpeen pölyävissä töissä ja toisinaan koko työpäivän ajan. Kaikissa hengityksensuojaimen käyttöä vaativissa töissä suojaimia ei kuitenkaan tutkituilla työmailla käytetty kattavasti. Niissä töissä, joissa suojaimia käytettiin, suojaimen käyttö vähensi altistumista keskimäärin 50 % (mediani 58 %), ts. suojainten käytön myötä altistuminen oli keskimäärin puolet siitä, mikä oli työpäivän aikana mitattu keskimääräinen kvartsipitoisuus työntekijän hengitysvyöhykkeellä (kuvaaja 5).



Kuvaaja 5. Pölyisissä työvaiheissa suojautumisen vaikutus kvartsialtistumiseen hengityssuojaimia käyttäneillä työntekijöillä.

Sen sijaan kvartsialtistumisen jakauma pitoisuusluokittain hengityssuojainta käyttäneillä työntekijöillä ei olennaisesti poikennut niistä työntekijöistä, jotka eivät suojaimia käyttäneet (kuvaajat 6-7). ASA-ilmoituskynnyksen ($0,005 \text{ mg/m}^3$) ylittäneiden osuus, kuten myös HTP-arvon ja sitovan raja-arvon ylittäneiden osuus oli yllättäen jopa suurempi työntekijöillä, jotka hengityksensuojaimia käyttivät (taulukko 8). Tämä selittyy pitkälti sillä, että hengityksensuojaimia havaintojemme perusteella useimmiten käytettiin vain aktiivisesti tehdessä pölyävää työtä. Tämän seurauksena pölyvien työvaiheiden ulkopuolella altistuttiin varsinkin sisätöissä yleisilman kautta, koska sisätöissä huonon

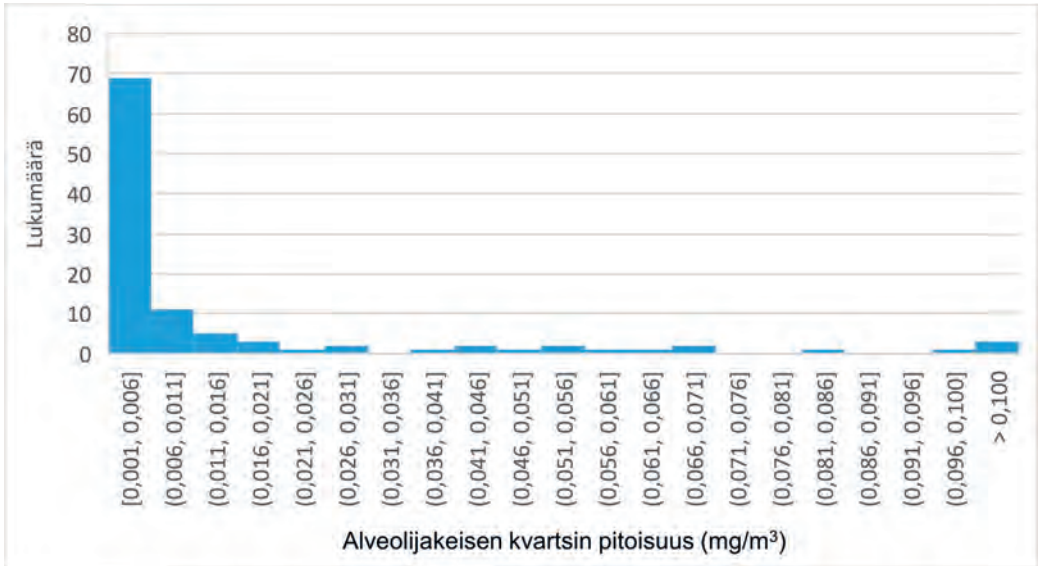
ilmanvaihdon tiloissa yleisilman pölypitoisuus laskee hyvin hitaasti pölyävän työn tauottua (kuvaaja 3, taulukot 3 ja 6).



Kuvaaja 6. Hengityssuojaimia käyttäneiden työntekijöiden kvartsialtistumisen jakauma.

Taulukko 8. Työntekijöiden kvartsialtistuminen suhteessa hengityksensuojaimen käyttöön.

	Suojain	Ei suojainta
Lkm	44	106
Keskiarvo	0,043	0,022
Mediaani	1,0	1,0
95 % piste	0,073	0,069
ASA-ilmoitettavien osuus (%)	50	35
Merkittävästi altistuneet (%>0,02 mg/m ³)	14	17
Yli HTP:n (%)	11	10
Yli raja-arvon (%)	5	4

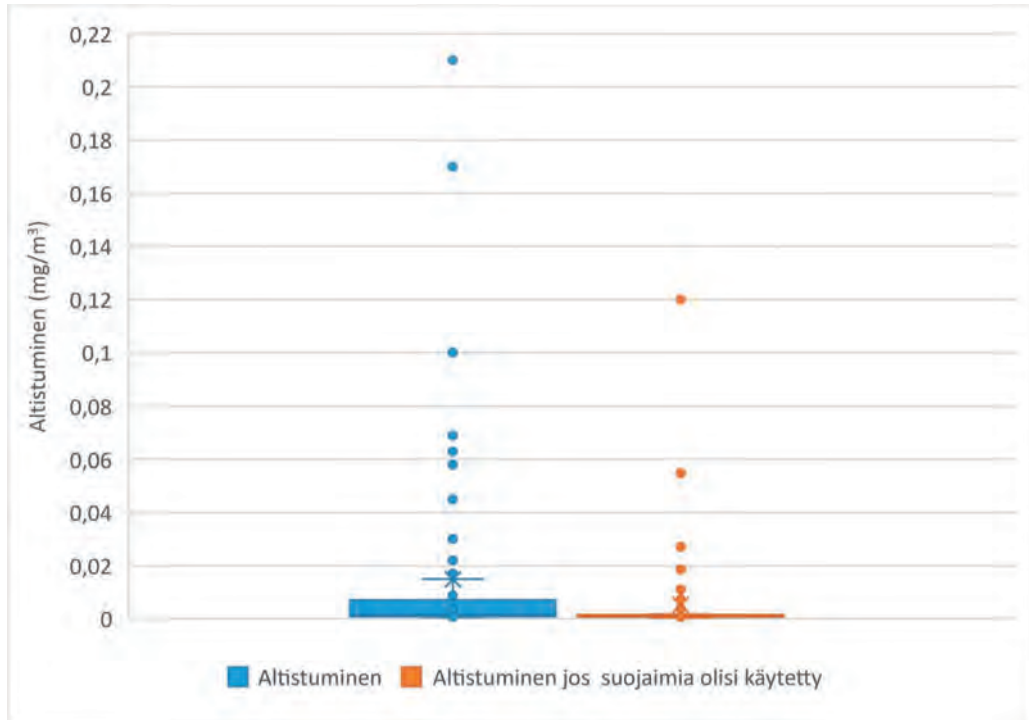


Kuvaaja 7. Niiden työntekijöiden kvartsialtistumisen jakauma, jotka eivät käyttäneet suojaimia.

Hengityksensuojaimen käyttö siis laskee altistumista keskimäärin 50 % siitä, mitä se olisi ollut ilman hengityksensuojainta. Koska pölyävien työvaiheiden aikainen altistumispitoisuus mitattiin työntekijöiltä riippumatta siitä, käyttivätkö he hengityksensuojainta, voidaan hengityksensuojainten merkitystä altistumiseen tarkastella myös sen perusteella, mitä altistuminen olisi ollut työntekijöillä jotka eivät suojainta käyttäneet, mikäli he olisivat suojautuneet pölyävissä työvaiheissa (kts. kappale 2.3.2). Koska suojainten käyttö siinäkin tapauksessa olisi rajoittunut vain pölyäviin työvaiheisiin eikä sulje pois yleisilman kautta altistumista pölyävien vaiheiden ulkopuolella, päädytään tässäkin toivottua pienempään laskuun altistumisessa, eli 32 % (mediaani 10 %, kuvaaja 8). Jos tästä ryhmästä poistetaan ne tehtävät, joissa altistuminen oli niin vähäistä ettei hengityssuojaimen käyttö ollut tarpeen, olisi altistuminen laskenut 63 % (mediaani 60 %) käyttämällä hengityksensuojaimia pölyävissä työvaiheissa.

Johtopäätöksenä on, että sisätiloissa hengityksensuojaimen käytössä on huomioitava altistuminen yleisilman kautta ja sitä kautta myös muut osastolla tai kerroksessa tehtävät pölyä tuottavat työt. Jos tiloissa ei ole ilmanvaihtoa voidaan olettaa, että hengityksensuojainta on käytettävä koko työpäivän ajan erityisen pölyävissä töissä, kuten piikkauksissa, onteloporauksissa, lattioiden hionnassa ja väliseiniä sekä välikatkojen tasoituksissa. Vastaavasti jos alipaineistetulla osastolla esim. piikataan tai tehdään timanttisahausta, voidaan siellä oleskeltaessa poistaa hengityksensuojain aikaisintaan tunti piikkauksen tai sahauksen loputtua, olettaen että ilmanvaihtuvuus on vähintään 6

h^{-1} (RATU 82-0384), eikä osastolla tehdä muita pölyäviä töitä (kts. kappale 3.1 ja työtehtäväkohtaiset ohjeet liitteessä 5).

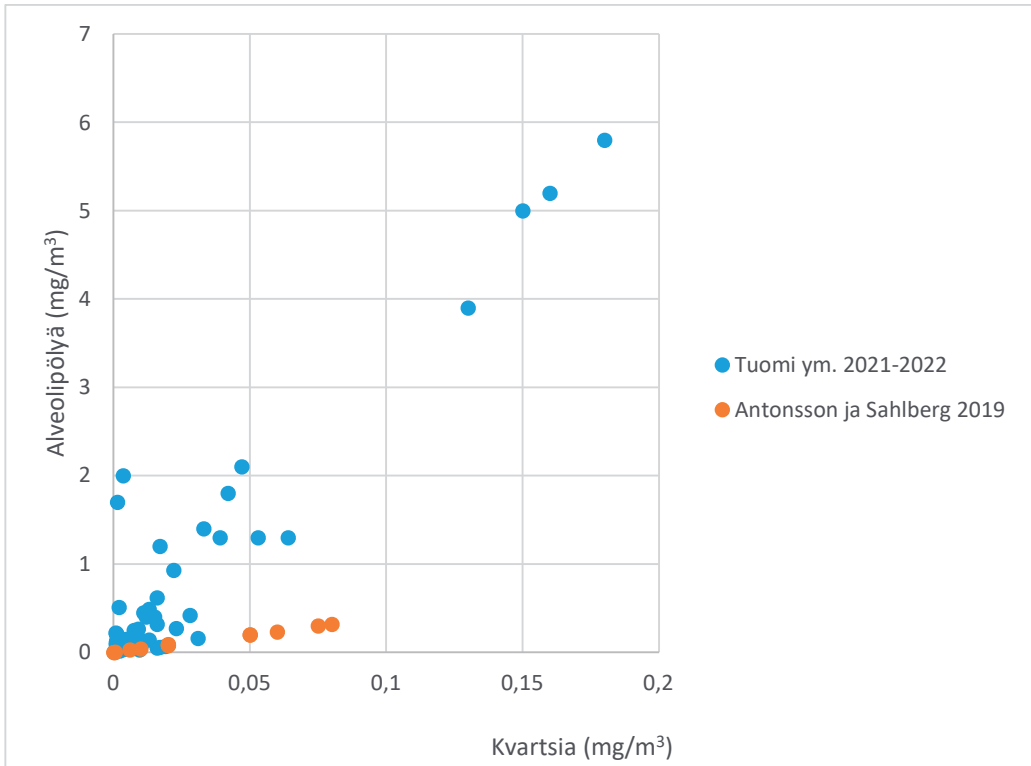


Kuvaaja 8. Pölyisissä työvaiheissa suojautumisen (laskennallinen) vaikutus kvartsialtistumiseen työpäivänä, jos suojaamia olisi käytetty.

3.4 Yleisilman kvartsi- ja pölypitoisuudet työmailla

Työmailla mitatut yleisilman pitoisuudet olivat keskimäärin sekä ylärekisteriltään korkeampia kuin työntekijöiden altistumiset (taulukko 9), joten kuten on jo edellä toistuvasti todettu, monissa rakentamisen tehtävissä yleisilmassa leijuvan kvartsipölyn osuus työntekijöiden altistumiseen on hyvin merkittävä. Ja tämä on syytä huomioida silloin kun arvioidaan hengityksensuojaimen käyttötarvetta sekä käytön rytmitystä. Ainoastaan useimmissa ulkotöissä voidaan hengityssuojaimia käyttää vain pölyä tuottavissa tehtävissä tai niiden lähellä oleskeltaessa, koska siellä ulkoilma huuhtelee muodostuneen pölyn melko nopeasti pois, poikkeuksena huputetut julkisivutyömaat. Sisätöissä tutkimillamme työmailla käytettiin säännönmukaisesti hengityksensuojaimia

vain pölyväissä työvaiheissa ja se oli tärkein syy siihen, että myös hengityksensuojaimia käyttäneet työntekijät monesti altistuivat liiallisesti (kuvaajat 5-6, taulukko 8).



Kuvaaja 9. Yleisilman alveolipölyn ja alveolijakeisen kvartsin pitoisuudet tutkimillamme työmailla verrattuna ruotsalaisilla rakennustyömailla toteutetussa mittauskampanjassa mitattuihin pitoisuuksiin.

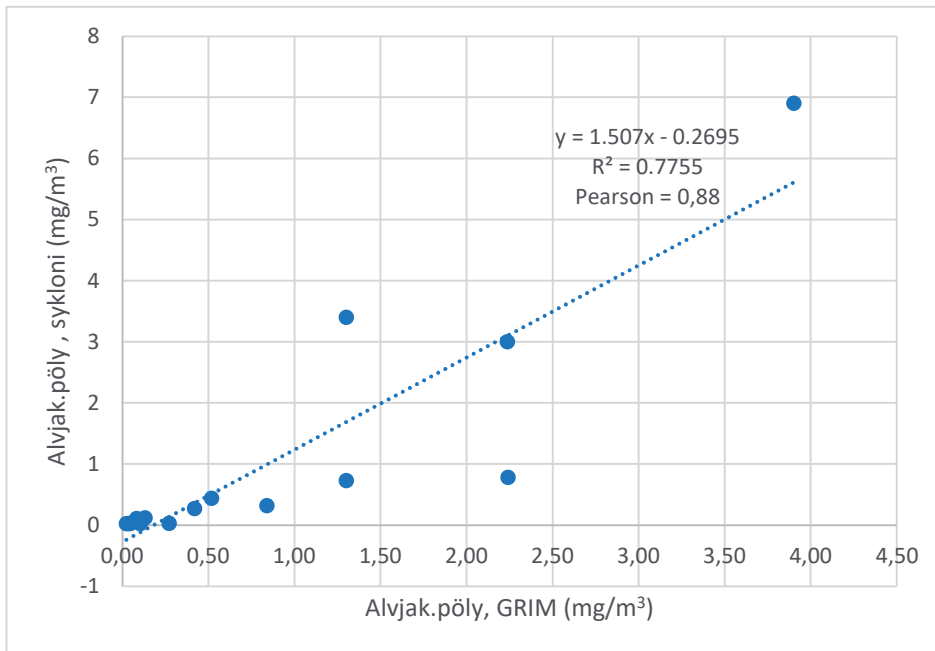
Kaiken kaikkiaan tässä hankkeessa mitattiin melko saman tasoisia yleisilman kvartsipitoisuuksia kuin mitä aiemmin esim. Antonssonin ja Sahlbergin (2019) tutkimuksissa raportoitiin ja merkittävästi enemmän korkeita alveolipölyn pitoisuuksia (kuvaaja 9). Pieniä yleisilman kvartsipitoisuuksia ($<0,005$ mg/m³) mitattiin hankkeessa eniten ulkotöissä sekä kaikissa tutkimissamme taukotiloissa, joskin myös ulkona mitattiin korkeita yleisilman pitoisuuksia mm. räjäytystyömailla sekä murskaimen lähetyvillä soranottopisteissä ja purkubetonin pulveroinnissa. Pieniä yleisilmanpitoisuudet olivat myös runkovaiheen elementtiasennuksissa ja sisätöissä oikein rytmitetystä ja toteutetusta rakennussiivouksessa.

Taulukko 9. Työntekijöiden kvartsialtistuminen ja yleisilman pitoisuudet (koottu taulukoista 1-2)

	Työntekijät	Yleisilma
Lukumäärä	148	88
Keskiarvo (mg/m ³)	0,032	0,072
Mediaani (mg/m ³)	0,0031	0,0024
95 % piste (mg/m ³)	0,072	0,20
ASA-ilmoituskynnyksen ylittävät (%)	38	43
Yli HTP-arvon (%)	10	13
Yli raja-arvon (%)	4	10

3.5 Yleisilman suoraan osoittavat mittaukset

Hankkeessa mitattiin 15 eri työmaalla sijainneista mittauspisteistä yleisilman alveolijakeisen pölyn pitoisuuksia suoraan osoittavalla hiukkaslaskureilla (GRIMM) sekä EU:n kvartsisopimuksen mukaisella keräävällä menetelmällä, syklonilla (kuvaaja 10).



Kuvaaja 10. Yleisilman alveolijakeisen pölyn pitoisuus mitattuna keräävällä, EN 481 standardin mukaisella menetelmällä (sykloni), sekä suoraan osoittavasti, alveolijakeen erottelevalla hiukkaslaskurilla (GRIM).

Mittausmenetelmien korrelaatiota kuvaava Pearsonin korrelaatiokerroin oli melko huono (0,88) ja menetelmien välillä oli tilastollisesti merkittävä ero (Studentin kaksisuuntaisessa t-testissä $P_{0.25} = 0,52$). Suuruusluokaltaan tulokset olivat silti melko saman tasoisia, minkä perusteella testattua suoraan osoittavaa mittalaitetta voisi käyttää esim. arvioitaessa pölyn leviämistä yleisilmaan tai osastoidun alueen ulkopuolelle sekä pölyntorjuntatoimien tehokkuuden vertailussa ja arvioinnissa. Altistumista alveolijakeiselle pölylle ei testatun laitteen avulla voida määrittää eikä varsinkaan altistumista alveolijakeiselle kvartsille, mihin liittyy vielä paljon enemmän epävarmuustekijöitä (kts. kappale 3.2).

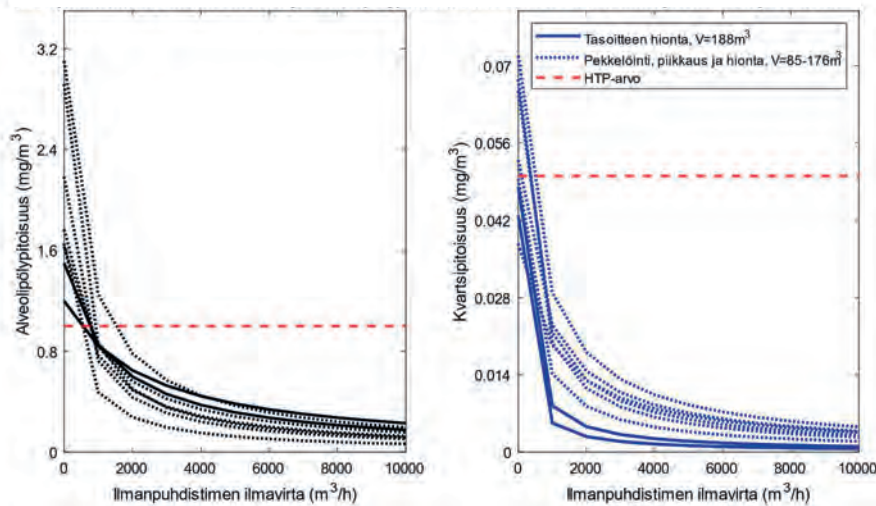
3.6 Altistumisen hallinta kierrättävien ilmanpuhdistimien avulla

Hengityksensuojaimia käyttäneiden työntekijöiden altistumisesta keskimäärin puolet kertyi yleisilman kautta (kts. kappale 3.3). Varsinkin monissa sisätöissä yleisilma oli merkittävin altistumisen lähde. Siksi hankkeessamme päätettiin testata keinoja yleisilman kvartsi- ja pölypitoisuuden hallintaan sisätöissä. Valtioneuvoston asetuksessa rakennustyön turvallisuudesta (205/2009) sanotaan, että *pöly on poistettava ilmastoinnilla, kohdepoistoilla tai muilla tarkoituksenmukaisilla toimenpiteillä. Tarvittaessa pölyn leviäminen on estettävä käyttämällä rakennustyön aikaisia suojaseiniä. Kemiallisten tekijöiden aiheuttamien vaarojen ehkäisemiseksi sekä pölyntorjunnassa on käytettävä riittävän tehokkaita paikallispoistolaitteita. Tarvittaessa työtilat on osastoitava ja käytettävä paine-eron toteuttavaa ilmastointijärjestelmää ja paine-eron aikaansaavia laitteita.*

Tässä hankkeessa päädyimme testaamaan kierrättävää pölynpoistovaihtoehtoa alipaineistuksen sijasta, koska osastointi ja alipaineistus on jo hyvin ohjeistettu (RATU 82-0384) ja koska konekohtaisten poistojen tehokkuudesta saatiin työmaamittauksissa joka tapauksessa tietoa (kts. kappale 2.3.4.1, Liitteet 4-5). Vaihtoehtona monissa töissä olisi veden käyttö pölyn sidonnassa ja päästöjen estämiseksi, mutta se ei useasti ole sisätyömailla hyväksytty vaihtoehto. Sen lisäksi yrityskumppanimme ja tutkijamme työmaiden edustajat eivät pitäneet alipaineistusta kaikissa tavanomaisissa sisätöissä realistisena vaihtoehtona, koska se heidän arvionsa mukaan lisäisi työ- ja lämmityskustannuksia nykyisestäään olennaisesti. Kohdepoisto ja alipaineistus on silti ainoa toimiva vaihtoehto monissa korjausrakentamisen purkutöissä ym. töissä, joissa pölyntuotto on suurta (Pagels ym. 2019).

Kierrättävät, HEPA H13 suodattimilla varustetut ilmanpuhdistimet ovat ruotsalaisilta rakennustyömailta saatujen kokemusten perusteella hyvä tapa täydentää pölyntorjuntaa, kun niitä käytetään yhdessä konekohtaisten kohdepoistojen, vedenkäytön, sekä

pölyisten osastojen rajaamisen kanssa sillä edellytyksellä, että ne sijoitetaan mahdollisimman lähelle pölyn lähdettä (Pagels ym. 2019; Christenssen ym. 2012; kuvaaja 13). Myös omien mittaustemme perusteella niiden avulla voidaan olennaisesti vähentää yleisilman kvartsipölypitoisuutta esim. lattioiden hionnassa, piikkauksissa sekä välikattojen ja seinien tasoituksissa, mikäli ne sijoitetaan lähelle pölyä tuottavaa työtä ja mikäli kokonaisilmavirta on riittävä suhteessa pölyntuottoon tilassa (kuvaaja 11; kaava 4; liitteet 4-5).



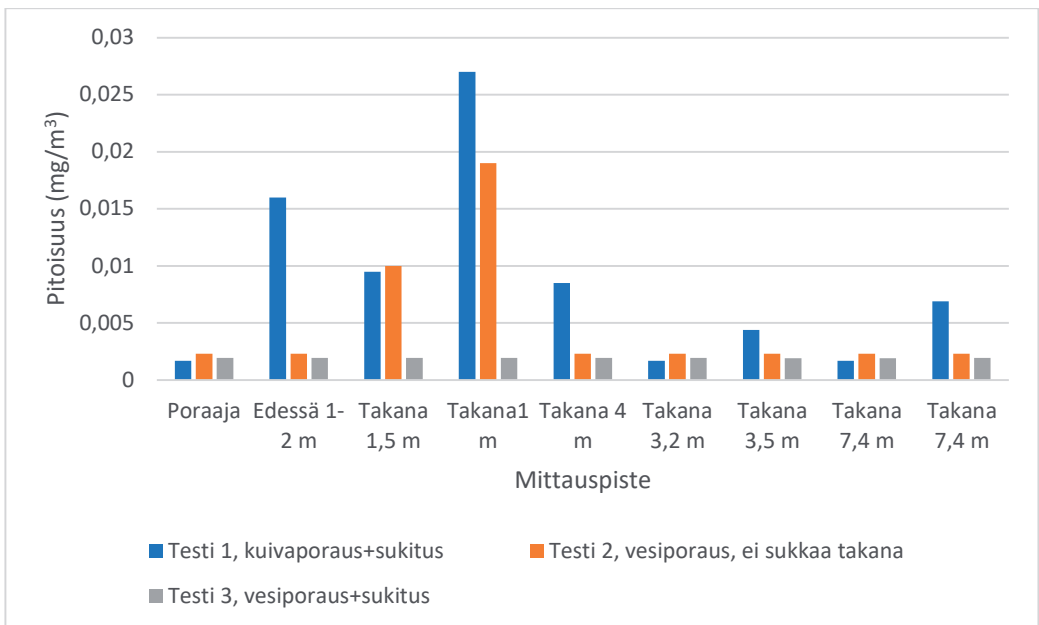
Kuvaaja 11. Ilmanpuhdistimien vaikutus alveoli- ja kvartsipölypitoisuuksiin erilaisissa rakennustyövaiheissa ja -tiloissa.

Mikäli puhdistin sijoitetaan 1-2 metrin etäisyydelle pölyn lähteestä, saa testiemme perusteella tavanomaisessa n. 70 m³ asunnossa tehtävissä tasoitus tai hiontatöissä yleisilmanpitoisuuden laskettua yhdellä 2 000 m³/h ilmanpuhdistimella HTP-arvoa vastaavalta tasolta n. viidesosaan lähtöarvosta. Sen myötä yleisilman kautta tapahtuva kvartsialtistuminen laskee liiallisesta vähäiseksi (kuvaaja 11).

3.7 Pölyntorjunta porausvaunujen käytössä

Korkeimmat mittaamamme altistumiset ulkotöissä liittyivät porausvaunulla poraamiseen, sekä sen lähetyvillä työskentelyyn. Poraajien altistuminen ylitti toistuvasti raja-arvon, mikäli porausvaunussa ei ollut hyttiä, eikä vettä käytetty pölyntorjuntaan. Riippumatta siitä, säkitettiinkö takimmaisen pölynerottimen tuottama hienojakoinen porausjäte

(porasoija) vai ei. Myös porausvaunun lähetyillä työskennelleillä panostajilla mitattiin raja-arvon ylittävää altistumista vastaavissa tilanteissa (kuvaaja 1). Tästä syystä päädyimme yhteistyössä Sandvik Mining Oy:n kanssa testaamaan kolmen eri vaihtoehdon tehokkuutta porausvaunujen pölyntorjunnassa. Testattavina oli porasoijan sukitus kuivaporauksessa, vesiporaus ilman sukitusta, sekä vesiporaus yhdistettynä sukitukseen (kts. kappale 2.3.4.2).



Kuvaaja 12. Alveolijakeisen kvartsin pitoisuuksia porausvaunun lähellä sekä poraajan altistuminen alveolijakeiselle kvartsille porattaessa vaihtoehtoisilla pölyntorjuntatoimilla.

Korkeimmat pitoisuudet testissä liittyivät kuivaporaukseen, vaikka siinäkin pölynerottimien (syklonien) sukittaminen piti pitoisuudet vaunun välittömässä läheisyydessäkin alle raja-arvon. Käyttämällä vettä ja sukittamalla syklonit, kaikki mitatut pitoisuudet sekä vaunun edessä, porausreiän lähetyillä että sen takana, pölynerottimen vieressä, olivat pieniä, eli alle 10 % HTP-arvosta (kuvaaja 12).

Valtioneuvoksen asetukseen jätteistä (978/2021) ja sitä edeltävään asetukseen (179/2012) sisältyy porauslietteet ja muut porausjätteet sekä vaarallisia jätteitä sisältävät porausjätteet, jotka tulisi jäteluettelossa mainita ja asianmukaisesti käsitellä. Monien kaupunkien rakennusvalvonnan ohjeissa todetaankin siksi, että porausjäte on käsiteltävä ja poistettava siten, ettei siitä aiheudu haittaa ympäristölle. Mielestämme on kuitenkin

niin, että tavanomaisen porausjätteen poisto työmaalta nimenomaan aiheuttaa vaaraa työntekijöille ja ympäristölle. Pölynerottimia hyödynnettäessä voidaan syntynyt porasoija kerätä talteen, eli säkittää ja niin myös tehdään joillakin työmailla mainittujen säädösten takia. Tämän myötä luodaan kaksi käytännön ongelmaa, joilla voi olla merkitystä joko työmaalla työskentelevien tai jätteitä käsittelevien terveyteen sen lisäksi, että lisätään porauksen vaativaa työpanosta ja sitä kautta työmaan kustannuksia. Kuivan porausjätteen kvartsipitoisuus on usein suuri ja aines on sen lisäksi hienojakoista ja hyvin pölyävää. Jos jäte johdetaan läheltä maanpintaa kasteltuna maahan ja peitetään muulla maa-aineksella päästään siitä parhaiten turvallisesti eroon. Sen sijaan säkitettäessä kuivaa porausjätettä, leviää ympäristöön hyvin paljon kvartsipölyä, vaikkakin vähemmän kuin kuivaporauksessa ilman säkitystä tai sukutusta. Haastattelemiemme työntekijöiden ja esimiesten mukaan porasoijan säkitys on työlästä tiheän säkin vaihtovälin ja säkkien varastoinnin sekä poiskuljetuksen takia. Ja niihinkin vaiheisiin voi liittyä tarpeetonta altistumista. Sen lisäksi säkitys estää pölyä sitovan kastelun, jolloin pölyä leviää ympäristöön huomattavasti enemmän kuin käytettäessä sukutusta ja kastelua. Mikäli halutaan säkittää molemmat erotellut porasoijat, porauspäässä muodostuva karkea soija sekä peräpäästä poistuva hieno soija, säkkien vaihtotiheys nousee entuudestaan. Näistä syistä säkitystä ja soijan poisvientä ei kannata tehdä paitsi silloin, kun se on esim. soijien koostumuksen takia välttämätöntä tai silloin, kun sitä ei muista syistä voida työmaalla kastella ja pysyvästi peittää. Altistumisen torjunnan kannalta paras tapa vaikuttaisi olevan sukutus yhdistettynä vedenkäyttöön ja hytilliseen porausvaunuun. Vaihtoehto sukutukselle ja vesiporaukselle on kuvaama pölynerottimien liittämisen kontti-imuriin, jolloin hienojakoista pölyä ei leviä ympäristöön pölynerottimista (Mikkola, 2018). Sekään ei kuitenkaan poista esim. ilman vettä tehtävässä railoporauksessa poraterän kohdistuksessa muodostunutta pölyä, jolle hytitöntä vaunua käyttävä poraaja altistuu.

3.8 Pölyntorjunta sekoituspisteissä

Hankkeessa testattiin kohdepoistoa ilmavirtaa (1300 m³/h) ohjaavilla sivuseinäkeillä, joiden väliin sekoitusastia sijoitetaan (kuva 4). Kohdepoisto poisti tehokkaasti kaiken mitattavissa olevan alveolijakeisen pölyn sekoituspisteen ilmasta (taulukko 10). Alveolijakeisen kvartsin pitoisuus käytetyssä lattiamassassa oli niin alhainen (< 0,2 %), että ilman kohdepoistoakaan sekoituspisteessä ei ollut mitattavaa pitoisuutta alveolijakeista kvartsia (taulukko 10). Mutta koska sekoituspisteessä vapautuva alveolijakeinen pöly saatiin käytännössä poistettua kokonaan, voidaan olettaa saman pätevän myös alveolijakeiselle kvartsille silloin, kun sekoitettavana on tuote, jonka alveolijakeisen kvartsin pitoisuus on esim. prosentin luokkaa tai sen yli.

Taulukko 10. Alveolijakeisen kvartsin ja pölyn ilmapitoisuudet sekoituspisteessä testattaessa kohdepoistoa pölyntorjuntaan

Altiste	Ilman kohdepoistoa	Kohdepoiston kanssa
Alveolijakeista kvartsia (mg/m ³)	<0,0030 ¹	<0,0040 ¹
Alveolijakeista pölyä (mg/m ³)	1,7	<0,11 ¹

¹pitoisuus alitti analyysimenetelmän määrittämissä rajoissa.

Kohdepoiston lisäksi sekoituspisteen pölyntorjuntaan testattiin Bad-Dust Oy:n huuva (laitekohtaista kohdepoistoa) liitettynä H-luokan imuriin imulla 300 m³/h. Myös tämä laitekohtainen kohdepoisto poisti käytetyllä imurilla ja virtauksella tehokkaasti alveolijakeisen pölyn, kuten myös alveolijakeisen kvartsin niin sekoituspisteestä, ympäröivästä tilasta, kuin sekoitustyötä tekevän työntekijän hengitysvyöhykkeeltäkin (taulukko 11).

Taulukko 11. Alveolijakeisen kvartsin ja pölyn ilmapitoisuudet sekoituspisteessä, ympäröivässä tilassa sekä työntekijän hengitysvyöhykkeessä testattaessa koetilassa laitekohtaista kohdepoistoa pölyntorjuntaan

Mittauksen kohde	Ilman huuva		Huuvan kanssa	
	Kvartsia (mg/m ³)	Pölyä (mg/m ³)	Kvartsia (mg/m ³)	Pölyä (mg/m ³)
Työntekijän hengitysvyöhyke	0,030	1,9	<0,0040 ¹	<0,12 ¹
Työntekijän altistuminen ²	0,029	1,4	<0,0040 ¹	<0,12 ¹
Sekoituspiste	0,042	1,2	<0,0040 ¹	<0,12 ¹
Poistoilmaelimen lähellä	0,078	3,0	<0,0040 ¹	<0,12 ¹
Tuloilmaelinten lähellä	0,068	2,6	<0,0040 ¹	<0,12 ¹

¹Pitoisuus alitti analyysimenetelmän määrittämissä rajoissa.

²Sekoittajan käyttäessä FFP3-luokan kertakäyttöistä hengityksensuojainta vain sekoittaessaan sementtiä.

3.9 Työtehtäväkohtaiset ohjeet ja yleisohjeistus

Tässä hankkeessa laadittiin 28 kpl työtehtäväkohtaista ohjetta ja 4 kpl yleisohjetta kvartsipölyn hallintaan rakentamisessa (taulukko 12). Ohjeet on kerätty liitteeseen 5. Työtehtäväkohtaiset ohjeet ovat kaikki kaksisivuisia. Ensimmäisellä sivulla on kuvattu taulukkomuodossa miten eri olosuhteissa, eri työtapoja ja pölyntorjuntatoimia noudattaen työtehtävässä on mahdollista altistua alveolijakeiselle kvartsille sekä

alveolijakeiselle pölylle. Taulukossa on jokaisen tehtävän kohdalla kerrottu miten työtä voi tehdä siten, että altistuminen on vähäistä tai olematonta ja mikäli työtehtävässä voi vääriä valintoja tekemällä altistua merkittävästi tai liiallisesti, on myös se kuvattu. Sivulla kaksi on varsinainen ohje suosituksineen ja huomautuksineen. Yleisohjeet laadittiin Kvartsialtistumisen arvioinnista, hengityksensuojainten valinnasta ja käytöstä, yleisestä kvartsipölyn torjunnasta, sekä rakennuspölynimureiden ja kohdepoistoimureiden valinnasta ja käytöstä.

Taulukko 12. Laaditut ohjeet (kts. liite 5)

Ohjeita kvartsipölyaltistumisen hallintaan

1. Rakennusten purku

- 1.1 Rakennusten purku koneilla ja ulkotyöt
- 1.2 työkoneiden ja ajoneuvojen ohjaamotyö
- 15. Pulverointi ja murskaus työmaalla

2. Monttuvaihe, maarakennustyöt ja pintarakennetyöt sekä infrarakentaminen

- 2.1 Maansiirto ja tasoitus sekä kivetys
- 2.2 Räjätystyöt (muut kuin poraajat ja kuskit)
- 2.3 Timanttisahaus sekä muut betoni ja kivipintojen leikkaukset
- 2.4 Porausvaunun käyttö
- 2.5 Viherrakentaminen
- 2.6 Asfalttityöt
- 2.7 Raidesepelin levitys ja raiteentuenta

3. Runkotyövaihe

- 3.1 Elementtien asennus

4. Sisätyöt, uudis- ja korjausrakentaminen

- 4.1 Esimiestyö
- 4.2 Rakennussiivous
- 4.3 Betonilattioiden hionta
- 4.4 Ontelolaattojen poraus (kuivaus)
- 4.5 Poraukset betoniin, kiveen tai tiileen sisätöissä
- 4.6 Laastien sekoituspiste sisätöissä
- 4.7 Tiili- ja harkkomuuraus
- 4.8 Väliseinien ja välikatkojen tasoitus
- 4.9 Timanttisahaus ja muut betoni ja kivipintojen leikkaukset

4.10 Seinien ja lattioiden roilotus (urajyrsintä ja piikkaus) putkille ja sähköjohdoille

4.11 Tasoitus ja paikkaus sisätiloissa

4.12 Laatoitus

4.13 Timanttikorjaus sisätiloissa

5. Rakenteiden purku korjausrakentamisessa

5.1. Väliseinien ja välikatkojen piikkaus

5.2 Kalusteiden ja pintamateriaalien poisto

6. Julkisivutyöt

6.1 Hiekkapuhallus

6.2 Julkisivuelementtien purku

6.3 Julkisivusaumauksen uusinta

7. Yleisohjeet

7.1 Kvartsi ja pölyaltistumisen määrittäminen

7.2 Hengityssuojaimet kvartsipölylle

7.3 Kvartsipölyn torjunta rakennustyömailla

7.4 Rakennuspölynimurit ja kohdepoistot kvartsipölylle

3.10 ASA-rekisteröinnin sekä työterveyshuollon terveysseurannan tarpeen arviointi sekä riskien hallintakäytännöt

Rakennusalan työnantajien kuten muidenkin työnantajien lakisääteisiin velvollisuuksiin kuuluu työtehtäväkohtainen riskien arviointi ja siihen liittyen altistumisen arviointi myös alveolijakeiselle kvartsille tarvittaessa mittauksin. Mittaukset eivät ole välttämättömiä, jos altistuminen voidaan kohtuudella sulkea pois tai altistumisen arviointi voidaan toteuttaa muun tiedon varassa. Kun altistuminen on arvioitu, työnantajien on mahdollista arvioida, ketkä työntekijät tulee ilmoittaa syöpävaarallisille tekijöille työssään altistuvien ns. ASA rekisteriin ja ketkä tulee ottaa työterveyshuollon terveysseurannan piiriin. Riskien arviointiin liittyvässä altistumisen arvioinnissa kuten myös ASA-rekisteri-ilmoituksen ja työterveysseurannan tarpeen arvioinnissa voidaan käyttää hyväksi liitteen 4 taulukkoa, jossa altistuminen on luokiteltu sen mukaan, miten kukin työ yrityksessä toteutetaan. Kuten liitteestä nähdään, altistuminen määräytyy ensisijaisesti sen perusteella, miten kukin työ toteutetaan ja mitä pölyntorjuntatoimia sitä tehdessä hyödynnetään, mukaan luettuna hengityksensuojainten oikeanlainen valinta, käyttö ja ylläpito. Tässä yhteydessä tulee huomata, että vaikka liitteen 4 taulukossa hengityksensuojainten käyttö on

huomioitu arvioidessa altistumista, tulee erikseen selvittää mikä on viranomaisen kanta hengityksensuojainten huomioimiseen ASA-rekisteröintitarvetta arvioitaessa.

ASA-rekisteröintitarvetta arvioitaessa on liitteen 4 taulukossa pidetty ilmoittamiskynnyksenä altistumistasoa $0,005 \text{ mg/m}^3$, eli 10 % HTP-arvosta (kts. kappale 2.6). Työterveyshuollon terveysseurannan tarvearviointi liitteen 4 taulukossa perustuu vastaavasti altistumistasoon $0,02 \text{ mg/m}^3$ (40 % HTP-arvosta), koska se on taso jonka alapuolella vakavien terveyshaittojen todennäköisyys työuran mittaisessa altistumisessa on toistaiseksi julkaistun tiedon perusteella vähäinen (kts. kappale 2.5).



Kuvaaja 13. Altistuksen hallintakeinojen tehokkuus rakentamisessa.

Alveolijakeisen kvartsipölyn altistuksen seurannan ja torjunnan tueksi voidaan hyödyntää kuvaajan 13 altistuksen hallintajärjestystä sekä taulukon 13 yksinkertaistettua ISO 31000 ja ISO 45001 standardeihin perustuvaa riskienhallintamallia. Kuten on edellä tullut ilmi, yleisilmaan levinnyt kvartsipöly on monissa rakentamisen ammateissa pääasiallinen altistuksen lähde kvartsipölylle. Ja edellyttää usein hengityksensuojaimen käyttöä koko työpäivän ajan riippumatta siitä, tekeekö työntekijä itse pölyäviä töitä vai ei. Siksi pölypäästöjen lähteen poisto ja/tai päästöjen hallinta lähteessä on aina ensisijainen ja tehokkain vaihtoehto (kuvaaja 13). Usein tehokkaimmat hallintakeinot ovat myös kaikkein edullisimpia. Haitallisten pölypäästöjen poisto sen

jälkeen, kun ne ovat levinneet työtilan yleisilmaan ei ole yhtä tehokasta kuin haitan poisto tai hallinta lähteessä ja tulee säännönmukaisesti kalliimmaksi. Esim. osastointiin ja alipaineistukseen sisätoissa liittyy korkeita työ, laite ja lämmityskustannuksia, eivätkä ne poista hengityksensuojainten käyttötarvetta erityisen pölyävissä töissä, kuten piikkauksissa. Ja piikkauksista esim. putkiurien roiloutuksissa voitaisiin monissa tapauksissa uudisrakentamisessa välttyä kokonaan paremmalla suunnittelulla tai käyttämällä vaihtoehtoisia keinoja, kuten esim. märkätimanttileikkausta piikkausten sijaan. Vastaavasti laatoituksissa laattaleikkurilla leikattavaksi soveltuvien ja vähän kvartsia sisältävien laattojen valinta sekä kvartsikivisten keittiötasojen korvaaminen puisilla tasoilla poistavat kulmahiontakoneen ja timanttisahan käyttötarpeen ja niiden tuottaman pölyn lähes kokonaan sen sijaan, että pöly pitäisi poistaa tai siltä suojautua sen levittyä yleisilmaan. Päästöjen hallinnassa lähteessä tai niiden poistossa yleisilmasta voidaan rakentamisessa käyttää kohdepoistojen ja osastoinnin sekä alipaineistuksen lisäksi mm. vettä, töiden oikeanlaista rytmitystä, yleisilman kierrättäviä puhdistimia tai ampumareikien sekä railojen porauksessa ehdottamaamme polynerottimien sukutusta yhdistettynä vesiporaukseen. On kuitenkin huomioitava, että sisätoissa myös vesiporaus ja etenkin vesisahaus edellyttävät hengityksensuojaimen käyttöä. Hyviä työtehtäväkohtaisia työtapoja on kuvattu kattavammin liitteen 5 ohjeissa.

Taulukko 13. Kvartsipölyaltistuminen hallintasuunnitelma SFS (ISO 31000 ja 45001 perustuen)

RISKITASO/ALTISTUMINEN (% HTP)	TOIMINTA JA AIKATAULU
1. VÄHÄINEN: <10 %	Ei tarvita toimenpiteitä eikä ASA-ilmoitusta.
2. KOHTALAINEN: 10-40 %	<u>ASA-ilmoitus tehtävä.</u> Noudatetaan hyviä käytäntöjä altistuminen hallintaan. Suojauduttava altistavissa tehtävissä. On harkittava parempaa ratkaisua tai parannusta. Valvontaa tarvitaan sen varmistamiseksi, että hallintatoimenpiteitä ylläpidetään.
3. MERKITTÄVÄ: 40-100 %	On ryhdyttävä lisätoimenpiteisiin riskien vähentämiseksi. Riskin vähentämisen toimenpiteet tulisi toteuttaa määrätyn ajan kuluessa. Suojautuminen altistavissa tehtävissä ja/tai yleisilman sisältämältä kvartsipölyltä on tarpeen. <u>Terveystarkastukset ovat tarpeen</u> seurausten monitoroimiseksi ja lisähallintatoimenpiteiden tarpeen määrittämiseksi.
4. LIIALLINEN: 100-200 %	Riskiä tulee vähentää ja suojaimia on käytettävä altistavissa työvaiheissa ja/tai korkeiden yleisilman kvartsipitoisuuksien takia. Huomattavia voimavaroja voi olla tarpeen varata riskin poistamiseen. Jos altistuminen liittyy käynnissä olevaan työhön, kiireelliset toimenpiteet tulee toteuttaa. Terveystarkastukset tarpeen. Altistavaa työtä ei voi tehdä ilman hengityksensuojaimia.
5. "LAITON": > 200 %	Työtä ei saa aloittaa tai jatkaa ennen kuin on varmistettu, että riskiä on vähennetty. Jos ei ole mahdollista vähentää riskiä edes rajoittamattomilla voimavaroilla, työn tulee pysyä kiellettyinä.

4 Johtopäätökset ja suositukset

Tässä hankkeessa tutkimusryhmämme valitsi mittauksen ja altistumisen arvioinnin piiriin vain niitä rakentamisen työtehtäviä, jotka yhteistyössä hankkeeseen osallistuneiden yritysten, aluehallintaviranomaisen sekä työnantaja- ja työntekijäjärjestöjen kanssa arviointiin kvartsialtistumisen kannalta kaikkein haastavimmiksi. Siksi tuloksia ei esim. keskimääräisen altistumisen osalta voida yleistää koskevan kaikkia rakentamisen tehtäviä, vaan ainoastaan tutkimuksen kohteena ollutta osaa tehtävistä.

Tutkitut tehtävät liittyivät kerrostalorakentamisen perustamis-, runko- ja sisätyövaiheen lisäksi sisätöihin korjaus- ja uudisrakentamisessa, infrarakentamiseen sekä rakennusten purkuun. Keskimäärin vain vähäisesti altistaviksi töiksi osoittautuivat rakennussiivous, työnjohtaminen, elementtiasennus, raudoittaminen, hyillisten tuloilman suodatuksella varustettujen työkoneiden ajaminen ja viherrakennus, sekä monet tienrakentamisen tehtävistä. Liiallista eli HTP-arvon ylittävää altistumista todettiin kaikissa rakentamisen vaiheissa. Liialliset altistumiset liittyivät siihen, ettei hengityksen suojainta käytetty ollenkaan tai siihen, ettei sitä käytetty riittävän pitkään pölyävän työvaiheen jälkeen tai korkealta yleisilman pitoisuudelta suojautumiseksi. Työtehtävät, joissa liiallista altistumista todettiin, olivat hiekkapuhallus, hiekkapuhalluksen avustavat tehtävät, julkisivuelementtien purku, timanttiporaus, onteloporaus, porausvaunulla poraus, panostus, laatoitus, hytittömien maansiirtokoneiden käyttö ja piikkaus, riippumatta siitä tapahtuiko piikkaus alipaineistetussa osastossa vai ei. Vastaavasti merkittävää altistumista todettiin mm. väliseinien tasoituksessa, raideseppelin levityksessä ja tienrakentamisessa (jalkamies).

On kuitenkin huomioitava, että kaikki rakentamisen tehtävät voidaan suorittaa turvallisesti, jos noudatetaan liitteen 5 työtehtäväkohtaisia ohjeita ja/tai yleisohjeita. Ja toisaalta kaikissa vain vähän altistavissa tehtävissä on mahdollista altistua merkittävästi yleisilman kautta tai tekemällä pölyntorjunnan kannalta huonoja valintoja. Korkeita yleisilmanpitoisuuksia todettiin varsinkin niissä sisätöissä, joissa tehtiin yllä mainittuja altistavia töitä, sekä ulkotöissä mm. porausvaunujen, murskainten ja maansiirtokoneiden lähetyvillä. Sisätöissä yleisilman kvartsi- ja silikaalipitoisuuksia voidaan hallita mm. käyttämällä pölyntorjuntaan laitekohtaisia kohdepoistoja, vettä, töiden oikeanlaista rytmitystä, yleisilman kierrättäviä puhdistimia, osastointia ja alipaineistusta sekä hyviä siivous- ja puhtaanapitokäytäntöjä. Myös oikeanlaisten hengityksensuojainten käyttö ja ylläpito sekä niiden käytön ajoitus on avainasemassa suojauduttaessa korkeilta yleisilman pitoisuuksilta.

Rakennuttajan laatimassa turvallisuusasiakirjassa on menettelytapaohjeet ja vaatimukset koskien pölylle altistumisen poistamista tai vähentämistä ja pölyn leviämisen estämistä

rakennushankkeen eri töissä ja toiminnoissa. Turvallisuusasiakirja ohjaa rakennushankkeen suunnittelijoiden, päätoteuttajan ja urakoitsijoiden pölyntorjuntatoimenpiteiden suunnittelua, valintaa ja toteuttamista. Päätoteuttaja laatii vuorostaan työmaan pölyntorjuntasuunnitelman, jossa työvaiheittain ja työtehtävittäin on määritelty toimenpiteet pölyn leviämisen estämiseksi. Kunkin työnantaja vuorostaan valitsee työmenetelmänsä siten, ettei pölyä synny tai että sitä syntyy mahdollisimman vähän huomioiden rakennuttajan ja päätoteuttajan säännöt ja ohjeet. Ja opastaa työntekijänsä pölyntorjuntatoimenpiteisiin. Hankkeessa tehtyjen mittausten perusteella tutkituissa kohteissa kannattaa suunnittelussa kiinnittää entistä enemmän huomiota yleisilman pitoisuuksien hallintaan ja siinä varsinkin pölyn leviämisen estämiseen ja töiden rytmytykseen. Hengityksensuojainten valinta osui työmailla pääsääntöisesti oikeaan, silloin kun niitä käytettiin. Mutta niiden käytössä ja ylläpidossa havaittiin sen sijaan toistuvasti puutteita. Kuten myös alipaineistajien ylläpidossa, osastoinneissa ja vaihtoehtoisten työmenetelmien valinnassa. Ja myös pölynhallintakeinojen toteutuksessa mitä tulee esim. kohdepoistojen sovittamiseen laitteisiin.

Rakennusalan työnantajien kuten muidenkin työnantajien lakisäätöisiin velvollisuuksiin kuuluu työtehtäväkohtainen riskien arviointi ja siihen liittyen altistumisen arviointi myös alveolijakeiselle kvartsille, tarvittaessa mittauksin. Tämän myötä työnantajien on mahdollista myös arvioida, ketkä työntekijät tulee ilmoittaa syöpävaarallisille tekijöille työssään altistuvien ASA rekisteriin ja ketkä tulee ottaa työterveyshuollon terveysseurannan piiriin. Riskien arviointiin liittyvässä altistumisen arvioinnissa ja hallinnassa, kuten myös ASA-rekisteri-ilmoituksen ja työterveysseurannan tarpeen arvioinnissa voidaan käyttää hyväksi liitteen 4 taulukkoa, jossa altistuminen on luokiteltu sen mukaan, miten kukin työ yrityksessä toteutetaan.

Tämän raportin liitteen 5 ohjeita seuraten, kaikissa tutkituissa rakentamisen työtehtävissä on mahdollista pitää altistuminen alle ASA-ilmoituskynnyksen (10 % HTP-arvosta). Eikä sen myötä terveystarkastuksiakaan tarvita. Edellyttäen että kuvattuihin käytäntöihin, mukaan luettuna hengityksensuojainten valintaan ja käyttöön koulutetaan ja että niiden toteutumista valvotaan tehokkaasti. Lopulta kuitenkin työsuojeluviranomaiset arvioivat mitkä altistumisen torjuntakeinot huomioidaan, kun esim. päätetään, ketkä työntekijät ilmoitetaan ASA-rekisteriin. Ja näin ollen myös sen, onko hengityksensuojaimen käyttö riittävä ja tarpeeksi luotettava toimenpide altistumisen pitämiseksi alle ASA-rekisteri-ilmoituskynnyksen. Suojainten käytön huomioiminen on perusteltua yrityksissä, joissa on laadukas suojainohjelma sen varmistamiseksi, että niiden valinta, ylläpito ja käyttäjäkoulutus mahdollistavat altistumisen riittävän torjunnan muiden hallintakeinojen lisäksi. Ja joissa suojainten käyttöä ohjataan ja valvotaan riittävällä tavalla.

Riskinarviointi ja siihen liittyvä altistumisen seuranta sekä hallinta, ASA-rekisteri ilmoitukset ja työterveyshuollon terveydentilan säännöllinen seuranta ovat kaikki yritysten turvallisuusjohtamisjärjestelmään kuuluvia lakisääteisiä tehtäviä. Niiden toteuttaminen on keskeistä terveyshaittojen ennaltaehkäisyn kannalta. Ja säästää yrityksille pitkällä tähtäimellä rahaa, koska terveyshaittojen realisoituminen tulee kalliimmaksi sekä yrityksille että yhteiskunnalle kuin niiden ennalta ehkäisy. Lakien kirjaimellinen soveltaminen voi kuitenkin myös olla ristiriidassa niiden tarkoituksen kanssa. Esimerkiksi Työturvallisuuslain mukaan työnantajan on siirrettävä raskaana oleva työntekijä raskauden ajaksi muihin tehtäviin, mikäli työolosuhteista saattaa aiheutua työntekijälle tai sikiölle erityistä vaaraa eikä vaaratekijää voida poistaa. Vaaratekijällä tarkoitetaan laissa mm. kvartsin kaltaisia varmuudella syöpää aiheuttavia aineita, jotka aiheuttavat syöpäsairauden vaaraa hengitettynä (valtioneuvoston asetus syöpää aiheuttavia, perimää vaurioittavia ja lisääntymiselle vaarallisia aineita koskevista kielloista ja rajoituksista, 623/2004). Lain tulkinnassa tulisi kuitenkin kvartsin osalta huomioida se, että haittavaikutukset kohdistuvat keuhkoihin, eikä sikiölle siksi katsota olevan erityistä vaaraa eikä tarvetta esim. erityisäitiyspäivärahalle niin kauan kuin altistuminen alveolijakeiselle kvartsille on alle HTP-arvon. Vastaavasti pitäisi kuntien rakennusvalvonnan ohjeissa ja työmailla tulkita jätelakia siten, että jos porausjäte ei sisällä jätelain liitteessä mainittuja muita haitta-aineita kuin kvartsia, olisi altistumisen torjunnan kannalta järkevintä mahdollisuuksien mukaan kastella ja peittää hienojakoinen porausjäte työmaalla sen sijaan, että sitä lähdetään taltioimaan kuivana säkittämällä ja viemällä säkitetty jäte loppusijoituspaikkaan. Tämäkin on esimerkki siitä, että altistumisen torjunta tulee useimmiten paljon halvemmaksi kuin liiallisen riskin toteutuminen.

5 Lähteet

- NIOSH (2002). NIOSH Hazard Review: Health Effects of Occupational Exposure to Respirable Crystalline Silica (DHHS (NIOSH) Publication No. 2002-129). Cincinnati, OH, 145 s.
- Nordman H. ja Keskinen H. (1997). Keuhkojen ammattitaudit. Kirjassa: Kinnula V, Tukiainen P, Laitinen L A, toim. Keuhkosairaudet. Jyväskylä: Kustannus Oy Duodecim, s. 587-608.
- Wagner G R. (1997). Asbestosis and silicosis. *Lancet* 349: 1311-1315.
- Samet J.M. (1996). Occupational pulmonary disorders. Kirjassa: Bennett J C, Plum F, toim. Cecil, textbook of medicine, 20. painos., Philadelphia: W. B. Saunders co, s. 399-403.
- CEN (1993). Workplace atmospheres: size fraction definitions for measurements of airborne particles. CEN standard EN-481 Brussels, Belgium: Comite Europe'n de Normalisation.
- Poinen-Rughooputh, S., Rughooputh, M.S., Guo, Y., ja Chen, W. (2016). Occupational exposure to silica dust and risk of lung cancer: an updated meta-analysis of epidemiological studies. *BMC Public Health*, 16, 1137-1154.
- SCOEL (2003). Recommendation from the Scientific Committee (SCOEL) on Occupational Exposure Limits for Silica, Crystalline (Respirable Dust). SCOEL/SUM/94.
- IARC (1997). IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans. Silica, Some Silicates, Coal Dust and Para-Aramid Fibres. Vol 68. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer.
- IARC (2012). International Agency for Research on Cancer (IARC), IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans. A Review of Human Carcinogens. Arsenic, Metals, Fibres, and Dusts. Volume 100 Part C. Lyon, France.
- Saffiotti U. (2005) Silicosis and Lung Cancer, a fifty-year perspective, *Acta Biomed.* Suppl; 2: 30-37.
- EC (1994). European Commission (EC). Information Notices on Diagnosis of Occupational Diseases. Health and Safety Report 14768 EN; EC: Luxembourg, 1994.

- Montgomerie R.D. (2013). The structural and elemental composition of inhaled particles in ancient Egyptian mummified lungs. PhD thesis, The University of Manchester, Manchester, UK.
- Aghilinejad M., Naserbakht A., Naserbakht M. ja Attari G. (2012). Silicosis among Stone-Cutter Workers: A Cross-Sectional Study. *Tanaffos* 11(2): 38-41.
- Chen S., Liu M. ja Xie F. (2022). Global and national burden and trends of mortality and disability-adjusted life years for silicosis, from 1990 to 2019: results from the Global Burden of Disease study 2019. *Pulmonary Medicine* 22:240.
- Tuomi, T., Linnainmaa M. ja Pennanen S. (2018). Exposure to Quartz in Finnish Workplaces Declined During the First Six Years After the Signing of the NEPSI Agreement but Evened Out Between 2013 and 2017. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 15, 906-928.
- IARC (2022) International Agency for Research on Cancer (IARC), IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans. Silica dust, crystalline, in the form of quartz or cristoballite. Volume 100 Part C. Lyon, France.
- Mielke S., Taeger D., Weitmann K., Brüning T. ja Hoffmann W. (2018). Influence of quartz exposure on lung cancer types in cases of lymph node-only silicosis and lung silicosis in German uranium miners. *Arch. Environ. Occup. Health* 73 (3), 140–153.
- Sauni, R., Hamunen M., Uitti, J., Karjalainen A. ja Aitio, A. (1998). Keuhkosyövän työperäiset syyt. *Duodecim*, 114, 125.
- Stacey P., Thorpe, A., Roberts P. ja Butler, O. (2018), Determination of respirable-sized crystalline silica in different ambient environments in the United Kingdom with a mobile high flow rate sampler utilizing porous foams to achieve the required particle size selection. *Atmospheric Environment* 182, 51-57.
- EU-NEPSI (2013) The European Network on Silica, Agreement on Workers Health Protection through the Good Handling and Use of Crystalline Silica and Products Containing it. Annex 1, Good Practices (Good Practice Guide)
- Tuomi T., Linnainmaa M., Väänänen V. ja Reijula K. (2014). Application of good practices as described by the NEPSI agreement coincides with a strong decline in the exposure to respiratory crystalline silica in Finnish workplaces, *Annals of Occupational Hygiene*, 58, 806-817.
- Ruble R. ja Goldsmith D.F. (1997) Ambient PM10 emissions: Contributions and impact on silica emissions. *J. Expo. Anal. Environ. Epidemiol.* 7: 327–44.

- Corrin B. ja Nicholson A. (2011). Occupational, environmental and iatrogenic lung disease. Teoksessa *Pathology of the lungs*, 3. painos, Elsevier, London UK, 327-399.
- TCEQ (2020). Crystalline Silica. Ambient air monitoring and evaluation of community health impacts near aggregate production operations. Texas Commission on Environmental Quality (TCEQ), Austin, Texas, 24 s.
- Mikkola, A. (2018). Louhintatyö kaupunkialueella – pölyn- ja meluntorjunta. Lopputyö, Saimaan ammattikorkeakoulu, Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, Lappeenranta, 38 s.
- EPA (1996). Environmental Protection Agency, Ambient Levels and Noncancer Health Effects of Inhaled Crystalline and Amorphous Silica: Health Issue Assessment. EPA/600/R-95/115, Washington DC, USA, 177 s.
- STM (2020). HTP-arvot (Haitallisiksi tunnetut pitoisuudet) 2020. Sosiaali- ja Terveysministeriön julkaisuja 2020:24. Helsinki. 108 s.
- Klein, C. (1993). Rocks, Minerals, and a Dusty World. *Rev. Mineral.*, 28, 7–59.
- Ganser G. H. ja Hewett P. (2017). Models for nearly every occasion: Part II - Two box models. *J Occup Environ Hyg.*, 14, 58-71.
- Pagels J., Alsved, M., Malmborg, V., Omelekhina Y., Wierzbicka, A. ja Bohgard, M. (2019). Airborne dust removal using mobile air cleaners in the construction sector. *Kunskapssammanställning*, 5, Arbetsmiljöverket, Stockholm, 84 S.
- Ahonen I., Pääkkönen R. ja Rantanen S. (2007). Työhygieeniset mittaukset. Vammalan kirjapaino, Vammala. 125. S.
- Liu Y., Steenland K., Rong Y., Hnizdo E., Huang X., Zhang H., Shi T., Sun Y., Wu T. ja Chen W. (2013). Exposure-Response Analysis and Risk Assessment for Lung Cancer in Relationship to Silica Exposure: A 44-Year Cohort Study of 34,018 Workers. *Am J Epidemiol.* 178, 1424–1433.
- Rice F. L. ja Stayner L. T. (1995). Assessment of silicosis risk for occupational exposure to crystalline silica. *Scand J Work Environ Health* 1995; 21 suppl 2: 87-90.
- Cox Jr L. A. (2019). Risk Analysis Implications of Dose-Response Thresholds for NLRP3 Inflammasome-Mediated Diseases: Respirable Crystalline Silica and Lung Cancer as an Example. Dose-Response, 17.

- HSE (2001). Controlling exposure to stonemasonry dust. Guidance for employers. Health and Safety Executive, HSE Books, Suffolk, UK. 59 S.1
- Alfayez S., Ali M. ja Nehdi M. (2019). Eco-Efficient Fiber-Reinforced Preplaced Recycled Aggregate Concrete under Impact Loading. *Infrastructures*, 37, 17 s.
- Liu Y., Xie J., Hao P., Shi Y., Xu Y. ja Ding X. (2021). Study on Factors Affecting Properties of Foam Glass Made from Waste Glass. *JRM*, 9, 237-252.
- Antonsson A-B. ja Sahlberg B. (2019). Referensmätningar för kvartsexponering vid ROT-arbeten inom byggindustrin. Svenska Miljöinstitutet, Stockholm, 78 S.
- Christensson B., Östlund G., Alvarez E. ja Antonsson A-B. (2012). Effektiva årgärder mot damm på arbetsplatser. Svenska Miljöinstitutet, *IVL rapport*, B2057, Stockholm, 99 S.
- TTL (2016). Malliratkaisu Hengityksensuojainten suojauskertoimet, Työterveyslaitos <https://www.ttl.fi/file-download/download/public/2419> (haettu 11.10.2022).
- STM (2009). Sementtipöly, HTP-arvon perustelumuiatio, Yksilöinti ja ominaisuudet: [KETSU / Valmiita perustelumuiatioita \(tyosuojelu.fi\)](https://www.ketsu.fi/Valmiita_perustelumuiatioita_(tyosuojelu.fi)) (haettu 11.10.2022).
- Yousuf S., Shafiq P. ja Ibrahim Z. (2020). The pH of Cement-based Materials: A Review. *Journal of Wuhan University of Technology-Mater. Sci. Ed.*, 35, 908-924.
- TTL (2016). Hengittävän ja alveolijakeisen pölyn tavoitetasoperustelumuiatio. Työterveyslaitos: [hengittyva-ja-alveolijakeinen-poly-tavoitetaso \(1\).pdf](#) (haettu 11.10.2022).
- IFA (2022) GESTIS - International limit values for chemical agents. <http://limitvalue.ifa.dguv.de/> (haettu 11.10.2022)
- AFS (2018). Hygieniska gränsvärden, Arbetsmiljöverkets föreskrifter och allmänna råd om hygieniska gränsvärden, AFS 2018:1, Arbetsmiljöverket, Sverige, 72 s: [Hygieniska gränsvärden \(av.se\)](#) (haettu 11.10.2022).

5.1 Lait, asetukset ja direktiivit (linkit haettu 24.9.2022)

- Työturvallisuuslaki (2002/738): [Työturvallisuuslaki 738/2002 - Ajantasainen lainsäädäntö - FINLEX®](#).
- Valtioneuvoston asetus kemiallisista tekijöistä työssä (2001/715): [Valtioneuvoston asetus kemiallisista tekijöistä... 715/2001 - Säädökset alkuperäisinä - FINLEX®](#).

Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta (205/2009): (205/2009):

[Valtioneuvoston asetus rakennustyön... 205/2009 - Säädökset alkuperäisinä - FINLEX®](#).

Laki syöpäsairauden vaaraa aiheuttaville aineille ja menetelmille ammatissaan altistuvien luettelosta ja rekisteristä (452/2020): [Laki syöpäsairauden vaaraa aiheuttaville... 452/2020 - Säädökset alkuperäisinä - FINLEX®](#).

Valtioneuvoston asetus työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta (452/2020): <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2019/20191267>.

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2019/130 työntekijöiden suojelemisesta syöpäsairauden vaaraa aiheuttaville tekijöille tai perimän muutoksia aiheuttaville aineille altistumiseen työssä liittyviltä vaaroilta annetun direktiivin 2004/37/EY muuttamisesta: [EUR-Lex - 32019L0130 - EN - EUR-Lex \(europa.eu\)](#).

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus haitallisiksi tunnetuista pitoisuuksista (654/2020): [Sosiaali- ja terveysministeriön asetus... 654/2020 - Säädökset alkuperäisinä - FINLEX®](#)

Valtioneuvoston asetus terveystarkastuksista erityistä sairastumisen vaaraa aiheuttavissa töissä (1485/2001): [Valtioneuvoston asetus terveystarkastuksista... 1485/2001 - Ajantasainen lainsäädäntö - FINLEX®](#)

Valtioneuvoston asetus jätteistä (978/2021): [Valtioneuvoston asetus jätteistä 978/2021 - Säädökset alkuperäisinä - FINLEX®](#)

Valtioneuvoston syöpää aiheuttavia, perimää vaurioittavia ja lisääntymiselle vaarallisia aineita koskevista kielloista ja rajoituksista (623/2004): [Valtioneuvoston asetus syöpää aiheuttavia... 623/2004 - Säädökset alkuperäisinä - FINLEX®](#)

5.2 Mittausmenetelmät ja standardit

EN 481. CEN (Comite Europe'n de Normalisation). Workplace Atmospheres: Size Fraction Definitions for Measurements of Airborne Particles; CEN Standard EN-481; Comite Europe'n de Normalisation: Brussels, Belgium, 1993.

ISO 7708. ISO (International Standards Organisation). Air Quality—Particle Size Fraction Definitions for Health-Related Sampling; ISO Standard 7708; International Standards Organisation: Geneva, Switzerland, 1995.

- ISO 15767. ISO (International Standards Organisation). Workplace atmospheres - Controlling and characterizing uncertainty in weighing collected aerosols; ISO Standard 15767; International Standards Organisation: Geneva, Switzerland, 2009.
- NIOSH 7602, 2003. SILICA, CRYSTALLINE by IR (KBr pellet). Issue 3, 15 March.
- AERO-TY-025, Kvartsin (kiteisen piidioksidin) määräyty FT-IR:llä, Työterveyslaitoksen sisäinen analyysimenetelmä, Työterveyslaitos, 2018.
- AERO-TY-003, Hengittyvän ja alveolijakeisen pölyn pitoisuuksien mittaaminen ilmasta, Työterveyslaitoksen sisäinen analyysimenetelmä, Työterveyslaitos, 2018.
- IEC 60335-2-69. International Electrotechnical Commission, IEC, Household and similar electrical appliances – Safety, Part 2-69: Particular requirements for wet and dry vacuum cleaners, including power brush, for industrial and commercial use. International. IEC, Geneva, Switzerland, 2002.
- ISO 19087. ISO (International Standards Organisation). Workplace air – Analysis of respirable crystalline silica by Fourier-transform Infrared spectroscopy; ISO Standard 19087; International Standards Organisation: Geneva, Switzerland, 2018.
- RATU 82-0384. Tavanomaiset purkutyöt. Vaaralliset aineet – käsittely ja suojaus. Rakennustietosäätiön ohjekortti. Rakennustieto Oy, © Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS, 2011.
- ISO 31000. ISO (International Standards Organisation). Risk Management; ISO Standard 31000; International Standards Organisation: Geneva, Switzerland, 2018.
- ISO 45001; ISO (International Standards Organisation). Työterveys- ja työturvallisuusjärjestelmät. Vaatimukset ja niiden soveltamisohjeita; ISO Standardi 45001; International Standards Organisation: Geneve, Sveitsi, 2018.

6 Liitteet

1. Mitattavien työtehtävien valintaan laadittu kysely.
2. Mittauksiin valitut työtehtävät.
3. Koekenttämittaukset porausvaunun pölyntorjuntakeinoista Sandvik Miningin koekentällä, Tampereella.
4. Työtehtäväkohtainen altistuminen eri tavoin toteutettuna.
5. Työtehtäväkohtaiset ohjeet ja yleisohjeet kvartsipölyn hallintaan rakennustyömailla.

Liite 1. Työtehtävien valinnassa käytetty kysely

Vastaajien kokonaismäärä: 5

1. 1. Vanhan rakennuksen purkaminen

(1 = erittäin tärkeää selvittää 2 = tärkeää selvittää 3 = ei ole kovin oleellinen)

Vastaajien määrä: 5



	1	2	3	Keskiarvo	Mediaani
Sisäkalusteiden ja materiaalien poisto; Purkutyö	20%	40%	40%	2,2	2
Haitta-aineiden poisto; Purkutyö	40%	0%	60%	2,2	3
Rakennuksen purku; Purkutyö	60%	0%	40%	1,8	1
Lajittelu; Purkutyö	20%	60%	20%	2	2
Murskaus purkurobotilla; Purkutyö	0%	40%	60%	2,6	3
Murskaus koneilla; Purkutyö	0%	20%	80%	2,8	3
Pulverointi murskaustyömaalla; Purkutyö	0%	20%	80%	2,8	3
Kuormaus ja poiskuljetus; Ajoneuvokuljettajat	0%	0%	100%	3	3

2. Muita tähän ryhmään kuuluvia työvaiheita/tehtäviä, joissa voidaan altistua kvartsille (voit kirjoittaa kenttiin useita).

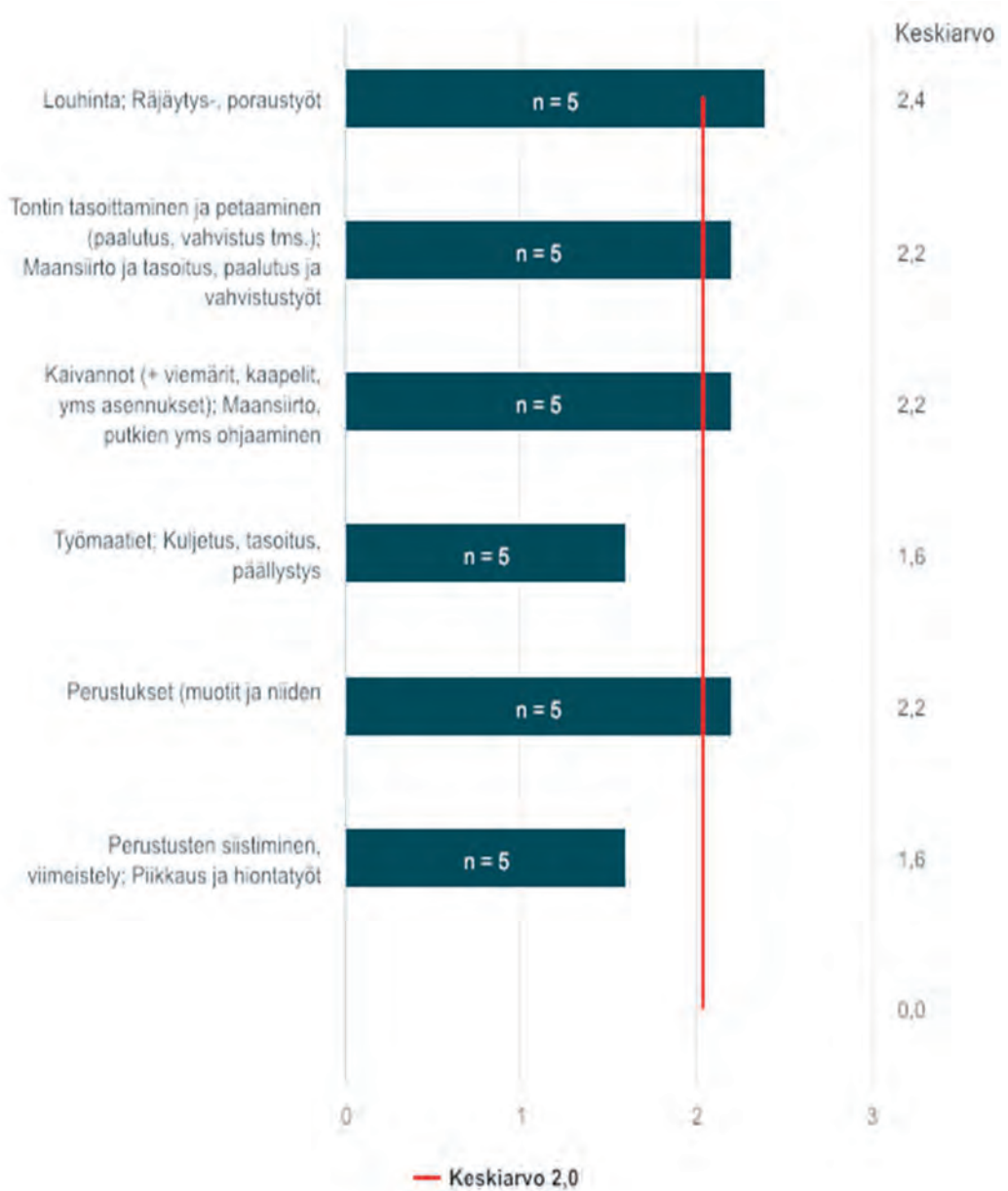
Vastaajien määrä: 1

Prioriteetti 1	Prioriteetti 2	Prioriteetti 3
Rakennussiivous		

3. 2. Monttuvaihe

(1 = erittäin tärkeää selvittää 2 = tärkeää selvittää 3 = ei ole kovin oleellinen)

Vastaajien määrä: 5



	1	2	3	Keskiarvo	Mediaani
Louhintä; Räjätys-, poraustyöt	20%	20%	60%	2,4	3
Tontin tasoittaminen ja petaaminen (paalutus, vahvistus tms.); Maansiirto ja tasoitus, paalutus ja vahvistustyöt	20%	40%	40%	2,2	2
Kaivannot (+ viemärit, kaapelit, yms asennukset); Maansiirto, putkien yms ohjaaminen	20%	40%	40%	2,2	2
Työmaatiet; Kuljetus, tasoitus, päällystys	40%	60%	0%	1,6	2
Perustukset (muotit ja niiden purku)	20%	40%	40%	2,2	2
Perustusten siistiminen, viimeistely; Piikkaus ja hiontatyöt	60%	20%	20%	1,6	1
	-	-	-	-	-

4. Muita tähän ryhmään kuuluvia työvaiheita/tehtäviä, joissa voidaan altistua kvartsille (voit kirjoittaa kenttiin useita).

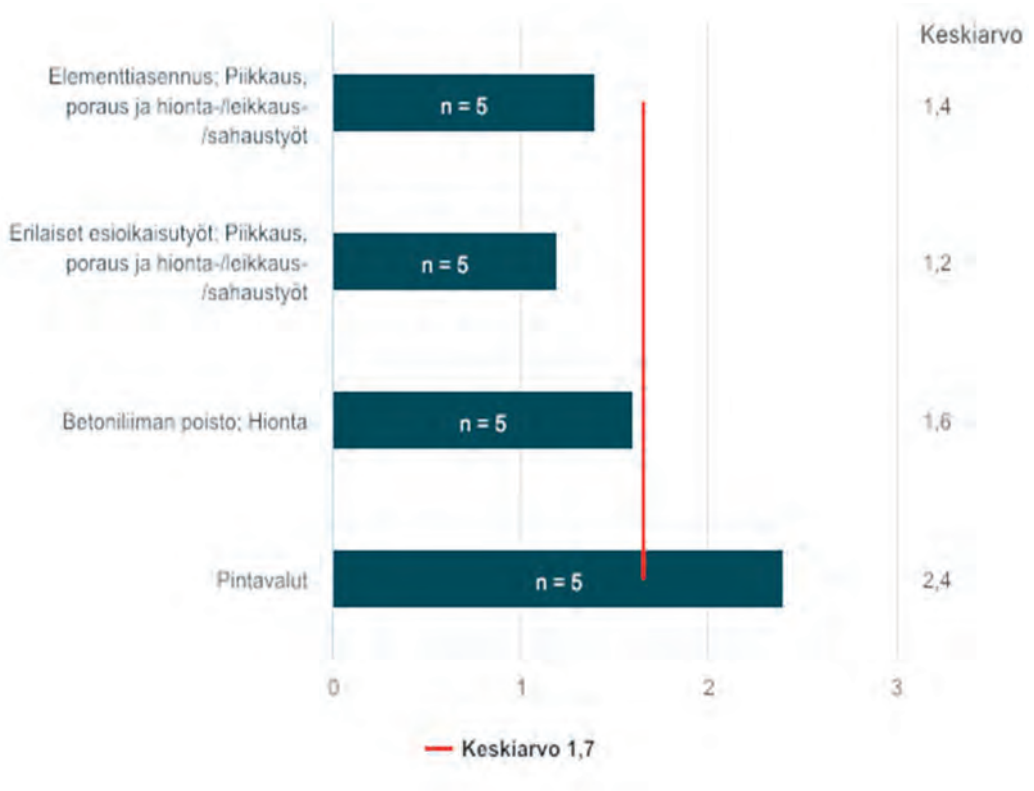
Vastaajien määrä: 0

Prioriteetti 1	Prioriteetti 2	Prioriteetti 3

5. 3. Runkotyövaihe

(1 = erittäin tärkeää selvittää 2 = tärkeää selvittää 3 = ei ole kovin oleellinen)

Vastaajien määrä: 5



	1	2	3	Keskiarvo	Mediaani
Elementtiasennus; Piikkaus, poraus ja hionta-/leikkaus-/sahaustyöt	80%	0%	20%	1,4	1
Erilaiset esioikaisutyöt; Piikkaus, poraus ja hionta-/leikkaus-/sahaustyöt	80%	20%	0%	1,2	1
Betoniliiman poisto; Hionta	40%	60%	0%	1,6	2
Pintavalut	0%	60%	40%	2,4	2

6. Muita tähän ryhmään kuuluvia työvaiheita/tehtäviä, joissa voidaan altistua kvartsille (voit kirjoittaa kenttiin useita).

Vastaajien määrä: 1

Prioriteetti 1	Prioriteetti 2	Prioriteetti 2
laastien sekoitus		

7. 4. Vanhojen rakenteiden purku korjausrakentamisessa

(1 = erittäin tärkeää selvittää 2 = tärkeää selvittää 3 = ei ole kovin oleellinen)

Vastaajien määrä: 5



	1	2	3	Keskiarvo	Mediaani
Väliseinät; Piikkaus, poraus ja hionta-/leikkaus-/sahaustyöt	60%	40%	0%	1,4	1
Lattiarakenteet; Piikkaus, hionta	100%	0%	0%	1	1
Pinnoitteet; Hionta, piikkaus	60%	40%	0%	1,4	1
Välikattorakenteet; Välipohjien puhdistu hiomalla tai harjaamalla	40%	60%	0%	1,6	2
Rappauksen tai maalipinnan poisto; Hiekkapuhallus	60%	40%	0%	1,4	1
Kattorakenteet, ikkunatyöt ym.; Purkutyö	20%	40%	40%	2,2	2

8. Muita tähän ryhmään kuuluvia työvaiheita/tehtäviä, joissa voidaan altistua kvartsille (voit kirjoittaa kenttiin useita).

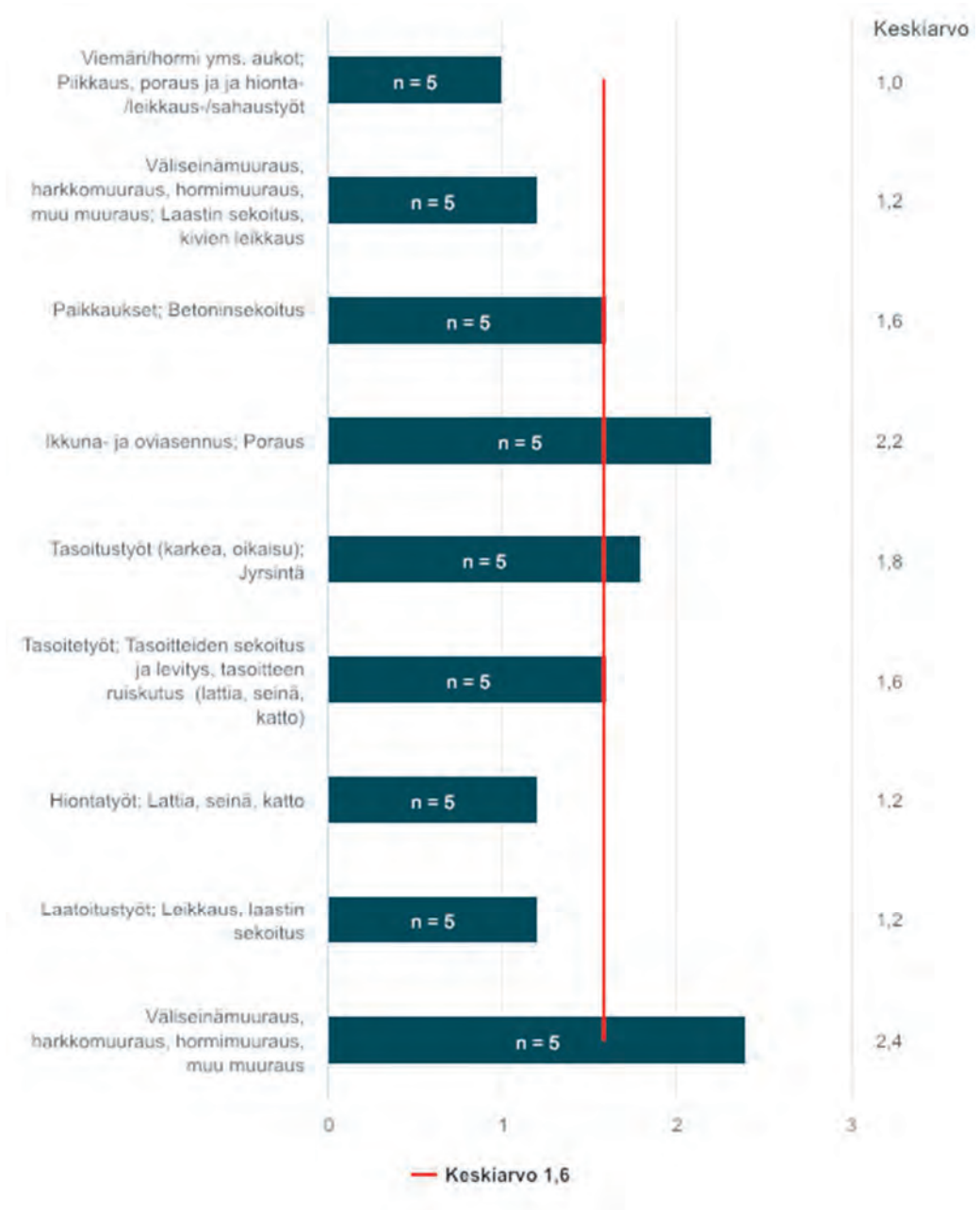
Vastaajien määrä: 0

Prioriteetti 1	Prioriteetti 2	Prioriteetti 3

9. 5. Sisätyövaihe

(1 = erittäin tärkeää selvittää 2 = tärkeää selvittää 3 = ei ole kovin oleellinen)

Vastaajien määrä: 5



	1	2	3	Keskiarvo	Mediaani
Viemäri/hormi yms. aukot; Piikkaus, poraus ja ja hionta-/leikkaus-/sahaustyöt	100%	0%	0%	1	1
Väliseinämuuraus, harkkomuuraus, hormimuuraus, muu muuraus; Laastin sekoitus, kivien leikkaus	80%	20%	0%	1,2	1
Paikkaukset; Betoninsekoitus (käsini)	40%	60%	0%	1,6	2
Ikkuna- ja oviasennus; Poraus	20%	40%	40%	2,2	2
Tasoitustyöt (karkea, oikaisu); Jyrsintä	20%	80%	0%	1,8	2
Tasoitetyöt; Tasoitteiden sekoitus ja levitys, tasoitteen ruiskutus (lattia, seinä, katto)	60%	20%	20%	1,6	1
Hiontatyöt; Lattia, seinä, katto	80%	20%	0%	1,2	1
Laatoitustyöt; Leikkaus, laastin sekoitus	80%	20%	0%	1,2	1
Väliseinämuuraus, harkkomuuraus, hormimuuraus, muu muuraus	20%	20%	60%	2,4	3

10. Muita tähän ryhmään kuuluvia työvaiheita/tehtäviä, joissa voidaan altistua kvartsille (voit kirjoittaa kenttiin useita).

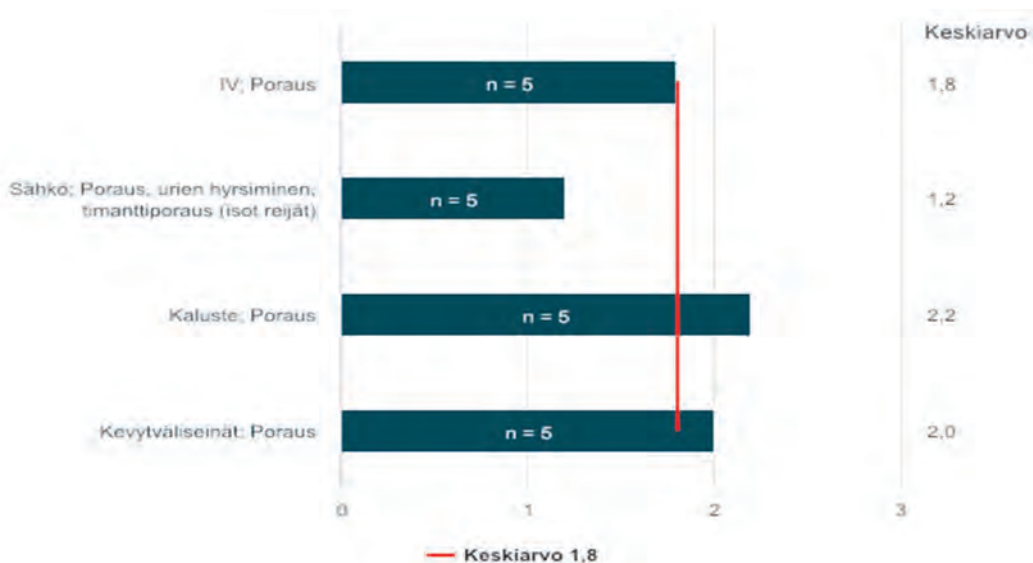
Vastaajien määrä: 1

Prioriteetti 1	Prioriteetti 2	Prioriteetti 3
Rakennussiivous		

11. 6. Asennukset

(1 = erittäin tärkeää selvittää 2 = tärkeää selvittää 3 = ei ole kovin oleellinen)

Vastaajien määrä: 5



	1	2	3	Keskiarvo	Mediaani
IV; Poraus	20%	80%	0%	1,8	2
Sähkö; Poraus, urien hirsiminen, timanttiporaus (isot reijät)	80%	20%	0%	1,2	1
Kaluste; Poraus	20%	40%	40%	2,2	2
Kevytväliseinät; Poraus	40%	20%	40%	2	2

12. Muita tähän ryhmään kuuluvia työvaiheita/tehtäviä, joissa voidaan altistua kvartsille (voit kirjoittaa kenttiin useita).

Vastaajien määrä: 0

Prioriteetti 1	Prioriteetti 2	Prioriteetti 3

13. 7. Katto

(1 = erittäin tärkeää selvittää 2 = tärkeää selvittää 3 = ei ole kovin oleellinen)

Vastaajien määrä: 5



	1	2	3	Keskiarvo	Mediaani
Tiilikattotyöt; Leikkaus	20%	20%	60%	2,4	3

14. Muita tähän ryhmään kuuluvia työvaiheita/tehtäviä, joissa voidaan altistua kvartsille (voit kirjoittaa kenttiin useita).

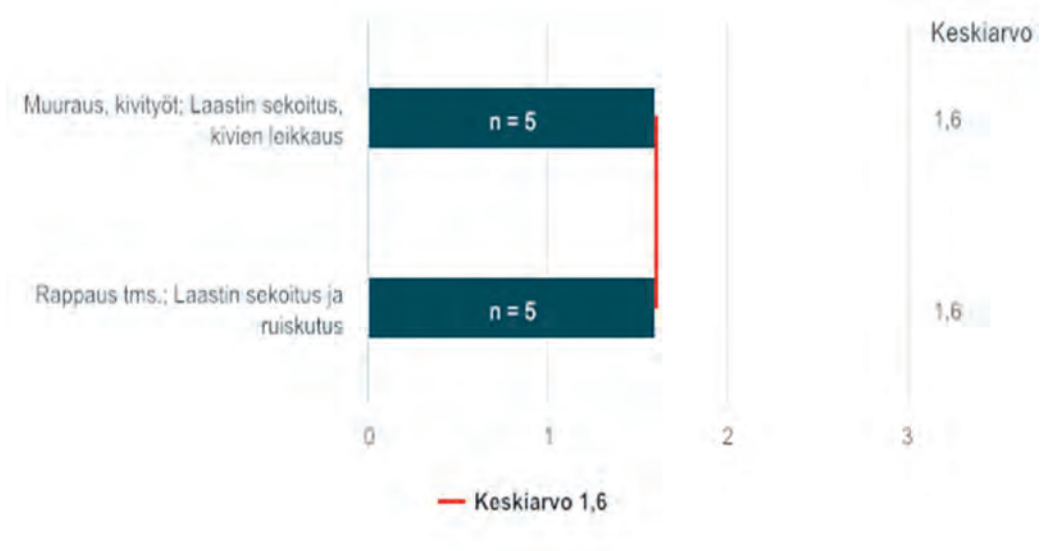
Vastaajien määrä: 0

Prioriteetti 1	Prioriteetti 2	Prioriteetti 3

15. 8. Julkisivu

(1 = erittäin tärkeää selvittää 2 = tärkeää selvittää 3 = ei ole kovin oleellinen)

Vastaajien määrä: 5



	1	2	3	Keskiarvo	Mediaani
Muuraus, kivityöt; Laastin sekoitus, kivien leikkaus	60%	20%	20%	1,6	1
Rappaus tms.; Laastin sekoitus ja ruiskutus	60%	20%	20%	1,6	1

16. Muita tähän ryhmään kuuluvia työvaiheita/tehtäviä, joissa voidaan altistua kvartsille (voit kirjoittaa kenttiin useita).

Vastaajien määrä: 0

Prioriteetti 1	Prioriteetti 2	Prioriteetti 3

17. 9. Rakennussiivous

(1 = erittäin tärkeää selvittää 2 = tärkeää selvittää 3 = ei ole kovin oleellinen)

Vastaajien määrä: 5



	1	2	3	Keskiarvo	Mediaani
Kiviainesta sisältävän materiaalin kokoaminen; Harjaus, lastatyöskentely	100%	0%	0%	1	1
Kiviainesta sisältävän materiaalin kokoaminen; Lapiointi	60%	40%	0%	1,4	1
Kiviainesta sisältävän materiaalin poistaminen; Siirto jäteastiaan	80%	20%	0%	1,2	1
Purkuputki; Siirto jäteastiaan	60%	20%	20%	1,6	1

Pölynpoisto; Imurointi (liikuteltava, keskus)	100%	0%	0%	1	1
-----------------------------------------------	------	----	----	---	---

18. Muita tähän ryhmään kuuluvia työvaiheita/tehtäviä, joissa voidaan altistua kvartsille (voit kirjoittaa kenttiin useita).

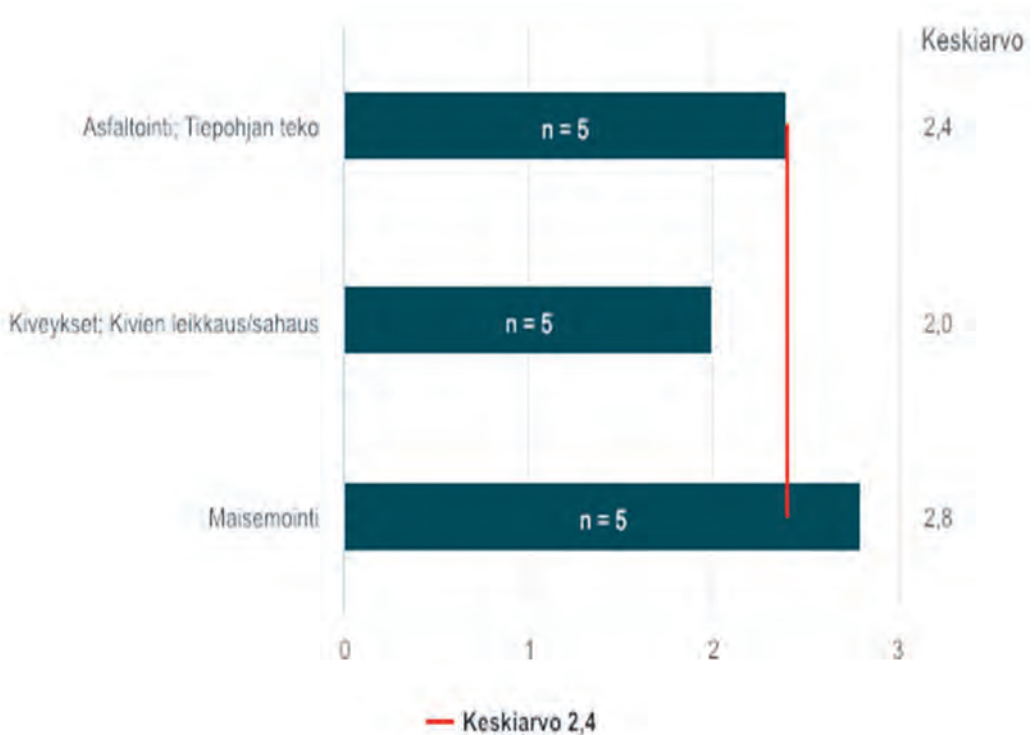
Vastaajien määrä: 0

Prioriteetti 1	Prioriteetti 2	Prioriteetti 3
----------------	----------------	----------------

19. 10. Pihatyöt

(1 = erittäin tärkeää selvittää 2 = tärkeää selvittää 3 = ei ole kovin oleellinen)

Vastaajien määrä: 5



	1	2	3	Keskiarvo	Mediaani
Asfaltointi; Tiepohjan teko	20%	20%	60%	2,4	3
Kiveykset; Kivien leikkaus/sahaus	20%	60%	20%	2	2
Maisemointi	0%	20%	80%	2,8	3

20. Muita tähän ryhmään kuuluvia työvaiheita/tehtäviä, joissa voidaan altistua kvartsille (voit kirjoittaa kenttiin useita).

Vastaajien määrä: 0

Prioriteetti 1	Prioriteetti 2	Prioriteetti 3

21. 11. Esimiestyö ym. yleisilman kautta altistuvat

(1 = erittäin tärkeää selvittää 2 = tärkeää selvittää 3 = ei ole kovin oleellinen)

Vastaajien määrä: 5



	1	2	3	Keskiarvo	Mediaani

Työnjohto, valvonta, suunnittelu ja tarkastus	40%	60%	0%	1,6	2
-----------------------------------------------	-----	-----	----	-----	---

22. Muita tähän ryhmään kuuluvia työvaiheita/tehtäviä, joissa voidaan altistua kvartsille (voit kirjoittaa kenttiin useita).

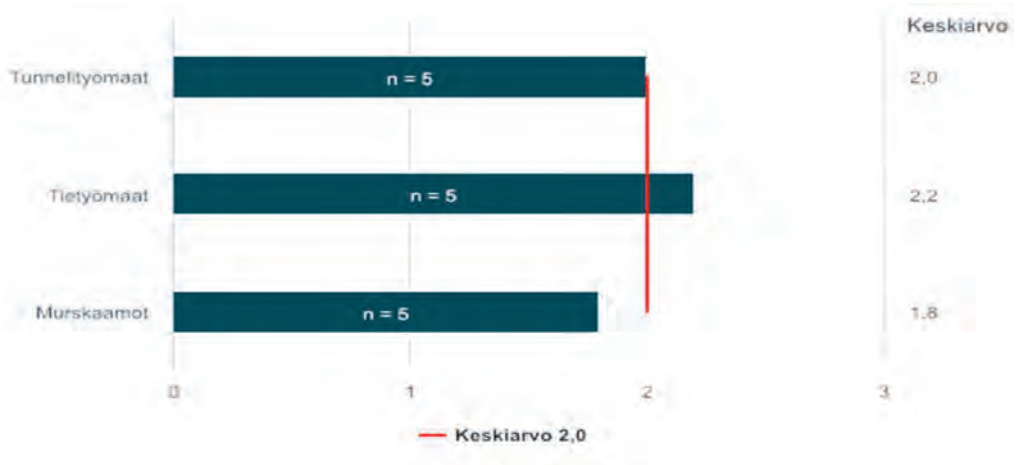
Vastaajien määrä: 0

Prioriteetti 1	Prioriteetti 2	Prioriteetti 3
-----------------------	-----------------------	-----------------------

23. 12. Infrarakentaminen

(1 = erittäin tärkeää selvittää 2 = tärkeää selvittää 3 = ei ole kovin oleellinen)

Vastaajien määrä: 5



	1	2	3	Keskiarvo	Mediaani
Tunnelityömaat	40%	20%	40%	2	2
Tietyömaat	20%	40%	40%	2,2	2
Murskaamot	40%	40%	20%	1,8	2

24. Muita tähän ryhmään kuuluvia työvaiheita/tehtäviä, joissa voidaan altistua kvartsille (voit kirjoittaa kenttiin useita).

Vastaajien määrä: 0

Prioriteetti 1	Prioriteetti 2	Prioriteetti 3
----------------	----------------	----------------

25. 13. Muita oleellisia kvartsialtistumiseen liittyviä työvaiheita/työtehtäviä, jotka eivät vielä tulleet esille kyselyssä?

Vastaajien määrä: 2

Vastaukset
kuivajääpuhallus
kuivalaastien sekoittaminen käyttövalmiiksi. Käsittäin ainakin lattiatasoiteet, kiinnityslaastit, seinätasoiteet

26. 14. Onko työmaillanne mitattu kvartsia? Missä työvaiheissa ja työtehtävissä?

Vastaajien määrä: 3

Vastaukset
ei
Ei ole.
ei ole mitattu

27. 15. Mitkä työvaiheet/työtehtävät haluaisitte mitattavan yrityksenne työmailla hankkeen aikana?

Vastaajien määrä: 3

Vastaukset
Mahdollisimman monta mitkä on tutkimuksen puitteissa mahdollista

Siivoustyö, esimiestyö ja poraus.

betoniseiniä piikkaus- ja hiontatyöt, rakennussiivous erityisesti, työnjohdon altistumisen. Muutkin kiinnostavat ja aliurakoituista pitää sopia erikseen urakoitsijoiden kanssa

28. 16. Yrityksen nimi

Vastaajien määrä: 4

Vastaukset
Talonrakennusteollisuus ry
Consti Korjausrakentaminen Oy
NCC Suomi Oy
Hartela Yhtiöt Oy

Liite 2. Mittauksiin valitut työtehtävät

Yleisaikataulu	Työvaiheet	Työtehtävät	Priorisointi
Vanhan rakennuksen purkaminen	sisäkalusteiden ja materiaalien poisto	Purkutyö	2,2
	Haitta-aineiden poisto	Purkutyö	2,2
	Rakennuksen purku	Purkutyö	1,8
	Lajittelu	Purkutyö	2,0
	Murskaus purkurobotilla**	Purkutyö	2,6
	Murskaus koneilla**	Purkutyö	2,8
	Pulverointi murskaustyömaalla**	Purkutyö	2,8
	Kuormaus ja poiskuljetus	Ajoneuvokuljettajat	3,0
Monttuvaihe	Louhinta	Räjäytys-, poraustyöt	2,4
	Tontin tasoittaminen ja petaaminen (paalutus, vahvistus tms.)	Maansiirto ja tasoitus, paalutus ja vahvistustyöt	2,2
	Kaivannot (+ viemärit, kaapelit, yms asennukset)	Maansiirto, putkien yms ohjaaminen	2,2
	Työmaatiet*	Kuljetus, tasoitus, päällystyö	1,6
	Perustukset (muotit ja niiden purku)		2,2
	Perustusten siistiminen, viimeistely	Piikkaus ja hiontatyöt	1,6
Runkotyövaihe	Elementtiasennus	Piikkaus, poraus ja hionta-/leikkaus-/sahaustyöt	1,4
	Erilaiset esioikaisutyöt?	Piikkaus, poraus ja hionta-/leikkaus-/sahaustyöt	1,2
	Betoniliiman poisto	Hionta	1,6
	Pintavalut		2,4
Vanhojen rakenteiden purku korjausrakentamisessa	Väliseinät	Piikkaus, poraus ja hionta-/leikkaus-/sahaustyöt	1,4
	Lattiarakenteet	Piikkaus, hionta	1,0
	Pinnoitteet	Hionta, piikkaus	1,4

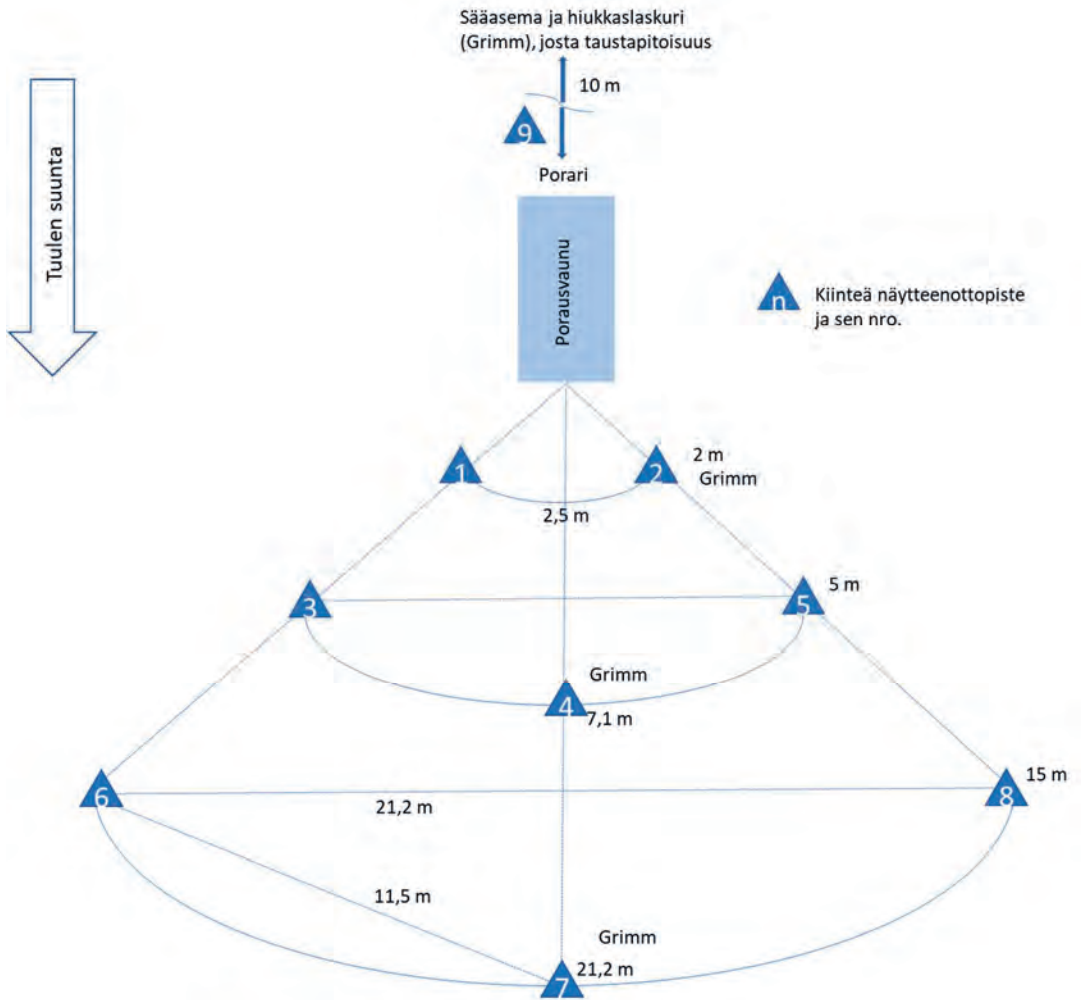
Yleisaikataulu	Työvaiheet	Työtehtävät	Priorisointi
	Välikattorakenteet	Välipohjien puhdistu hiomalla tai harjaamalla	1,6
	Rappauksen tai maalipinnan poisto	Hiekkapuhallus	1,4
	Rappauksen tai maalipinnan poisto	Kuivajääpuhallus	-
	Kattorakenteet, ikkunatyöt ym.	Purkutyö	2,2
Sisätyövaihe	Viemäri/hormi yms. aukot	Piikkaus, poraus ja hionta-/leikkaus-/sahaustyöt	1,0
	Väliseinämuuraus, harkkomuuraus, hormimuuraus, muu muuraus	Laastin sekoitus, kivien leikkaus	1,2
	Paikkaukset	Betoninsekoitus (käsin)	1,6
	Kuivalaastien sekoitus käyttövalmiiksi (lattiatasoitteet, kiinnityslaastit, seinätasoitteet)		-
	Ikkuna- ja oviaisuus	Poraus	2,2
	Tasoitustyöt (karkea, oikaisu)	Jyrsintä	1,8
	Tasoitetyöt	Tasoitteiden sekoitus ja levitys, tasoitteen ruiskutus (lattia, seinä, katto)	1,6
	Hiontatyöt	Lattia, seinä, katto	1,2
	Laatoitustyöt	Leikkaus, laastin sekoitus	1,2
	Väliseinämuuraus, harkkomuuraus, hormimuuraus, muu muuraus		2,4
Asennukset	IV	Poraus	1,8
	Sähkö	Poraus, urien hyrsiminen, timanttiporaus (isot reijät)	1,2
	Kaluste	Poraus	2,2
	Kevytväliseinät	Poraus	2,0
Katto	Tiilikattotyöt	Leikkaus	2,4
Julkisivu	Muuraus, kivityöt	Laastin sekoitus, kivien leikkaus	1,6

Yleisaikataulu	Työvaiheet	Työtehtävät	Priorisointi
	Rappaus tms.	Laastin sekoitus ja ruiskutus	1,6
Rakennussiivous	Kiviainesta sisältävän materiaalin kokoaminen	Harjaus, lastatyöskentely	1,0
	Kiviainesta sisältävän materiaalin kokoaminen	Lapiointi	1,4
	Kiviainesta sisältävän materiaalin poistaminen	Siirto jäteastiaan	1,2
	Purkuputki	Siirto jäteastiaan	1,6
	Pölynpoisto	Imurointi (liikuteltava, keskus)	1,0
Pihatyöt	Asfaltointi	Tiepohjan teko	2,4
	Kiveykset	Kivien leikkaus/sahaus	2,0
	Maisemointi		2,8
Esimiestyö ym. yleisilman kautta altistuvat	Työnjohto, valvonta, suunnittelu ja tarkastus		1,6
Infrarakentaminen	Tunnelityömaat		2,0
	Tietyömaat*		2,2
	Murskaamot**		1,8

Avovaustaukset

Korkea prioriteetti (1-2)

Liite 3. Koejärjestely Sandvik Mining Oy:n koekentällä tehdyissä mittauksissa



Liite 4. Työtehtäväkohtainen altistuminen eri tavoin toteutettuna

1. Rakennusten purku					
Työtehtävä ja ohjenumero	Toteutus/tojuntakeinot	Kvartsialtistuminen työpäivänä (mg/m ³)	ASA	Terveys tarkastus	
1.1 Perämies/lapiomies, rakennusten murskaus ja purku paikalla, ulkotyöt	Vettä ei käytetä tai sitä käytetään liian säästeliäästi. Ei hengityksensuojainta.	0,05 - 0,005	X	X	
	Vettä ei käytetä. Pölyävissä työvaiheissa FFP3-luokan hengityksensuojain.	0,005 - 0,002	X		
	Murskattavia rakenteita ja siirrettävää betonimurskaa ym. jätettä kastellaan murskatessa sekä ennen siirtoa tai lajittelua. Ei hengityksensuojainta.	alle 0,002			
1.2 Kaivinkonekuskki ym. ohjaamotyö	Vettä ei käytetä. Työkoneen Ikkunat auki, ilmastointi pois päältä tai suodatit tukossa, ei hengityksensuojainta.	0,025 - 0,005	X	X	
	Työkoneen ohjaamossa suodatettu tuloilma, ei hengityksensuojainta	0,001 - 0,004			
1.3 Murskainta käyttävä myllymies pulveroinnissa	Ei hengityksen suojainta, murskattava massa on kuivaa tai vajavaisesti kosteutettua.	yli 0,05	X	X	

	Ei hengityksen suojainta, murskattava massa on läpikostea.	0,02 - 0,01	X	
	Hengityksen suojain oltaessa alle viiden metrin etäisyydessä myllystä. Murskattava massa on läpikostea.	alle 0,002		

2. Monttuvaihe, maarakennustyöt ja pintarakennetyöt sekä infrarakentaminen

Työtehtävä	Toteutus/toijuntakeinot	Kvartsialtistuminen työpäivänä (mg/m ³)	ASA	Terveys tarkastus
2.1 Lapiomiehen, perämiehen, kiviasentajan ym. työkonoiden ohjaamojen ulkopuolella työskentelevien altistuminen maansiirtotyömailla	Kuivan hiekan tasoitus täyttämällä kivetystä varten, sekä kivien leikkaus ja saunaus ilman hengityksensuojainta.	0,01 - 0,05	X	X
	Kauhakuormaajan tuoman soran levittämän kuivan soran levitys ja tasoitus täyttämällä kuumana, tynnenä kesäpäivänä. Ei hengityksensuojainta.	0,01 - 0,03	X	X
	Kauhakuormaajan tuoman soran levittäminen, kastelu ja tasoitus täyttämällä. Ei hengityksensuojainta.	0,002 - 0,005		
	Maa-aineksen ja pölyn kastelu sekä lapiointi ja liikenteenohjaus. Ei hengityksensuojainta.	alle 0,005		
2.2 Panostajan ja lapiomiehen altistuminen räjäytystyömailla	Ei hengityksen suojainta, työskentelee panostusreikiä poraavan porausvaunun lähellä, tuulen alapuolella.	yli 0,05	X	X

		Käyttää hengityksensuojainta työskennellessään panostroukkeitä poraavan porausvaunun lähellä, tuulen alapuolella.	0,005 - 0,02	X	
4.9	Laattojen ja kiviointojen leikkaukset ym. kivityöt	Kiven toistuva mekaaninen leikkaaminen ilman vettä ulkona. Hengityksensuojainta ei käytössä.	0,02 - 0,1	X	X
		Ei ilmanvaihtoa tiloissa, laitekohtainen kohdepoisto. Kivialustan pitkäkestoinen tai toistuva sahaaminen, poraaminen ja/tai hionta sisätiloissa. Hengityksensuojain käytössä vain työstön aikana.	ylti 0,1 - 0,02	X	X
		Kivialustan märkäsahaaminen tai märkäporaaminen sisätiloissa käyttäen hengityksensuojainta. Ei ilmanvaihtoa.	0,005 - 0,02		
		Kivialustan märkäsahaaminen tai märkäporaaminen käyttäen hengityksensuojainta sisätiloissa. Kierrätävä, suodattava ilmanpuhdistin lähellä pölyn lähdeettä (virtaus 2000 m ³ /h)	alle 0,005		
2.3	Porausvaunun käyttö	Poraajan altistuminen railoporauksessa ilman ohjaamaa tai pölynerottimien sukitusta, kun vettä ei käytetä.	0,05 - ylti 0,1	X	X
		Vaunun lähiympäristössä työskentelevien (< 10 m) panostroukkeitä poraaminen ampuureikillä porattaessa ilman pölynerottimien sukitusta kuivaporauksessa.	0,01 - 0,07	X	X
		Poraajan altistuminen ampuureikillä porattaessa märkäporauksessa, ilman ohjaamaa.	0,02 - ylti 0,1	X	X

	Tuloilman suodatuksella varustetussa ohjaamossa työskentelevän poraajan altistuminen ikkunoiden ollessa kiinni.	alle 0,001 - 0,005		
	Vaunun lähiympäristössä työskentelevien (< 10 m) altistuminen ampureikia porattaessa pölynerottimien ollessa sukitettuna.	0,005 - 0,02	x	
	Vaunun lähiympäristössä työskentelevien (< 10 m) altistuminen ampureikia porattaessa märkäporaauksena, pölynerottimien ollessa sukitettuina.	alle 0,001 - 0,005		
2.4	Viherrakentaminen	0,01 - 0,05	x	x
	Kuivan hiekan tasoitus täryttämällä kivetystä varten, sekä kivien leikkaus kulmahiomakoneella ja saumaus ilman hengityksensuojainta.	0,002 - 0,02	x	
	Kosteaan hiekan tasoitus täryttämällä kivetystä varten, sekä betoni-laattojen leikkaus leikkurilla ja saumaus ilman hengityksensuojainta.	0,005 - 0,02	x	
	Kivetyks: pohjatytöt sekä betoni-laattojen, ruuhokivien ja nurmikivien asennus. Leikkaukseen käytettiin leikkuria, tasoitukseen työnnettävää maantiivistäjää (tärylätkeä). Pussitettu saumahiekka levitettiin lapiolla ja lastalla sekä viimeisteltiin täryttämällä. Ei hengityssuojainta.	0,003 - 0,03	x	x
	Kivetyksen saumaus, betoniseinäkkeiden tuenta ja valu itse sekoitetulla betonilla. Betonin sekoitus maassa tai kottikärryssä lapion avulla, lisäämällä vettä käsin. Saumauksiin käytetyn pussitetun, hiekan levitys lapiolla ja			

	lastalla. Saunauksen viimeistely tärylätäkällä. Ei hengityksensuojainta.			
	Kauhakuormaajan tuoman ja levittämän kuivan soran levitys ja tasoitus täryttämällä kuumana, tynnenä kesäpäivänä. Ei hengityksensuojainta.	0,01 - 0,03	X	X
	Kauhakuormaajan tuoman soran levittämisen, kastelu ja tasoitus täryttämällä. Ei hengityksensuojainta.	0,002 - 0,005		
2.5 Asfaltitöt	Kauhakuormaajan tuoman ja levittämän kuivan soran levitys ja tasoitus täryttämällä kuumana, tynnenä kesäpäivänä. Ei hengityksensuojainta.	0,01 - 0,03	X	X
	Kauhakuormaajan tuoman soran levittämisen, kastelu ja tasoitus täryttämällä. Ei hengityksensuojainta.	0,002 - 0,005		
	Asfatin jyrsintä jyrsimellä, kuski. Koneessa ei ohjaamoita työskentelyn aikana ohjaamon ikkuna auki.	0,005 - 0,015	X	
	Asfatin jyrsintä jyrsimellä, jalkamies. Ei hengityksensuojainta.	0,005 - 0,025	X	X
	Vanhan betonipinnon piikkaus siltatyömaalla. Yleisilman pitoisuus puhattavaa hengityksensuojainta käytettävään piikkaajan lähetyvillä.	0,02 - 0,05	X	
	Maa-aineksen ja pölyn kastelu sekä lapiointi ja liikenteenohjaus. Ei hengityksensuojainta.	alle 0,005		

	Ilmastoidussa ohjaamossa työskentelevät jyrsijän, tiejiyrän, kaivinkoneen, kauhakuormaajaan ym. kuskit.	alle 0,005		
2.6 Raideseppelin levitys ja raiteentuenta	Raideseppelin lastauksen aikana asentajat junan ulkopuolella tarkistavat mm. että vaunujen luukut ovat kiinni ja junan liikkussa seppelin levityksen aikana varmistavat että sepelöinti sujuu hyvin. Raiteentuentajunan asentajat tarkistavat että tuenta sujuu hyvin ja tarvittaessa säätävät harjakkonetta. Ei hengityksensuojaimia. Ei raideseppelin kostutusta. Hengityksensuojaimet FFP3 pölyisissä työvaiheissa	0,0037 - 0,037		
		alle 0,005		

3 Runkotyövaihe

Työtehtävä	Toteutus/torjuntakeinot	Kvartsialtistuminen työpäivänä (mg/m ³)	ASA	Terveystarkastus
3.1 Elementtien asennus	Reikien porausta parvekkeiden elementtitukia varten holvin alapuolella ilman konekohtaista poistoa tai hengityksensuojainta. Tarvittaessa satunnaista raudoitusten läpimenojen piikkausta käsikäyttöisellä piikkausvasaralla. Piikkausvasarassa on konekohtainen poisto. Ei hengityksensuojainta.	0,005 - 0,02	x	
	Elementtiasennuksen apuötöitä, kuten muottien rakentamista ja kiinnitystä korjaavia valuja varten. Vaneri- ja puuosien kiinnittämistä betoniseinään ja alustaan	0,005 - 0,02	x	

	poraamalla. Ei konekohtaista poistoa eikä hengityksensuojainta.		
	Laastin sekoitus ulkona sekä väliseinäelementtien asennusta. Ei hengityksensuojainta.	alle 0,001 - 0,005	
	Raudoitus töitä holvilla.	alle 0,001 - 0,005	
	Reikien poraus elementteittukia (tönäreitä) varten holvilla. Ei konekohtaista poistoa tai hengityksensuojainta.	alle 0,001 - 0,005	

4 Sisätyövaihe, uudis- ja korjausrakentaminen

Työtehtävä	Toteutus/torjuntakeinot	Kvartsialtistuminen työpäivänä (mg/m ³)	ASA	Terveys tarkastus
4.1 Esimiestyö	Ei hengityksen suojainta sisätiloissa pölyisissäkään osastoissa, ei ilmanvaihtoa.	0,005 - 0,01	x	
	Hengityksen suojain tarvittaessa sisätiloissa, ei ilmanvaihtoa.	0,002 - 0,004		
4.2 Rakennussivous	Ei hengityksen suojainta, ei ilmanvaihtoa, alipaineistusta tai huoneistokohtaista ilmanpuhdistinta tiloissa. Kuivaharjausta harjalla tai lastalla. Imurointia HEPA-imurilla.	yli 0,05	x	x
	Ei hengityksen suojainta, ei ilmanvaihtoa, alipaineistusta tai huoneistokohtaista ilmanpuhdistinta tiloissa.	0,002 - 0,005		

	Isojen roskien poistoa lastalla ja imurointia HEPA-imurilla. Imurissa pölypusi.			
	Hengityksen suojain käytettäessä lastaa ja silloin, kun ympäröivissä tiloissa tehdään yleisilman pitoisuuksia nostavia töitä. Ei ilmanvaihtoa, alipaineistusta tai huoneistokohtaista ilmanpuhdistinta tiloissa. Isojen roskien poistoa lastalla ja imurointia HEPA-imurilla. Imurissa pölypusi.	alle 0,002		
4.3 Betonilattioiden hionta	Ei kohdepoistoa laitteessa, ei hengityksen suojainta, ei alipaineistusta tai huoneistokohtaista ilmanpuhdistinta tiloissa.	yli 0,1	X	X
	Kohdepoisto laitteessa, puhaltava hengityksensuojain käytössä vain hionnan aikana, ei alipaineistusta tai huoneistokohtaista ilmanpuhdistinta tiloissa.	0,02 - 0,05	X	X
	Kohdepoisto laitteessa, puhaltava hengityksensuojain hionnan aikana, alipaineistus tai vastaavan tehon omaava huoneistokohtainen ilmanpuhdistin tiloissa.	0,002 - 0,02	X	X
	Kohdepoisto laitteessa, puhaltava hengityksensuojain aina tiloissa oleskeltaessa, alipaineistus tai vastaavan tehon omaava huoneistokohtainen ilmanpuhdistin tiloissa.	alle 0,002		
4.4 Ontelolaattojen poraus (kuivaus)	Ei hengityksen suojainta, ei ilmanvaihtoa, alipaineistusta tai huoneistokohtaista ilmanpuhdistinta tiloissa, ei konekohtaista poistoa.	yli 0,1 - 0,05	X	X

	Puhaltava hengityksen suojain porattaessa, konekohtainen HEPA-imuriin liitetty poisto porassa, ei alipaineistusta tai esim. vastaavan tehon omaava huoneistokohtaista ilmanpuhdistinta tiloissa.	0,01 - 0,05	X	X
	Puhaltava hengityksensuojain aina tiloissa oleskeltaessa, alipaineistus tai vastaavan tehon omaava huoneistokohtainen ilmanpuhdistin tiloissa, konekohtainen HEPA-imuriin liitetty poisto porassa.	alle 0,002		
4.5 Poraukset betoniin, kiveen tai tiileen sisätiloissa	Ei ilmanvaihtoa tiloissa, laitekohtainen kohdepoisto. - Jatkuva reikien iskuporaus käyttäen vain porattaessa hengityksensuojainta - Kuivaporaus timanttiterällä käyttäen vain porattaessa hengityksensuojainta	0,01 - 0,05	X	X
	Ei ilmanvaihtoa tiloissa, laitekohtainen kohdepoisto. - Märkäporaus timanttiterällä ilman hengityksensuojainta - Muutaman yksittäisen halkaisijaltaan alle 20 mm reikien iskuporaus ilman hengityksensuojainta.	0,005 - 0,01	X	
	Ei ilmanvaihtoa tiloissa. - Yksittäisten halkaisijaltaan alle 20 mm reikien iskuporaus käyttäen porattaessa käyttäen hengityksensuojainta. - Jatkuva reikien iskuporaus käyttäen aina osastolla työskennellessä puhaltavaa hengityksensuojainta - Kuivaporaus timanttiterällä käyttäen aina osastolla oleskeltaessa puhaltavaa hengityksensuojainta	alle 0,005		

4.6 Laastien sekoituspiste sisätiloissa	Ei hengityksen suojainta, ei ilmanvaihtoa, alipaineistusta tai huoneistokohtaista ilmanpuhdistinta tiloissa, ei kohdepoistoa sekoituspisteessä.	0,005 - 0,02	x	
4.7 Tiili- ja harkkorumaus	Kierrätävä, kauluksella varustettu M tai HEPA H13 -luokan suodattimella varustettu kierrätävä ilmanpuhdistin (n. 1000 m ³ /h) sekoituspisteessä.	alle 0,002		
4.8 Sisäseinien ja välkkattojen tasoitus	Laastia sekoitetaan kaukalossa, jossa ilmanpuhdistin. Tiiliä leikataan tiilivasaralla.	0,005 - 0,02	x	
4.9 Laattojen ja kiviointojen leikkaukset ym. kivityöt	Laastia sekoitetaan kaukalossa, jossa ilmanpuhdistin. Tiiliä leikataan tiilivasaralla.	alle 0,002		
	Ei hengityksen suojainta, ei ilmanvaihtoa, alipaineistusta tai huoneistokohtaista ilmanpuhdistinta tiloissa.	alle 0,025 - 0,05	x	x
	Ei hengityksen suojainta, alipaineistus tai vastaavan tehon omaava huoneistokohtainen ilmanpuhdistin tiloissa.	alle 0,002-0,005		
	Puhaltava hengityksensuojain aina tiloissa oleskeltaessa, alipaineistus tai vastaavan tehon omaava huoneistokohtainen ilmanpuhdistin tiloissa.	alle 0,002		
	Kiven toistuva mekaaninen leikkaaminen ilman vettä ulkona. Hengityksensuojainta ei käytössä.	0,02 - 0,1	x	x
	Ei ilmanvaihtoa tiloissa, laitekohtainen kohdepoisto. Kivialustan pitkäkestoinen tai toistuva sahaaminen, poraaminen ja/tai hionta sisätiloissa. Hengityksensuojain käytössä vain työstön aikana.	yli 0,1 - 0,02	x	x

	Kivialustan märkäsahaaminen tai märkäporaaminen sisätiloissa käyttäen hengityksensuojainta. Ei ilmanvaihtoa.	0,005 - 0,02	X	
	Kivialustan märkäsahaaminen tai märkäporaaminen käyttäen hengityksensuojainta sisätiloissa. Kierrätävä, suodattava ilmanpuhdistin lähellä pölyn lähdeä (virtaus 2000 m ³ /h)	alle 0,005		
4.10 Seinien ja lattioiden roliotus (urajyrsintä ja piikkaus) putkille ja sähköjohtoilille	Ei ilmanvaihtoa tiloissa. Konekohtainen HEPA-suodatuksella varustettu poisto. Ei hengityksen-suojainta.	0,05 - 0,1	X	X
	Ei ilmanvaihtoa tiloissa. Konekohtainen HEPA-suodatuksella varustettu poisto. Puhaltava hengityksensuojain käytössä vain piikkauksen ja/tai jyrsinnän aikana.	0,005 - 0,02	X	
	Ei ilmanvaihtoa tiloissa. Konekohtainen HEPA-suodatuksella varustettu poisto. Puhaltava hengityksensuojain käytössä piikkauksen, leikkauksen ja/tai jyrsinnän aikana sekä aina tiloissa oleskeltaessa.	alle 0,005		
4.11 Tasotus ja paikkaus sisätiloissa	Kylpyhuoneen lattian ja seinäpintojen hionta timanttilaikalalla varustetulla hiontakoneella sekä kulumien viimeistelyä piikkausporalla, jossa petkele. Hiontakoneessa konekohtainen poisto, piikkausporan petkeleen lähellä imurin letku. Lisäksi laastin sekoitusta ja pintojen suoristamista laastilla. Pölyväisissä työvaiheissa P3-luokan puhaltava hengityksensuojain. Tiloissa yksi alipaineistaja (1500 l/min).	0,02 - 0,04	X	X

	Maalin ja tasoitteen poistoa keittön tasojen takaseiniltä (betonipohja) kulmahiontakoneella ja dremerillä. Ei ilmanvaihtoa tai konekohtaista poistoa, kenttäkäyttöinen FFP2 luokan hengityksensuojain pölyväisissä työvaiheissa.	0,003 - 0,02	X	
	Betonipintojen tasoitusta kulmahiontakoneella, jossa timanttilaikka sekä satunnaista piikkausta käsiipiikkauskoneella. FFP3-luokan hengityksensuojain hiohtaessa ja piikatessa, ei konekohtaista poistoa. Lisäksi kipsilaastin sekoitusta ja levitystä. Sekoituspisteessä ei alipaineistusta, ei ilmanvaihtoa tiloissa.	0,005 - 0,02	X	
	Kipsilaastin sekoittamista ja kolojen täyttämistä tasoitteella seinissä ja katoissa. Ei hengityksensuojainta. Sekoituspisteessä ei alipaineistusta, ei ilmanvaihtoa tiloissa.	0,006 - 0,02	X	
	Katon ja seinien viimeistely tasoitteita varten: hiontaa hiontakoneella ja kulmien viimeistelyä piikkausporalla, jossa petkele. Hiontakoneessa konekohtainen poisto, piikkausporassa ei. Tiloissa ei ilmanvaihtoa. Osastolla oleskeltaessa käytettiin P3-luokan puhaltavaa hengityksensuojainta.	alle 0,005		
4.12 Laatoitus	Sekoituspisteessä ei ole kaulukseen liitettyä ilmanpuhdistinta, laattoja leikataan ja muotoillaan pääsääntöisesti kulmahiontakoneella. Hengityksensuojainta ei käytetä, eikä tiloissa ole ilmanvaihtoa.	0,070 - 0,11	X	X

		<p>Sekoituspiisteessä ei ole kaulukseen liitettyä ilmanpuhdistinta. Laattoja leikataan pääsääntöisesti laattaleikkurilla ja muotoillaan tarvittaessa kulumahiontakoneella. Läpiviennit tehdään timanttiporalla. Hengityksensuojainta ei käytetä, eikä tiloissa ole ilmanvaihtoa.</p>	0,01 - 0,04	X	X
	4.13 Timanttiporaus sisätiloissa	<p>Sekoituspiisteessä on kaulukseen liitetty ilmanpuhdistin. Laattoja leikataan pääsääntöisesti laattaleikkurilla ja muotoillaan tarvittaessa kulumahiontakoneella. Läpiviennit tehdään timanttiporalla. FFP3-luokan hengityksensuojainta käytössä kulumahiontakonetta ja timanttiporaa käytettäessä. Tiloissa ei ole ilmanvaihtoa.</p>	alle 0,005		
		<p>Ei ilmanvaihtoa tiloissa, laitekohtainen kohdepoisto. Kuivaporaus timanttiterällä ja hengityksensuojain käytössä vain porauksen aikana.</p>	0,01 - 0,05	X	X
		<p>Ei ilmanvaihtoa tiloissa. Märkäporausta ilman konekohtaista lietteenkeräystä tai hengityksensuojainta. Vesi imuroidaan pois porauksen aikana sekä sen jälkeen irrallisella vesi-imurin letkulla. Ankkuria varten porattiin 10 mm reikiä kuivaporausena.</p>	0,03 - 0,06	X	X
		<p>Ei ilmanvaihtoa tiloissa, laitekohtainen kohdepoisto. Märkäporausta timanttiterällä ilman hengityksensuojainta</p>	0,005 - 0,01	X	
		<p>Ei ilmanvaihtoa tiloissa.</p>	alle 0,005		
		<p>Märkäporausta timanttiterällä (FFP3-luokan hengityksensuojain) tai kuivaporaus timanttiterällä</p>			

	käyttäen aina osastolla oleskeltaessa puhaltavaa hengityksensuojainta.		
5 Rakenteiden purku korjausrakentamisessa			
Työtehtävä	Toteutus/torjuntakeinot	Kvartsialtistuminen työpäivänä (mg/m ³)	ASA Terveys tarkastus
5.1 Väliseinien ja välkkattojen piikkaus	Ei hengityksen suojainta, ei ilmanvaihtoa tai alipaineistusta. Hengityksensuojain piikattaessa, osastointi ja alipaineistus. Puhaltava hengityksensuojain aina tiloissa oleskeltaessa, osastointi ja alipaineistus	yli 0,1 yli 0,05 alle 0,002	x x x
5.2 Kalusteiden ja materiaalien poisto	Laattojen irrotus piikkausvasaralla ja pohjan hionta. Kertakäyttöinen hengityksensuojain pölyväisissä työvaiheissa. Osastointi, mutta ei alipaineistusta tai yleisilmanvaihtoa. Käsitteissä laitteissa laitekohtainen kohdepoisto.	0,02 - 0,1	x x
	Ei yleisilmanvaihtoa tai osastointia, ei hengityksensuojainta. Keittiökaluusteiden purku ja toimitus jätelavalle.	alle 0,002	
	Ei yleisilmanvaihtoa tai osastointia, ei hengityksensuojainta. Pintamateriaalien purku ja toimitus jätelavalle, muovimatto, laminaatti, lastulevy yms. materiaalit.	alle 0,002	

	Ei yleisilmanvaihtoa tai osastointia, ei hengityksensuojainta. Muovimaton irrrottaminen muovimatonpoistokoneella betonipohjasta.	alle 0,002		
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------	--	--

6 Julkisivutyöt

Työtentävä	Toteutus/tojuntakeinot	Kvartsialtistuminen työpäivänä (mg/m ³)	ASA	Terveys tarkastus
6.1 Hiekkapuhaltaja	Julkisivu huputettu, hiekkapuhalluskypäriä paineilmalla käytössä vain hiekkapuhallettaessa. Vettä sumutettiin hiekan joukkoon vesipuhallussuuttimella.	0,07 - 0,80	x	x
	Julkisivu huputettu, suojauksessa aukkoja, tuote kostea, puhaltava hengityksensuojain käytössä aina suojapiteen alla ollessa.	alle 0,0015		
6.2 Hiekkapuhaltajan avustaja	Ei hengityksensuojainta	0,08 - 0,20	x	x
	Puhaltava hengityksensuojain käytössä aina suojapiteen alla ollessa.	alle 0,0015		
6.3 Julkisivusaumauksen uusiminen	Julkisivussa ei ole suojapitettä. Vanhan tiivisteiden poisto ja tartuntapintojen puhdistus tehdään samalla kertaa ylhäältä alaspäin edeten. Hengityksensuojainta ei ole käytössä.	0,05 - yli 0,1	x	x
	Julkisivu on huputettu. Vanhan tiivisteiden poisto ja tartuntapintojen puhdistus tehdään samalla kertaa. Hengityksensuojainta käytetään saunaa poistettaessa ja	0,005 - 0,02	x	

	tartuntapintoja puhdistettaessa. Vastaavaa työtä tekemässä on kaksi työntekijää.		
	Julkisivussa ei ole suojapeitettä. Vanhan tiivisteiden poisto ja tartuntapintojen puhdistus tehdään erikseen. Jälkimmäisessä vaiheessa käytetään puhaltavaa hengityksensuojainta.	0,005 - 0,01	x
	Julkisivussa ei ole suojapeitettä. Vanhan tiivisteiden poisto ja tartuntapintojen puhdistus tehdään erikseen. Molemmissa aiheissa käytetään puhaltavaa hengityksensuojainta.	alle 0,005	
6.4 Timanttisahaaja	Julkisivu huputettu. Elementtien märkäsaaminen käsin jätelavalle siirrettäväksi lohkoiksi. Ei hengityksensuojainta.	0,05 - yli 1	x
	Julkisivu huputettu. Elementtien märkäsaaminen käsin jätelavalle siirrettäväksi lohkoiksi. Puhaltava hengityksensuojain käytössä aina suojapeitteen sisällä ollessa.	alle 0,0015	
6.5 Kuivajääpuhaltaja	Julkisivu huputettu. Välitilan takaisen elementin puhdistus mineraalivillasta kuivajääpuhaltamalla. Puhaltava hengityksensuojain käytössä hiekkapuhalluksen ajan.	0,005 - 0,020	x

Liite 5. Työtehtäväkohtaiset ohjeet ja yleisohjeet kvartsipölyn hallintaan rakennustyömailla

Sisällysluettelo

1. Rakennusten purku

- 1.1. Rakennusten purku koneilla ja ulkotyöt
- 1.2. Työkoneiden ja ajoneuvojen ohjaamotyö
- 1.3. Pulverointi ja murskaus työmaalla

2. Monttuvaihe, maarakennustyöt ja pintarakennetyöt sekä infrarakentaminen

- 2.1. Maansiirto ja tasoitus sekä kivetyt
- 2.2. Räjätystyöt (muut kuin poraajat ja kuskit)
- 2.3. Timanttisahaus sekä muut betoni ja kivipintojen leikkaukset
- 2.4. Porausvaunun käyttö
- 2.5. Viherrakentaminen
- 2.6. Asfalttityöt
- 2.7. Raidesepelin levitys ja raiteentuenta

3. Runkotyövaihe

- 3.1. Elementtien asennus

4. Sisätyövaihe, uudis- ja korjausrakentaminen

- 4.1. Esimiestyö
- 4.2. Rakennussiivous
- 4.3. Betonilattioiden hionta
- 4.4. Ontelolaattojen poraus (kuivaus)
- 4.5. Poraukset betoniin, kiveen tai tiileen sisätöissä
- 4.6. Laastien sekoituspiste sisätöissä
- 4.7. Tiili- ja harkkomuoraus
- 4.8. Väliseinien ja välikattojen tasoitus
- 4.9. Timanttisahaus sekä muut betoni ja kivipintojen leikkaukset
- 4.10. Seinien ja lattioiden roilotus (urajyrsintä ja piikkaus) putkille ja sähköjohdoille
- 4.11. Tasoitus ja paikkaus sisätöissä
- 4.12. Laatoitus
- 4.13. Timanttiporaus sisätiloissa

5. Rakenteiden purku korjausrakentamisessa

- 5.1. Väliseinien ja välikattojen piikkaus
- 5.2. Kalusteiden ja pintamateriaalien poisto

6. Julkisivutyöt

- 6.1. Hiekkapuhallus
- 6.2. Julkisivusaumauksen uusiminen

7. Yleisohjeet

- 7.1. Kvartsi- ja pölyaltistuksen määrittäminen

- 7.2. Hengityssuojaimet kvartsipölylle
- 7.3. Kvartsipölyn torjunta rakennustyömailla
- 7.4. Rakennuspölynimurit ja kohdepoistoimurit kvartsipölylle

1. Rakennusten purku

1.1 RAKENNUSTEN PURKU KONEILLA JA ULKOTYÖT

KONEKUSKIN PERÄMIEHEN (LAPIOMIEHEN) ALTISTUMISEN TASOJA		
Työtapa, ilmanvaihto ja hengityssuojainten käyttö	Kvartsialtistuminen työpäivänä (mg/m ³)	Alveolijakeiselle pölylle altistuminen työpäivänä (mg/m ³)
Vettä ei käytetä tai sitä käytetään liian säästeliäästi. Ei hengityksensuojainta.	0,005 - 0,05	1 - 0,1
Murskattavia rakenteita ja siirrettävää betonimurskaa ym. jätettä kastellaan murskattaessa sekä ennen siirtoa tai lajittelua. Ei hengityksensuojainta.	alle 0,002	alle 0,1

Kvartsialtistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m ₃)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,005	Alle 10 %	Vähäistä
0,005-0,02	10-40 %	Kohtalaista
0,02-0,05	40-100 %	Merkittävää
0,05-0,1	Yli 100 %	Liiallista
Yli 0,1	Yli 200 %	Ylittää lakisääteisen raja-arvon

Sementtipölyn luokittelu

Altistuminen (mg/m ₃)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,1	Alle 10 %	Vähäistä
0,1-0,5	10-50 %	Kohtalaista
0,5-1	40-100 %	Merkittävää
Yli 1	Yli 100 %	Liiallista

Alveolijakeisen kvartsin haitalliseksi tunnettu pitoisuus (HTP-arvo): 0,05 mg/m³

Alveolijakeisen kvartsin sitova raja-arvo: 0,1 mg/m³

Alveolijakeisen sementtipölyn HTP-arvo: 1 mg/m³

OHJEISTUS (konekuski ja konekuskin perämies)

- ✓ Murskattavia rakenteita kastellaan murskauksen aikana ja sen jälkeen.
- ✓ Siirrettäviä tai lajiteltavia massoja kastellaan ennen niiden siirtoa pölyämisen välttämiseksi. Jos vettä ei käytetä tai sitä käytetään vain säästeliäästi, on työmaalla murskauksen ja siirtotöiden aikana käytettävä vähintään FFP3-luokan hengityksensuojainta.
- ✓ Kaivinkoneissa, pyörökuormaajissa ym. työkoneissa tulee olla tuloilman suodatuksella varustettu ohjaamo, jonka ikkunoita pidetään kiinni koko työpäivän ajan. Tuloilman pääsuodattimena käytetään HEPA H13 -luokan suodattimia, jolloin hytissä ollessa ei ole tarvetta henkilökohtaisille hengityksensuojaimille (kts. myös erillinen ohje työmaakoneiden ohjaamoista).
- ✓ Talvipakkasilla, tai jos vettä ei voida muista syistä käyttää, rytmitetään työt niin, että perämies ei työskentele koneen lähiympäristössä, tuulen alapuolella murskauksen ja pölyävän rakennusjätteen siirron aikana.



Huomioitavaa

- Työkoneiden ilmanvaihtojärjestelmän toimivuutta seurataan aina konetta käytettäessä. Suodattimien kunto tulee tarkastaa viikottain.
- Ohjaamon tuloilman mahdollinen esisuodatin ja pääsuodatin vaihdetaan tuloilmavirtauksen laskiessa. Jos laite ei varoita tuloilman virtauksen laskusta tai suodattimen vastuksen kasvusta, tulee sopiva vaihtoväli kirjata pölynhallintasuunnitelmaan. Viimeistään huollossa suodattimet yleensä vaihdetaan, mutta se ei usein ole riittävän usein.
- Hengityksensuojaimen tulee istua tiiviisti kasvoille. Parta vähentää suojaimen tehoa.

1.2 TYÖKONEIDEN JA AJONEUVOJEN OHJAAMOTYÖ

ALTISTUMISEN TASOJA		
Työtapa, ilmanvaihto ja hengityssuojainten käyttö	Kvartsialtistuminen työpäivänä (mg/m ³)	Alveolijakeiselle pölylle altistuminen työpäivänä (mg/m ³)
Työkoneen ikkunat auki, ilmastointi pois päältä tai suodatin tukossa, ei hengityksensuojainta.	0,025 – 0,005	1 - 0,1
Työkoneen ohjaamossa suodatettu tuloilma, ei hengityksensuojainta.	0,001 - 0,004	0,034 - 0,1

Kvartsialtistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,005	Alle 10 %	Vähäistä
0,005-0,02	10-40 %	Kohtalaista
0,02-0,05	40-100 %	Merkittävää
0,05-0,1	Yli 100 %	Liiallista
Yli 0,1	Yli 200 %	Ylittää lakisääteisen raja-arvon

Sementtipölyn luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,1	Alle 10 %	Vähäistä
0,1-0,5	10-50 %	Kohtalaista
0,5-1	40-100 %	Merkittävää
Yli 1	Yli 100 %	Liiallista

Alveolijakeisen kvartsin haitalliseksi tunnettu pitoisuus (HTP-arvo): 0,05 mg/m³

Alveolijakeisen kvartsin sitova raja-arvo: 0,1 mg/m³

Alveolijakeisen sementtipölyn HTP-arvo: 1 mg/m³

OHJEISTUS

- ✓ Ohjaamon ikkunat pidetään kiinni työpäivän ajan
- ✓ Ohjaamon ilmanvaihdon toimintaa ja mahdollisia hälytyksiä seurataan konetta käytettäessä
- ✓ Tuloilmasuodattimen kunto ja kiinnitys tarkistetaan viikoittain.
- ✓ Käytetään pölynsuodatukseen HEPA H13-luokan suodattimia (EN 15695-2:2017).
- ✓ Ohjaamo pidetään siistinä. Istuinten verhoilun on hyvä olla pyyhittävä.
- ✓ Puhdista työvaatteet irtopölystä mahdollisuuksien mukaan ja kopista jalkineet ennen ohjaamoon nousemista. Tämä vähentää myös ohjaamon puhdistuksen tarvetta.



Huomioitavaa

- Ohjaamon tuloilmasuodatin ja mahdollinen esisuodatin vaihdetaan tuloilmavirtauksen laskiessa laitteen varoittaessa tai mikäli varoitusta ei ole vaihtoväli kirjataan pölynhallintasuunnitelmaan. Koneen huolto-ohjelman mukainen suodattimien vaihtoväli ei ole aina riittävä.
- ✓ Ohjaamossa tulee olla ylipaine. Ylipaineen on oltava vähintään 20 Pa, jos ohjaamossa on suodattimen tukkeutumisesta varoitettava toiminto, muutoin 50 Pa (EN 15695-2:2017).

1.3 PULVEROINTI JA MURSKAUS TYÖMAALLA

MYLLYMIEHEN JA MURSKAUKSEN APUMIEHEN ALTISTUMISEN TASOJA		
Työtapa, ilmanvaihto ja hengityssuojainten käyttö (mg/m ³)	Kvartsialtistuminen työpäivänä kvartsille (mg/m ³)	Alveolijakeiselle pölylle altistuminen työpäivänä (mg/m ³)
Ei hengityksen suojainta, murskattava massa on kuivaa tai vajavaisesti kosteutettua.	yli 0,05	yli 1
Ei hengityksen suojainta, murskattava massa on läpikosteaa.	0,01 - 0,02	0,5 - 0,1
Hengityksen suojain oltaessa alle viiden metrin etäisyydessä myllystä. Murskattava massa on läpikosteaa.	alle 0,002	alle 0,1

Kvartsialtistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m ₃)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,005	Alle 10 %	Vähäistä
0,005-0,02	10-40 %	Kohtalaista
0,02-0,05	40-100 %	Merkittävää
0,05-0,1	Yli 100 %	Liiallista
Yli 0,1	Yli 200 %	Ylittää lakisääteisen raja-arvon

Sementtipölyn luokittelu

Altistuminen (mg/m ₃)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,1	Alle 10 %	Vähäistä
0,1-0,5	10-50 %	Kohtalaista
0,5-1	40-100 %	Merkittävää
Yli 1	Yli 100 %	Liiallista

Alveolijakeisen kvartsin haitalliseksi tunnettu pitoisuus (HTP-arvo): 0,05 mg/m³

Alveolijakeisen kvartsin sitova raja-arvo: 0,1 mg/m³

Alveolijakeisen sementtipölyn HTP-arvo: 1 mg/m³

OHJEISTUS (myllymies ja kaivinkoneen, pyörökoneen ym. kuljettajat)

- ✓ Murskattava massa kostutetaan ennen murskausta sekä työn aikana vuodenaika huomioiden.
- ✓ Oltaessa alle viiden metrin päässä murskaimesta, on murskaimen ollessa päällä käytettävä vähintään FFP3-luokan kertakäyttöistä hengityksensuojainta. Poikkeuksena kaivinkoneen tai pyörökoneen kuskit, jos he työskentelevät hytissä, jossa tuloilman riittävä suodatus. (kts. ohje nro 13.)
- ✓ Myös huoltotoimenpiteiden aikana, murskaimen ollessa pois päältä, on huoltotoimenpiteisiin osallistuvien käytettävä vähintään FFP3-luokan hengityksensuojainta.
- ✓ Jos paineilmaa käytetään murskainten siirtoihhnojen puhdistukseen, tulee käyttää suodattavaa tai puhaltavaa P3-luokan hengityksensuojainta.
- ✓ Kaivinkoneissa, pyörökuormaajissa ym. työkoneissa tulee olla tuloilman suodatuksella varustettu ohjaamo, jonka ikkunoita pidetään kiinni koko työpäivän ajan. (kts. myös erillinen ohje työmaakoneiden ohjaamoista).

**Huomioitavaa**

- Jos syöttöpäässä tulee vastaan kuivaa jätettä, tulee ne kostuttaa ennen murskausta.
- Työkoneiden ilmanvaihtojärjestelmän toimivuutta seurataan aina konetta käytettäessä. Suodattimien kunto tulee tarkastaa viikottain.
- Ohjaamon tuloilman mahdollinen esisuodatin ja pääsuodatin vaihdetaan tuloilmavirtauksen laskiessa. Jos laite ei varoita tuloilman virtauksen laskusta tai suodattimen vastuksen kasvusta, tulee sopiva vaihtoväli kirjata pölynhallintasuunnitelmaan. Viimeistään huollossa suodattimet yleensä vaihdetaan, mutta se ei usein ole riittävän usein.

2. Monttuvaihe, maarakennustyöt ja pintarakennetyöt sekä infrarakentaminen

2.1 MAANSIIRTO JA TASOITUS SEKÄ KIVETYS

LAPIOMIEHEN, PERÄMIEHEN, KIVIASENTAJAN YM. KONEIDEN OHJAAJOJEN ULKOPUOLELLA TYÖSKENTELEVIEN ALTISTUMINEN KIINTEISTÖJEN MAANSIIRTOTYÖMAILLA.		
Työtapa, ilmanvaihto ja hengityssuojainten käyttö	Kvartsialtistuminen työpäivänä (mg/m ³)	Alveolijakeiselle pölylle altistuminen työpäivänä (mg/m ³)
Kuivan hiekan tasoitus täryttämällä kivetystä varten, sekä kivien leikkaus kulmahiomakoneella ja saumaus ilman hengityksensuojainta.	0,01 - 0,05	1 - 0,5
Kostean hiekan tasoitus täryttämällä kivetystä varten, sekä betonilaattojen leikkaus leikkurilla ja saumaus ilman hengityksensuojainta.	0,002 - 0,02	0,1 - 0,5
Kauhakuormaajan tuoman ja levittämän kuivan soran levitys ja tasoitus täryttämällä kuumana, tyyneenä kesäpäivänä. Ei hengityksensuojainta.	0,01 - 0,03	0,5 - 0,1
Kauhakuormaajan tuoman soran levittäminen, kastelu ja tasoitus täryttämällä. Ei hengityksensuojainta.	0,002 - 0,005	0,2 - 0,1
Maa-aineksen ja pölyn kastelu sekä lapiointi ja liikenteenohjaus. Ei hengityksensuojainta.	alle 0,005	alle 0,1

Kvartsialtistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h:sta}	Altistumisen suuruus
Alle 0,005	Alle 10 %	Vähäistä
0,005-0,02	10-40 %	Kohtalaista
0,02-0,05	40-100 %	Merkittävää
0,05-0,1	Yli 100 %	Liiallista
Yli 0,1	Yli 200 %	Ylittää lakisääteisen raja-arvon

Sementtipölyn luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h:sta}	Altistumisen suuruus
Alle 0,1	Alle 10 %	Vähäistä
0,1-0,5	10-50 %	Kohtalaista
0,5-1	40-100 %	Merkittävää
Yli 1	Yli 100 %	Liiallista

Alveolijakeisen kvartsin haitalliseksi tunnettu pitoisuus (HTP-arvo): 0,05 mg/m³

Alveolijakeisen kvartsin sitova raja-arvo: 0,1 mg/m³

Alveolijakeisen sementtipölyn HTP-arvo: 1 mg/m³

2. OHJEISTUS (lapiomies, perämies, kiviasentaja ym. työkoneneiden ohjaamojen ulkopuolella työskentelevät)

- ✓ Altistavia työvaiheita ovat mm. kuivan hiekan ja soran levittäminen ja tasoitus tärylätkällä. Tehokkain altistumisen hallintakeino näissä töissä on kastelu. Esim. alustan kastelu edellisenä päivänä ja tarvittaessa myös ennen tärytystä estää hyvin pölyn vapautumisen. Jos vettä ei voida käyttää, on näissä työvaiheissa käytettävä vähintään FFP3-luokan hengityksensuojainta.
- ✓ Kivetyksien saumausaineiden ja saumaushiekkojen levittäminen harjaamalla sekä kivien leikkaus voivat myös olla kvartsipölylle altistavia. Varsinkin jos leikkaus tehdään kulmahiomakoneella ja levitys harjaamalla, kuivalla säällä. Leikkauksessa pitää käyttää leikkuria kulmahiomakoneen sijaan, aina kun mahdollista. Ja harjan sijaan tulee käyttää lastaa. Kulmahiomakonetta käytettäessä sekä saumauksen viimeistelyssä tärylätkällä on silti käytettävä vähintään FFP3-luokan hengityksensuojainta.
- ✓ Maansiirtokoneiden lähetyillä työskenneltäessä voi myös altistua merkittävästi, jos esim. siirrettävä kivimurska, maa-aines, hiekka tai sora ovat kuivia ja ilma seisovaa. Ensijainen pölyaltistumisen torjuntakeino on kastelu. Siirrettävät porausjätteet ja pölyävät maamassat, hiekat ja sorat tulee kastella ennen maansiirtotöitä. Jos vettä ei voida käyttää, on näissä työvaiheissa käytettävä vähintään FFP3-luokan hengityksensuojainta.
- ✓ Louhintasuunnitelmaan kirjatut vähintään viiden metrin turvaetäisyydet porattaville ja parhaillaan panostettaville rei'ille ovat kvartsialtistumisen kannalta riittämättömiä. Työt pitää sen sijaan rytmittää niin, että porausvaunulla porattaessa ei sen lähietäisyydessä, tuulen alapuolella työskentele poraajan lisäksi muita työntekijöitä.
- ✓ Jos on työskenneltävä alle 10 m päässä panostus-reikiä poraavasta porausvaunusta, käytetään vähintään FFP3-luokan hengityksensuojainta.
- ✓ Koneiden ja laitteidenhuoltotoimenpiteiden aikana on huoltotoimenpiteisiin osallistuvien käytettävä vähintään FFP3-luokan hengityksensuojainta.



Huomioitavaa

- Hengityksensuojaimen tulee istua tiiviisti kasvoille. Parta vähentää suojaimen tehoa.
- Kivien ja laattojen leikkauksesta, ohjaamotyöskentelystä, räjäytystyömaista ja porauksesta on kaikista laadittu erilliset ohjeet, eikä niihin siksi tässä ohjeessa puututa.

2.2 RÄJÄYTYSTYÖT (MUUT KUIN PORAAJAT JA KUSKIT)

PANOSTAJAN JA LAPIOMIEHEN ALTISTUMISEN TASOJA		
Työtapa, ilmanvaihto ja hengityssuojainten käyttö	Kvartsialtistuminen työpäivänä (mg/m ³)	Alveolijakeiselle pölylle altistuminen työpäivänä (mg/m ³)
Ei hengityksen suojainta, työskentelee panostusreikiä poraavan porausvaunun lähellä, tuulen alapuolella.	yli 0,05	0,5 - 0,1
Käyttää hengityksensuojainta työskennellessään panostusreikiä poraavan porausvaunun lähellä, tuulen alapuolella.	0,005 - 0,02	alle 0,1

Kvartsialtistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,005	Alle 10 %	Vähäistä
0,005-0,02	10-40 %	Kohtalaista
0,02-0,05	40-100 %	Merkittävää
0,05-0,1	Yli 100 %	Liiallista
Yli 0,1	Yli 200 %	Ylittää lakisääteisen raja-arvon

Sementtipölyn luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,1	Alle 10 %	Vähäistä
0,1-0,5	10-50 %	Kohtalaista
0,5-1	40-100 %	Merkittävää
Yli 1	Yli 100 %	Liiallista

Alveolijakeisen kvartsin haitalliseksi tunnettu pitoisuus (HTP-arvo): 0,05 mg/m³

Alveolijakeisen kvartsin sitova raja-arvo: 0,1 mg/m³

Alveolijakeisen sementtipölyn HTP-arvo: 1 mg/m³

OHJEISTUS (panostaja, lapiomies ja räjäytystyön johtaja)

- ✓ Jos on työskenneltävä alle 25 m päässä panostusreikiä poraavasta porausvaunusta, käytetään vähintään FFP3-luokan kertakäyttöistä hengityksensuojainta.
- ✓ Louhintasuunnitelmaan kirjatut vähintään viiden metrin turvaetäisyydet porattaville reille ja parhaillaan panostettaville reille ovat kvartsialtistumisen kannalta riittämättömiä.
- ✓ Työt pitää sen sijaan rytmittää niin, että porausvaunulla porattaessa ei sen lähietäisyydessä, tuulen alapuolella työskentele poraajan lisäksi muita työntekijöitä.
- ✓ Siirrettävät porausjätteet ja pölyävät maamassat, hiekat ja sorat kastellaan, ennen maansiirtotöitä lapiolla, pyörökuormaajalla tai kaivinkoneella.



- ✓ Räjäytystyömailla tulisi maansiirtokoneissa ja porausvaunuissa käyttää koneita, joissa on tuloilman suodatuksella varustettu ohjaamo. Ohjaamon ikkunoiden tulee olla kiinni koko työpäivän ajan (kts. erilliset ohjeet maansiirtokoneista ja porauksesta).
- ✓ Koneiden ja laitteiden huoltotoimenpiteiden aikana on huoltotoimenpiteisiin osallistuvien käytettävä vähintään FFP3-luokan hengityksensuojainta.
- ✓ Räjäytyksen aiheuttama pöly hävenee ulkoilmaolosuhteissa melko nopeasti. Räjäytyksien jälkeen voidaan palata ulkoilmatyömaille normaalin varoajan puitteissa n. 5 min. päästä räjähdyksestä tai panostajan tai räjäytystyön johtajan niin ilmoittaessa. Maanalaisille räjäytystyömaille palataan räjäytyksen jälkeen vasta, kun suoraan osoitavasti mitatut häkä ja/tai NOx -pitoisuudet ovat laskeneet räjäytystä edeltäneelle tasolle.

Huomioitavaa

- Työkoneiden ilmanvaihtojärjestelmän toimivuutta seurataan aina konetta käytettäessä. Suodattimien kunto tulee tarkastaa viikottain.
- Ohjaamon tuloilman mahdollinen esisuodatin ja pääsuodatin vaihdetaan tuloilmavirtauksen laskiessa. Jos laite ei varoita tuloilman virtauksen laskusta tai suodattimen vastuksen kasvusta, tulee sopiva vaihtoväli kirjata pölyhallintasuunnitelmaan. Viimeistään huollossa suodattimet yleensä vaihdetaan, mutta se ei usein ole riittävän usein.
- Hengityksensuojaimen tulee istua tiiviisti kasvoille. Parta vähentää suojaimen tehoa.

2.3 TIMANTTISAHAUS SEKÄ MUUT BETONI JA KIVIPINTOJEN LEIKKAUKSET

ALTISTUMISEN TASOJA ¹		
Työtapa, ilmanvaihto ja hengityssuojainten käyttö	Kvartsialtistuminen työpäivänä (mg/m ³)	Alveolijakeiselle pölylle altistuminen työpäivänä (mg/m ³)
Kiven toistuva mekaaninen leikkaaminen ilman vettä ulkona. Hengityksensuojainta ei käytössä.	0,02 - 0,1	0,2 - yli 1
Ei ilmanvaihtoa tiloissa, laitekohtainen kohdepoisto. Kivialustan pitkäkestoinen tai toistuva sahaaminen sisätiloissa kuivana. Hengityksensuojain käytössä vain työstön aikana.	0,02 - yli 0,1	0,2 - yli 1
Kivialustan märkäsahaaminen sisätiloissa ilman hengityksensuojainta. Lieite imuroidaan jälkikäteen irrallisella vesi-imurin letkulla. Ei ilmanvaihtoa.	0,03 - 0,06	0,5 - yli 1
Kivialustan märkäsahaaminen sisätiloissa käyttäen hengityksensuojainta. Lieite imuroidaan jälkikäteen irrallisella vesi-imurin letkulla. Ei ilmanvaihtoa.	0,005 - 0,02	0,1 - 0,2
Kivialustan märkäsahaaminen tai märkäporaaminen käyttäen hengityksensuojainta sisätiloissa. Kierrättävä, suodattava ilmanpuhdistin lähellä pölyn lähdeettä (virtaus 2000 m ³ /h)	alle 0,005	alle 0,01

¹Kts. Health and Safety Executive, Controlling exposure to stonemasonry dust, HSEG201, GBR 2001

Kvartsialtistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,005	Alle 10 %	Vähäistä
0,005-0,02	10-40 %	Kohtalaista
0,02-0,05	40-100 %	Merkittävää
0,05-0,1	Yli 100 %	Liiallista
Yli 0,1	Yli 200 %	Ylittää lakisääteisen raja-arvon

Sementtipölyn luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,1	Alle 10 %	Vähäistä
0,1-0,5	10-50 %	Kohtalaista
0,5-1	40-100 %	Merkittävää
Yli 1	Yli 100 %	Liiallista

Alveolijakeisen kvartsin haitalliseksi tunnettu pitoisuus (HTP-arvo): 0,05 mg/m³

Alveolijakeisen kvartsin sitova raja-arvo: 0,1 mg/m³

Alveolijakeisen sementtipölyn HTP-arvo: 1 mg/m³

Kivitasojen ja laattojen arvioidut kvartspitoisuudet (www.worksafe.vic.gov.au; www.osha.gov)

- keinokivi: 40-95 %
- hiekkakivi: 70-90 %
- liuskekivi: 20-40 %
- marmori: alle 5 %
- kvartsiitti: 95 %
- graniitti: 25-60 %
- posliinilaatat: 14-18 %
- betoni: alle 30 %

OHJEISTUS

- ✓ Altistavia työvaiheita ovat leikkaamisen tai sahaamisen lisäksi muut tiloissa tehtävät koneelliset työstöt, kuten poraaminen, hionta tai jyrshintä.
- ✓ Osasto-alue pölyverholla pölyn leviämisen minimoimiseksi sisätiloissa.
- ✓ Suositaan mahdollisuuksien mukaan kivilaatuja, joiden kvartsiipitoisuus on alhainen (kts. edellä).
- ✓ Leikkaukseen käytetään vesisuihkeella varustettuja työkaluja, aina kun mahdollista.
- ✓ Jos vettä ei ole saatavilla tai sitä ei voida muista syistä hyödyntää pölyn sidontaan, tulee leikkaukseen käyttää laitteisiin tiiviisti istuvaa mallinmukaista korkeapaineista konekohtaista poistoa riittävällä imuteholla ja HEPA H13 suodatuksella (RATU 82-0384).
- ✓ Riippumatta työstötavasta ja käytetyistä laitteista tulee betoni- ja kivialustojen leikkauksissa aina käyttää hengityksensuojainta. Ulkotiloissa voidaan käyttää FFP3-luokan suojaimia, sisätiloissa käytetään puhaltavaa P3-luokan hengityksensuojainta.
- ✓ Jos vettä ei voida käyttää ja työstäminen on toistuvaa ja pitkäkestoista, tulee tiloihin järjestää alipaineistus ja/tai riittävä ilmanvaihto (vähintään 6 h-1, RATU 82-0384); varsinkin, jos osastolla työskentelee muita työntekijöitä. Tämä voidaan aikaansaada myös pölylähteen läheisyyteen sijoitetulla, riittävän imutehon omaavalla kierrättävällä HEPA H13 suodattimella varustetulla ilmanpuhdistimella.
- ✓ Märkäsahauksessa jäte imuroidaan vesi-imurilla, kuivasahauksessa H-luokan imurilla tai keskus-pölynimurilla. Kuivaharjausta ei tule käyttää.
- ✓ Tiloissa lyhytaikaisesti vierailevien on syytä käyttää vähintään kertakäyttöistä FFP3-luokan hengityksen suojainta (puolinaamaria).



Huomioitavaa

- Hengityksensuojaimen tulee istua tiiviisti kasvoille. Parta vähentää suojaimen tehoa.
- Tarkkaile laitteiden tehoa työn aikana ja vaihda imurin suodatin aina tehon laskiessa. Jos imurissa ei ole imutehon laskusta varoittavaa toimintaa, vaihdetaan suodatin viikottain. Päivittäin vaihdettavan esisuodattimen käyttö vähentää HEPA-suodattimen vaihtotarvetta.
- Laitteita huollettaessa tulee käyttää hengityksensuojainta.
- Jos tilassa ei ole ilmanvaihtoa, on siellä korkea kvartsiipitoisuus, kunnes pöly on tiloista siivottu pois. Siksi tiloissa vierailevienkin tulee käyttää hengityksensuojaimia.
- Yleisilman pitoisuuksia voi vähentää alipaineistajien lisäksi esim. vastaavan tehon omaavilla kierrättävillä HEPA 13 suodattimilla varustetuilla ilmanpuhdistimilla, jotka sijoitetaan mahdollisimman lähelle pölyn lähdeä.

2.4 PORAUSSVAUNUN KÄYTTÖ

ALTISTUMISEN TASOJA		
Työtapa, ilmanvaihto ja hengityssuojainten käyttö	Kvartsialtistuminen työpäivänä (mg/m ³)	Alveolijakeiselle pölylle altistuminen työpäivänä (mg/m ³)
Poraajan altistuminen railoporauksessa ilman ohjaamo tai pölynerottimien sukitusta, kun vettä ei käytetä.	0,05 - yli 0,1	0,5 - yli 1
Vaunun lähiympäristössä työskentelevien (< 10 m) panostajien altistuminen ampureikiä porattaessa ilman pölynerottimien sukitusta kuivaporauksessa.	0,01 - 0,07	0,2 - 0,6
Poraajan altistuminen ampureikiä porattaessa märkäporauksessa, ilman ohjaamo.	0,02 - yli 0,1	0,5 - yli 1
Tuloilman suodatuksella varustetussa ohjaamossa työskentelevän poraajan altistuminen ikkunoiden ollessa kiinni.	alle 0,001 – 0,005	alle 0,05 – 0,1
Vaunun lähiympäristössä työskentelevien (< 10 m) altistuminen ampureikiä porattaessa pölynerottimien ollessa sukitettuina.	0,005 – 0,02	0,1 - 0,5
Vaunun lähiympäristössä työskentelevien (< 10 m) altistuminen ampureikiä porattaessa märkäporaussena, pölynerottimien ollessa sukitettuina.	alle 0,001 – 0,005	alle 0,05 – 0,1

Kvartsialtistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,005	Alle 10 %	Vähäistä
0,005-0,02	10-40 %	Kohtalaista
0,02-0,05	40-100 %	Merkittävää
0,05-0,1	Yli 100 %	Liiallista
Yli 0,1	Yli 200 %	Ylittää lakisääteisen raja-arvon

Sementtipölyn luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,1	Alle 10 %	Vähäistä
0,1-0,5	10-50 %	Kohtalaista
0,5-1	40-100 %	Merkittävää
Yli 1	Yli 100 %	Liiallista

Alveolijakeisen kvartsin haitalliseksi tunnettu pitoisuus (HTP-arvo): 0,05 mg/m³

Alveolijakeisen kvartsin sitova raja-arvo: 0,1 mg/m³

Alveolijakeisen sementtipölyn HTP-arvo: 1 mg/m³

OHJEISTUS

- ✓ Poraajan altistumiselta voidaan välttyä käyttämällä hyttisiä laitteita, joissa on tuloilmansuodatus (kts. erillinen ohje ohjaamotyöskentelystä), mutta lähiympäristössä, tuulen alapuolella työskentelevien altistumista ohjaamo ei ratkaise. Hytin ikkuna ja ovi on pidettävä kiinni porattaessa.

- ✓ Jos vaunua ohjataan hytin sijasta esim. kaukosäätimellä kuivaporauksessa, tulee poraajan käyttää puhaltavaa P3-luokan hengityksensuojainta porattaessa.
- ✓ Porausvaunun etu- ja takapölynerottimet sukutetaan ontolla joustavalla muoviputkella. Takasuodattimen sukan tulee ulottua maahan asti (katso kuva), jotta takaosasta vapautuvaa hienojakoista kvartsipitoista pölyä (poraussoijaa) leviäisi lähiympäristöön mahdollisimman vähän.
- ✓ Soijan säkittäminen ei ole pölyntorjunnan kannalta suositeltavaa, koska se ei riittävästi estä pölyn leviämistä ja koska se edellyttää säkkien poiskuljetusta työmaalta, luoden uuden ongelman. Parempi vaihtoehto on soijan pitäminen kosteana tai peittäminen karkeammalla massalla.
- ✓ Pölyn vapautumista lähiympäristöön ja muiden työmaalla työskentelevien altistumista estää lisäksi tehokkaasti paineilmalähteeseen syötetty vesi porausreiässä sekä takapölynerottimen ulostulossa. Veteen voidaan lisätä pölyntorjunta- tai voitelu-aineita. On varmistettava, ettei vesivarasto lopu porauksen aikana. Veden syöttönopeus on n. 0,4–2,5 l/min välillä riippuen reikäkoosta, poratyyppistä ja kallioperän koostumuksesta. Tankin koot ovat n. 40 litrasta ylöspäin, vaunun koosta riippuen.
- ✓ Märkäporausmenetelmä vaatii kylmissä olosuhteissa lämmitysjärjestelmän. Kun porauskalusto on toiminnassa, vaunun hydraulikkajärjestelmän tuottama lämpö riittää pitämään vedensyötön sulana, mikäli sen linjat kiinnitetään lähelle hydraulikkalinjoja. Lisäksi järjestelmä on tyhjen-nettävä aina, kun kone ei ole käytössä (Cecala ym. 2012).
- ✓ Veden käytölle vaihtoehtoinen tapa on kontti-imurin liittäminen takapölynerottimen, mutta porattaessa esim. vaihtuvilla työmailla tai laajalla pinta-alalla sen käyttö on haastavaa.
- ✓ Mikäli vaunussa ei ole sisäistä paineilmaa hyödyntävää vedensyöttöä, voidaan sukutettuun takaosan pölynerottimeen liittää erillinen vesisuihku (kts. alin kuva).
- ✓ Jos poraus tehdään kuivaporauksena ilman sukutusta, tulee jokaisen tuulen alapuolella alle 10 metrin etäisyydessä vaunusta työskentelevän käyttää vähintään FFP3-luokan hengityksensuojainta. Jos ulostulo on sukutettu, riittää viiden metrin varoetäisyys tuulen alapuolella.



Huomioitavaa

- Hengityksensuojaimen tulee istua tiiviisti kasvoille. Parta vähentää suojaimen tehoa.
- Ohjaamon tuloilmasuodatin ja mahdollinen esisuodatin vaihdetaan tuloilmavirtauksen laskiessa laitteen varoittaessa tai mikäli varoitusta ei ole vaihtoväli kirjataan pölynhallintasuunnitelmaan. Koneen huolto-ohjelman mukainen suodattimien vaihtoväli ei ole aina riittävä.
- Vaunun perän pölynerottimen sukan täyttyessä ulostulo voi tukkeutua tai sukka voi imeytyä erottimeen. Tästä syystä laskeutunutta soijaa on lapioitava sivuun melko tiheästi koko porauksen ajan.

2.5 VIHERRAKENTAMINEN

ALTISTUMISEN TASOJA		
Työtapa, ilmanvaihto ja hengityssuojainten käyttö	Kvartsialtistuminen työpäivänä (mg/m ³)	Alveolijakeiselle pölylle altistuminen työpäivänä (mg/m ³)
Kuivan hiekan tasoitus täryttämällä kivetystä varten, sekä kivien leikkaus kulmahiomakoneella ja saumaus ilman hengityksensuojainta.	0,01 - 0,05	1 - 0,5
Kostean hiekan tasoitus täryttämällä kivetystä varten sekä betonilaattojen leikkaus leikkurilla ja saumaus ilman hengityksensuojainta.	0,002 - 0,02	0,1 - 0,5
Kivetyt: pohjatyöt sekä betonilaattojen, ruohokivien ja nurmikivien asennus. Leikkaukseen käytettiin leikkuria, tasoitukseen työnnettävää maantiivistäjää (tärylätäkää). Pussitettu saumahiekka levitettiin lapiolla ja lastalla sekä viimeisteltiin täryttämällä. Ei hengityksensuojainta.	0,005 - 0,02	0,1 - 0,5
Kivityksen saumaus, betoniseinäkkeiden tuenta ja valu itse sekoitetulla betonilla. Betonin sekoitus maassa tai kottikärryssä lapion avulla, lisäämällä vettä käsin. Saumauksiin käytetyn pussitetun, hiekan levitys lapiolla ja lastalla. Saumauksen viimeistely tärylätkällä. Ei hengityksensuojainta.	0,003 - 0,03	0,1 - 0,2
Kauhakuormaajan tuoman ja levittämän kuivan soran levitys ja tasoitus täryttämällä kuumana, tyynenä kesäpäivänä. Ei hengityksensuojainta.	0,01 - 0,03	0,5 - 0,1
Kauhakuormaajan tuoman soran levittäminen, kastelu ja tasoitus täryttämällä. Ei hengityksensuojainta.	0,002 - 0,005	0,2 - 0,1

Kvartsialtistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,005	Alle 10 %	Vähäistä
0,005-0,02	10-40 %	Kohtalaista
0,02-0,05	40-100 %	Merkittävää
0,05-0,1	Yli 100 %	Liiallista
Yli 0,1	Yli 200 %	Ylittää lakisääteisen raja-arvon

Sementtipölyn luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,1	Alle 10 %	Vähäistä
0,1-0,5	10-50 %	Kohtalaista
0,5-1	40-100 %	Merkittävää
Yli 1	Yli 100 %	Liiallista

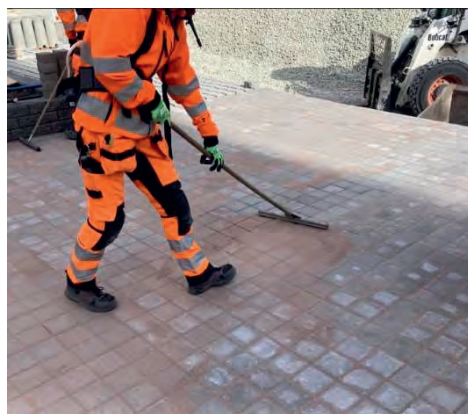
Alveolijakeisen kvartsin haitalliseksi tunnettu pitoisuus (HTP-arvo): 0,05 mg/m³

Alveolijakeisen kvartsin sitova raja-arvo: 0,1 mg/m³

Alveolijakeisen sementtipölyn HTP-arvo: 1 mg/m³

OHJEISTUS

- ✓ Altistavia työvaiheita viherrakentamisessa ovat mm. kuivan hiekan ja soran levittäminen ja tasoitus tärylätkällä, kivien leikkaus kulmahiomakoneella, saumaushiekkujen levitys ja saumojen viimeistely täryttämällä, sekä betonin sekoittaminen betonimyllyssä tai käsin maassa tai kottikärryissä. Myös esim. kuivan vaahtolasin, soran ja hiekan siirrot maansiirtokoneilla voivat olla hyvin pölyäviä.
- ✓ Tehokkain altistumisen hallintakeino maansiirtotöissä ja tasoittamisessa on kastelu. Esim. alustan kastelu edellisenä päivänä ja tarvittaessa myös ennen tärytystä estää hyvin pölyn vapautumisen. Jos vettä ei voida käyttää, on näissä työvaiheissa käytettävä vähintään FFP3-luokan hengityksensuojainta.
- ✓ Kivetyksien saumausaineiden ja saumaushiekkujen levittäminen harjaamalla sekä kivien leikkaus voivat myös olla kvartsipölylle altistavia. Varsinkin jos leikkaus tehdään kulmahiomakoneella ja levitys harjaamalla, kuivalla säällä. Leikkauksessa pitää käyttää leikkuria kulmahiomakoneen sijaan, aina kun mahdollista. Ja harjan sijaan tulee käyttää lastaa. Kulmahiomakonetta käytettäessä sekä saumausten viimeistelyssä tärylätkällä on silti käytettävä vähintään FFP3-luokan hengityksensuojainta.
- ✓ Myös betonin sekoittamisessa tulee käyttää vähintään FFP3-luokan hengityksensuojainta
- ✓ Maansiirtokoneiden lähetyillä työskennellessä voi myös altistua merkittävästi, jos esim. siirrettävä kivimurska, maa-aines, hiekka tai sora ovat kuivia ja ilma seisovaa. Ensisijainen pölyaltistumisen torjuntakeino on kastelu.



Huomioitavaa

- Hengityksensuojaimen tulee istua tiiviisti kasvoille. Parta vähentää suojainten tehokkuutta.
- Pölyävissä töissä tuulen suunta ja voimakkuus ovat usein ratkaisevia altistumisen kannalta. Tuulen yläpuolella ollessa harvoin altistuu yhtä paljon, kuin sen alapuolella. Tuuli myös nostattaa pölyä esim. kuivista hiekka, sora tai vaahtolasikasoista.

2.6 ASFALTTITYÖT

ALTISTUMINEN ASFALTTITYÖMAALLA		
Työtapa, ilmanvaihto ja hengityssuojainten käyttö	Kvartsialtistuminen työpäivänä (mg/m ³)	Alveolijakeiselle pölylle altistuminen työpäivänä (mg/m ³)
Kauhakuormaajan tuoman ja levittämän kuivan soran levitys ja tasoitus täryttämällä kuumana, tyynenä kesäpäivänä. Ei hengityksensuojainta.	0,01 - 0,03	0,1 - 0,5
Kauhakuormaajan tuoman soran levittäminen, kastelu ja tasoitus täryttämällä. Ei hengityksensuojainta.	0,002 - 0,005	0,1 - 0,2
Asfaltin jyrshintä jyrsimellä, kuski. Koneessa ei ohjaamoita tai työskentelyn aikana ohjaamon ikkuna auki.	0,005 - 0,015 ¹	0,1 - 0,5 ¹
Asfaltin jyrshintä jyrsimellä, jalkamies. Ei hengityksensuojainta.	0,005 - 0,025 ¹	0,1 - 0,6 ¹
Vanhan betonipinnoitteen piikkaus siltatyömaalla. Yleisilman pitoisuus puhaltavaa hengityksensuojainta käyttävän piikkaajan lähetyvillä.	0,02 - 0,05	0,2 - 1
Maa-aineksen ja pölyn kastelu sekä lapiointi ja liikenteenohjaus. Ei hengityksensuojainta.	alle 0,005	alle 0,1
Ilmastoidussa ohjaamossa työskentelevät jyrshijän, tiejyrän, kaivinkoneen, kauhakuormaajaan ym. kuskit.	alle 0,005	alle 0,1

¹Hammond ym. 2016, *J. Occup. Environ. Hyg.*, 13, 534-548.

Kvartsialtistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,005	Alle 10 %	Vähäistä
0,005-0,02	10-40 %	Kohtalaista
0,02-0,05	40-100 %	Merkittävää
0,05-0,1	Yli 100 %	Liiallista
Yli 0,1	Yli 200 %	Ylittää lakisääteisen raja-arvon

Sementtipölyn luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,1	Alle 10 %	Vähäistä
0,1-0,5	10-50 %	Kohtalaista
0,5-1	40-100 %	Merkittävää
Yli 1	Yli 100 %	Liiallista

Alveolijakeisen kvartsin haitalliseksi tunnettu pitoisuus (HTP-arvo): 0,05 mg/m³

Alveolijakeisen kvartsin sitova raja-arvo: 0,1 mg/m³

Alveolijakeisen sementtipölyn HTP-arvo: 1 mg/m³

OHJEISTUS (lapiomies, ym. työkoneiden ohjaajojen ulkopuolella työskentelevät)

- ✓ Altistavia työvaiheita ovat mm. jyrsintä, leikkaus, piikkaus, panostusreikien ja railojen poraus, sekä panostustyö porausvaunun lähetyvillä.
- ✓ Piikkauksessa, sahauksessa ja porausvaunun operoinnissa on käytettävä vähintään puhaltavaa P3-luokan suodattimella varustettua hengityksensuojainta, kun työskennellään ohjaajojen ulkopuolella. Jyrsinnässä ja panostustyössä riittää vähintään FFP3-luokan hengityksensuojain.
- ✓ Myös kuivan hiekan ja soran levittämisessä ja tasoituksessa tärylätkällä jalkamiehet voivat altistua. Tehokkain altistumisen hallintakeino näissä töissä on kastelu. Esim. alustan kastelu edellisenä päivänä ja tarvittaessa myös ennen tärytystä estää hyvin pölyn vapautumisen. Jos vettä ei voida käyttää, on näissä työvaiheissa käytettävä vähintään FFP3-luokan hengityksensuojainta.
- ✓ Maansiirtokoneiden lähetyvillä työskenneltäessä voi myös altistua merkittävästi, jos esim. siirrettävä kivi-murska, maa-aines, hiekka tai sora ovat kuivia ja ilma seisovaa. Ensisijainen pölyaltistumisen torjuntakeino on kastelu. Siirrettävät porausjätteet ja pölyvät maamassat, hiekat ja sorat tulee kastella ennen maansiirtotöitä. Jos vettä ei voida käyttää, on näissä työvaiheissa käytettävä vähintään FFP3-luokan hengityksensuojainta.
- ✓ Louhintasuunnitelmaan kirjatut vähintään viiden metrin turvaetäisyydet porattaville ja parhaillaan panostettaville rei'ille ovat kvartsialtistumisen kannalta riittämättömiä. Työt pitää sen sijaan rytmittää niin, että porausvaunulla porattaessa ei sen lähietäisyydessä, tuulen alapuolella työskentele poraajan lisäksi muita työntekijöitä.
- ✓ Jos on työskenneltävä alle 10 m päässä panostusreikiä poraavasta porausvaunusta, käytetään vähintään FFP3-luokan hengityksensuojainta. Jos ulostulo on sukitettu maahan asti, riittää viiden metrin varoetäisyys tuulen alapuolella (kts. erillinen ohje).
- ✓ Koneiden ja laitteidenhuoltotoimenpiteiden aikana on huoltotoimenpiteisiin osallistuvien käytettävä vähintään FFP3-luokan hengityksensuojainta.

**Huomioitavaa**

- Hengityksensuojaimen tulee istua tiiviisti kasvoille. Parta vähentää suojaimen tehoa.
- Kivien ja laattojen leikkauksesta, ohjaamotyöskentelystä, räjäytystyömaista ja porauksesta on kaikista laadittu erilliset ohjeet, eikä niihin siksi tässä ohjeessa puututa.

2.7 RAIDESEPELIN LEVITYS JA RAITEENTUENTA

RAIDESEPELIN LEVITYSJUNAN JA RAITEENTUENTAJUNAN ASENTAJAN ALTISTUMISEN TASOJA

Työtapa, ilmanvaihto ja hengityssuojainten käyttö	Kvartsialtistuminen työpäivänä (mg/m ³)	Alveolijakeiselle pölylle altistuminen työpäivänä (mg/m ³)
Raideseppelin lastauksen aikana asentajat junan ulkopuolella tarkistavat mm. että vaunujen luukut ovat kiinni ja junan liikkeessa sepelin levityksen aikana varmistavat, että sepelöinti sujuu hyvin. Raiteentuentajunan asentajat tarkistavat, että tuenta sujuu hyvin ja tarvittaessa säätävät harjakonetta. Ei hengityksensuojaimia. Ei raideseppelin kostutusta.	0,0037 - 0,037	0,042 - 0,26
FFP3-hengityksensuojaimet pölyisissä työvaiheissa	alle 0,005	alle 0,08

JUNAN OHJAAMO YLEISILMAPITOISUUS

Työtapa, ilmanvaihto ja hengityssuojainten käyttö	Kvartsialtistuminen työpäivänä (mg/m ³)	Alveolijakeiselle pölylle altistuminen työpäivänä (mg/m ³)
Sepelinlevitysjuna	0,0012 - 0,0024	alle 0,04
Raiteentuentajuna	0,01 - 0,02	alle 0,06

Kvartsialtistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,005	Alle 10 %	Vähäistä
0,005-0,02	10-40 %	Kohtalaista
0,02-0,05	40-100 %	Merkittävää
0,05-0,1	Yli 100 %	Liiallista
Yli 0,1	Yli 200 %	Ylittää lakisääteisen raja-arvon

Sementtipölyn luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,1	Alle 10 %	Vähäistä
0,1-0,5	10-50 %	Kohtalaista
0,5-1	40-100 %	Merkittävää
Yli 1	Yli 100 %	Liiallista

Alveolijakeisen kvartsin haitalliseksi tunnettu pitoisuus (HTP-arvo): 0,05 mg/m³

Alveolijakeisen kvartsin sitova raja-arvo: 0,1 mg/m³

Alveolijakeisen sementtipölyn HTP-arvo: 1 mg/m³

Ohjeistus

- ✓ Käytetään ulkona työskennellessä pölyisten työvaiheiden aikana vähintään FFP3-luokan hengityksensuojainta.
- ✓ Mahdollisuuksien mukaan käytetään vettä raideseppelin kasteluun ennen lastausta junaan pölyämisen välttämiseksi.
- ✓ Pyritään työskennellessä sijoittumaan pölylähteeseen nähden tuulen yläpuolelle.
- ✓ Junien sekä seppelinlastaukseen käytettyjen työkonoiden ohjaamoiden tuloilman tulee olla suodatettua. Tuloilman pääsuodattimena suositellaan



Huomioitavaa

- Ohjaamoiden ilmanvaihtojärjestelmän toimivuutta seurataan aina konetta käytettäessä. Suodattimien kunto tulee tarkastaa viikottain.
- Ohjaamon tuloilman mahdollinen esisuodatin ja pääsuodatin vaihdetaan tuloilmavirtauksen laskiessa. Jos laite ei varoita tuloilman virtauksen laskusta tai suodattimen vastuksen kasvusta, tulee sopiva vaihtoväli kirjata pölynhallintasuunnitelmaan. Viimeistään huollossa suodattimet yleensä vaihdetaan, mutta se ei usein ole riittävän usein.
- Hengityksensuojaimen tulee istua tiiviisti kasvoille. Parta vähentää suojaimen tehoa.

3. Runkotyövaihe

3.1 ELEMENTTIEN ASENNUS

ALTISTUMISEN TASOJA		
Työtapa, ilmanvaihto ja hengityssuojainten käyttö	Kvartsialtistuminen työpäivänä (mg/m ³)	Alveolijakeiselle pölylle altistuminen työpäivänä (mg/m ³)
Reikien porausta parvekkeiden elementtitukia varten holvin alapuolella ilman konekohtaista poistoa tai hengityksensuojainta. Tarvittaessa satunnaista raudoitusten läpimenojen piikkausta käsikäyttöisellä piikkausvasaralla. Piikkausvasarassa on konekohtainen poisto. Ei hengityksensuojainta.	0,005 – 0,02	0,1 – 0,5
Elementtiasennuksen aputöitä, kuten muottien rakentamista ja kiinnitystä korjaavia valuja varten. Vaneri- ja puuosien kiinnittämistä betoniseinään ja alustaan poraamalla. Ei konekohtaista poistoa eikä hengityksensuojainta.	0,005 - 0,02	0,1 - 0,5
Laastin sekoitus ulkona sekä väliseinäelementtien asennusta. Ei hengityksensuojainta.	alle 0,001 – 0,005	alle 0,05 – 0,1
Raudoitustöitä holvilla.	alle 0,001 – 0,005	alle 0,05 – 0,1
Reikien poraus elementtitukia (tönäreitä) varten holvilla. Ei konekohtaista poistoa tai hengityksensuojainta.	alle 0,001 – 0,005	alle 0,05 – 0,1

Kvartsialtistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,005	Alle 10 %	Vähäistä
0,005-0,02	10-40 %	Kohtalaista
0,02-0,05	40-100 %	Merkittävää
0,05-0,1	Yli 100 %	Liiallista
Yli 0,1	Yli 200 %	Ylittää lakisääteisen raja-arvon

Sementtipölyn luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,1	Alle 10 %	Vähäistä
0,1-0,5	10-50 %	Kohtalaista
0,5-1	40-100 %	Merkittävää
Yli 1	Yli 100 %	Liiallista

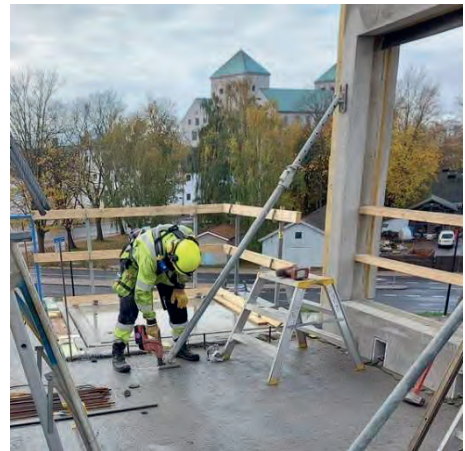
Alveolijakeisen kvartsin haitalliseksi tunnettu pitoisuus (HTP-arvo): 0,05 mg/m³

Alveolijakeisen kvartsin sitova raja-arvo: 0,1 mg/m³

Alveolijakeisen sementtipölyn HTP-arvo: 1 mg/m³

OHJEISTUS

- ✓ Altistavia työvaiheita ovat koneelliset työstöt, kuten poraaminen, leikkaaminen tai piikkaaminen. Myös betonimyllyä täytettäessä on mahdollista altistua, toisin kuin esim. märkää valmisbetonia annosteltaessa valuisa.
- ✓ Leikkaukseen ja isojen läpimenojen poraukseen käytetään vesisuihkeella varustettuja työkaluja, aina kun mahdollista.
- ✓ Pieniä alle 15 cm reikiä esim. elementtitukia varten voidaan tehdä kuivaporauksena, mutta silloin tulee käyttää vähintään FFP3-luokan hengityksensuojainta porattaessa.
- ✓ Myös satunnaisia piikkauksia käsivasaralla tehdessä sekä sementtiä annosteltaessa betonimyllyyn tulee käyttää vähintään FFP3-luokan hengityksensuojainta.
- ✓ Jos vettä ei ole saatavilla tai sitä ei voida muista syistä hyödyntää pölyn sidontaan, tulee leikkaukseen, poraukseen, piikkaukseen ym. käyttää laitteisiin tiiviisti istuvaa mallinmukaista korkeapaineista konekohtaista poistoa riittävällä imuteholla ja HEPA H13 suodatuksella (RATU 82-0384).
- ✓ Kohdepoistoa käytettäessäkin tulee kuitenkin aina käyttää vähintään FFP3-luokan hengityksensuojainta, tehdessä kuivaporausta, piikkausta tai leikkausta kuivana. Holvin alapuolella, ovien ja ikkunoiden ollessa muovitettuja, käytetään puhaltavaa P3-luokan hengityksensuojainta FFP3-luokan suojaimen sijasta piikattaessa, sahattaessa tai leikattaessa sekä läpivientejä porattaessa ilman vettä.



Huomioitavaa

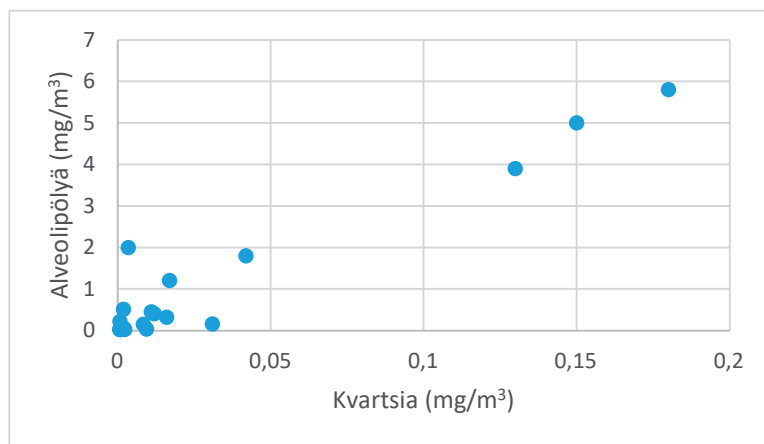
- Hengityksensuojaimen tulee istua tiiviisti kasvoille. Parta vähentää suojaimen tehoa.
- Tarkkaile laitteiden tehoa työn aikana ja vaihda imurin suodatin aina tehon laskiessa. Jos imurissa ei ole imutehon laskusta varoittavaa toimintoa, vaihdetaan suodatin viikottain. Päivittäin vaihdettavan esisuodattimen käyttö vähentää HEPA-suodattimen vaihtotarvetta.
- Laitteita huollettaessa tulee käyttää hengityksensuojainta.

4. Sisätyövaihe, uudis- ja korjausrakentaminen

4.1 ESIMIESTYÖ

TYÖNJOHDON ALTISTUMISEN TASOJA		
Työtapa, ilmanvaihto ja hengityssuojainten käyttö	Kvartsialtistuminen työpäivänä (mg/m ³)	Alveolijakeiselle pölylle altistuminen työpäivänä (mg/m ³)
Ei hengityksen suojainta sisätiloissa pölyisissäkään osastoissa, ei ilmastointia.	0,005 - 0,01	0,1 - 0,5
Hengityksen suojain tarvittaessa sisätiloissa, ei ilmastointia.	0,002 - 0,004	0,15 - 0,05

SUOMALAISILTA TYÖMAILTA 2021-2022 MITATTUJA YLEISILMAN PITOISUUKSIA SISÄTÖISSÄ



Kvartsialtistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,005	Alle 10 %	Vähäistä
0,005-0,02	10-40 %	Kohtalaista
0,02-0,05	40-100 %	Merkittävää
0,05-0,1	Yli 100 %	Liiallista
Yli 0,1	Yli 200 %	Ylittää lakisääteisen raja-arvon

Sementtipölyn luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,1	Alle 10 %	Vähäistä
0,1-0,5	10-50 %	Kohtalaista
0,5-1	40-100 %	Merkittävää
Yli 1	Yli 100 %	Liiallista

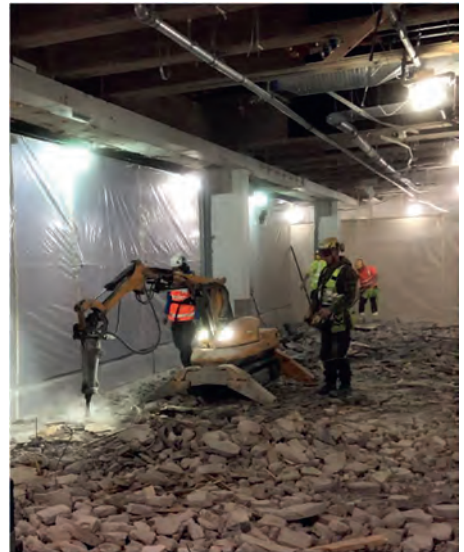
Alveolijakeisen sementtipölyn HTP-arvo: 1 mg/m³

Alveolijakeisen kvartsin haitalliseksi tunnettu pitoisuus (HTP-arvo): 0,05 mg/m³

Alveolijakeisen kvartsin sitova raja-arvo: 0,1 mg/m³

OHJEISTUS

- ✓ Mennessä pölyn leviämisen estämiseksi osastoidulle alueelle, jossa tehdään esimerkiksi piikkausta, onteloporausta tai vastaavia pölyviä töitä, on käytettävä vähintään FFP3-luokan hengityksensuojainta.
- ✓ Yleisilmassa voi sisätöissä esiintyä lakisääteisen raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia (kts. kuva edellä), joten vähintään FFP3-luokan hengityksensuojainta on käytettävä myös silloin, kun ympäristössä tehdään yleisilman pitoisuuksia nostavia töitä.
- ✓ Myös ulkotöissä esim. porausvaunujen läheisyydessä, tai pulveroinnin ja maansiirron yhteydessä voi paikoitellen altistua liiallisesti lyhyenkin ajan sisällä. Siksi ollessa lähellä kivi- tai betonipölyn lähteitä tulee käyttää vähintään FFP3-luokan hengityksen suojaimia.
- ✓ Esimiehille on usein vastuutettu pölyntorjuntasuunnitelman toteutumisen valvonta työmaalla. He myös omalla esimerkillään edistävät turvallisten työtapojen noudattamista, joten esimiesten henkilökohtaisten suojaimien asianmukaisella käytöllä on myös laajempaa vaikutusta työturvallisuuteen työmaalla.



Huomioitavaa

- Hengityksensuojaimen tulee istua tiiviisti kasvoille. Parta vähentää suojaimen tehoa.
- Korkeat yleisilman pitoisuudet ovat monien työntekijöiden osalta merkittävin pöly- ja kvartsialtistuminen lähde. Jos yleisilmanvaihtoa ei ole, eikä työtehtäviin nähden riittävää osastointia ja alipaineistusta ole toteutettu, on suojaimia käytettävä myös pölyvien työvaiheiden ulkopuolella.

4.2 RAKENNUSSIIVOUS

ALTISTUMISEN TASOJA		
Työtapa, ilmanvaihto ja hengityssuojainten käyttö	Kvartsialtistuminen työpäivänä (mg/m ³)	Alveolijakeiselle pölylle altistuminen työpäivänä (mg/m ³)
Ei hengityksen suojainta, ei ilmastointia, alipaineistusta tai huoneistokohtaista ilmanpuhdistinta tiloissa. Kuivaharjausta harjalla tai lastalla. Imurointia HEPA-imurilla.	yli 0,05	yli 1
Ei hengityksen suojainta, ei ilmastointia, alipaineistusta tai huoneistokohtaista ilmanpuhdistinta tiloissa. Isojen roskien poistoa lastalla ja imurointia HEPA-imurilla. Imurissa pölypussi.	0,005 - 0,02	0,1 - 0,06
Hengityksen suojain käytettäessä lastaa ja silloin, kun ympäröivissä tiloissa tehdään yleisilman pitoisuuksia nostavia töitä. Ei ilmastointia, alipaineistusta tai huoneistokohtaista ilmanpuhdistinta tiloissa. Isojen roskien poistoa lastalla ja imurointia HEPA-imurilla. Imurissa pölypussi.	alle 0,002	alle 0,06

Kvartsialtistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m ₃)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,005	Alle 10 %	Vähäistä
0,005-0,02	10-40 %	Kohtalaista
0,02-0,05	40-100 %	Merkittävää
0,05-0,1	Yli 100 %	Liiallista
Yli 0,1	Yli 200 %	Ylittää lakisääteisen raja-arvon

Sementtipölyn luokittelu

Altistuminen (mg/m ₃)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,1	Alle 10 %	Vähäistä
0,1-0,5	10-50 %	Kohtalaista
0,5-1	40-100 %	Merkittävää
Yli 1	Yli 100 %	Liiallista

Alveolijakeisen kvartsin haitalliseksi tunnettu pitoisuus (HTP-arvo): 0,05 mg/m³

Alveolijakeisen kvartsin sitova raja-arvo: 0,1 mg/m³

Alveolijakeisen sementtipölyn HTP-arvo: 1 mg/m³

OHJEISTUS (RATU 82-0384)

- ✓ Karkea purkujäte kerätään lapiolla tai lastalla ja kootaan tiiviisiin säkkeihin lavalle vietäväksi tai purkukuiluun pudotettavaksi. Kuivaharjausta ei käytetä missään vaiheessa. Lastatessa käytetään vähintään FFP3-luokan kertakäyttöistä hengityksensuojainta.
- ✓ Hienojakoinen jäte imuroidaan keskuspölynimurilla tai H-luokan imurilla, jossa on riittävä imuteho (150..1000 m³/h) .
- ✓ Imureissa tulee olla säkki pölynkeräystä varten ja sen käytössä noudatetaan muiltakin osin valmistajan ohjetta. Imutehon laskiessa esisuodatin ja tarvittaessa myös ja HEPA-suodatin tulee vaihtaa. Jos laitteessa ei ole imutehon laskemisesta varoittavaa toimintaa, vaihdetaan suodattimet päivittäin.
- ✓ Imuria tyhjennettäessä tai huollettaessa tulee käyttää vähintään FFP3-luokan hengityksensuojainta.
- ✓ Suodattimen huoltoa ei saa tehdä paineilmalla tai ravistelemalla. Suodatin tulee huoltaa imuroimalla toisella HEPA-imurilla
- ✓ Vähintään FFP3-luokan hengityksen suojainta tulee käyttää myös silloin, kun ympäröivissä tiloissa tehdään yleisilman pitoisuuksia nostavia töitä, kuten piikkausta, timanttiorausta, timanttisahausta, onteloporausta tai hiontaa.



Huomioitavaa

- Tarkkaile imurin tehoa työn aikana.
- Jos tilassa ei ole ilmanvaihtoa, tehdään siivous vasta sitten, kun tiloissa tehdyistä pölyävistä töistä on kulunut vähintään vuorokausi.
- Paineilmaa ei tule sisätiloissa käyttää puhdistukseen ollenkaan.
- Aina kun mahdollista, kuten esim. loppusiivouksessa käytetään märkäpuhdistusmenetelmiä, kuten moppausta. Ulkotiloissa voidaan käyttää lämpimällä säällä käyttää vesisuihkuja tai letkuja. Silloin on huomioitava, että suihku saa pölyn leviämään ilmateitse, mikä edellyttää vähintään FFP3-luokan hengityksensuojaimen käyttöä.

4.3 BETONILATTIOIDEN HIONTA

ALTISTUMISEN TASOJA		
Työtapa, ilmanvaihto ja hengityssuojainten käyttö	Kvartsialtistuminen työpäivänä (mg/m ³)	Alveolijakeiselle pölylle altistuminen työpäivänä (mg/m ³)
Ei kohdepoistoa laitteessa, ei hengityksen suojainta, ei alipaineistusta tai huoneistokohtaista ilmanpuhdistinta tiloissa.	yli 0,1	yli 1
Kohdepoisto laitteessa, puhaltava hengityksensuojain käytössä vain hionnan aikana, ei alipaineistusta tai huoneistokohtaista ilmanpuhdistinta tiloissa.	0,02 - 0,05	0,2 - 0,5
Kohdepoisto laitteessa, puhaltava hengityksensuojain hionnan aikana, alipaineistus tai vastaavan tehon omaava huoneistokohtainen ilmanpuhdistin tiloissa.	0,002 - 0,02	0,06..0,2
Kohdepoisto laitteessa, puhaltava hengityksensuojain aina tiloissa oleskeltaessa, alipaineistus tai vastaavan tehon omaava huoneistokohtainen ilmanpuhdistin tiloissa.	alle 0,002	alle 0,06

Kvartsialtistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{oh} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,005	Alle 10 %	Vähäistä
0,005-0,02	10-40 %	Kohtalaista
0,02-0,05	40-100 %	Merkittävää
0,05-0,1	Yli 100 %	Liiallista
Yli 0,1	Yli 200 %	Ylittää lakisääteisen raja-arvon

Sementtipölyn luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{oh} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,1	Alle 10 %	Vähäistä
0,1-0,5	10-50 %	Kohtalaista
0,5-1	40-100 %	Merkittävää
Yli 1	Yli 100 %	Liiallista

Alveolijakeisen kvartsin haitalliseksi tunnettu pitoisuus (HTP-arvo): 0,05 mg/m³

Alveolijakeisen kvartsin sitova raja-arvo: 0,1 mg/m³

Alveolijakeisen sementtipölyn HTP-arvo: 1 mg/m³

OHJEISTUS

- ✓ Osastoi alue pölyverholla pölyn leviämisen minimoimiseksi.
- ✓ Tilan alipaineistus suotavaa (paine-ero -5..15 Pa, ilmanvaihtuvuus vähintään 6 kertaa tunnissa). Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää vastaavalla virtauksella varustettua kierrättävää, vähintään HEPA H13 suodattimella varustettua kierrättävää ilmanpuhdistinta (n. 2000 m³/h 130 m² kohden).
- ✓ Laitteessa tulee käyttää HEPA H13 suodattimeen tai esim. keskuspölynimuriin liitettyä konekohtaista poistoa, jonka kaulus istuu koneeseen tiiviisti (RATU 82-0384). HUOM! viereisessä kuvassa kaulus ei sovi koneeseen.
- ✓ Käytä hionnan aikana ja vähintään 1 h hionnan jälkeen TH3P/TM3P luokan puhaltavaa hengityksensuojainta.
- ✓ Jos tiloissa ei ole ilmanvaihtoa, tulee aina tiloissa oleskeltaessa käyttää hengityksensuojainta (vähintään FFP3), kunnes tilat on siivottu laskeutuneesta pölystä.
- ✓ Tiloissa lyhytaikaisesti vierailevien on syytä käyttää vähintään kertakäyttöistä FFP3-luokan hengityksensuojainta.



Huomioitavaa

- Kierrättävä ilmanpuhdistin vähentää pölypitoisuutta merkittävästi vain, jos se on sijoitettuna pölylähteen lähelle. Siksi se on tuotava huoneeseen, jossa lattiaa kulloinkin hiotaan.
- Noudatetaan valmistajan ohjetta kohdepoiston liittämistä imuriin. Kohdepoiston kauluksen tulee olla laitteeseen sopiva.
- Tarkkaile laitteiden tehoa työn aikana ja toimi vikatilanteissa käyttöohjeen mukaan. Imurun HEPA-suodatin tulee vaihtaa ajoissa.
- Imurissa tulee käyttää pölynkeräys pussia, joka tulee vaihtaa päivittäin.
- Laitteita huollettaessa tulee käyttää hengityksensuojainta.
- Hengityksen suojaimen tehon laskiessa, TH3P/TM3P-hiukkassuodatin tulee vaihtaa.
- Hengityksensuojaimen tulee istua tiiviisti kasvoille. Parta vähentää suojaimen tehoa.
- Jos tilassa ei ole ilmanvaihtoa, on siellä korkea kvartsipitoisuus, kunnes pöly on tiloista siivottu pois. Siksi tiloissa vierailevienkin tulee käyttää hengityksensuojaimia.

4.4 ONTELOLAATTOJEN PORAUS (KUIVAUS)

ALTISTUMISEN TASOJA		
Työtapa, ilmanvaihto ja hengityssuojainten käyttö	Kvartsialtistuminen työpäivänä (mg/m ³)	Alveolijakeiselle pölylle altistuminen työpäivänä (mg/m ³)
Ei hengityksen suojainta, ei ilmastointia, alipaineistusta tai huoneistokohtaista ilmanpuhdistinta tiloissa, ei konekohtaista poistoa.	>0,1 - 0,05	>1
Puhaltava hengityksen suojain porattaessa, konekohtainen H-luokan imuriin liitetty poisto porassa, ei alipaineistusta tai esim. vastaavan tehon omaavaa huoneistokohtaista ilmanpuhdistinta tiloissa.	0,01 - 0,05	0,5 - 1
Puhaltava hengityksensuojain aina tiloissa oleskeltaessa, alipaineistus tai vastaavan tehon omaava huoneistokohtainen ilmanpuhdistin tiloissa, konekohtainen H-luokan imuriin liitetty poisto porassa.	alle 0,002	alle 0,06

Kvartsialtistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,005	Alle 10 %	Vähäistä
0,005-0,02	10-40 %	Kohtalaista
0,02-0,05	40-100 %	Merkittävää
0,05-0,1	Yli 100 %	Liiallista
Yli 0,1	Yli 200 %	Ylittää lakisääteisen raja-arvon

Sementtipölyn luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,1	Alle 10 %	Vähäistä
0,1-0,5	10-50 %	Kohtalaista
0,5-1	40-100 %	Merkittävää
Yli 1	Yli 100 %	Liiallista

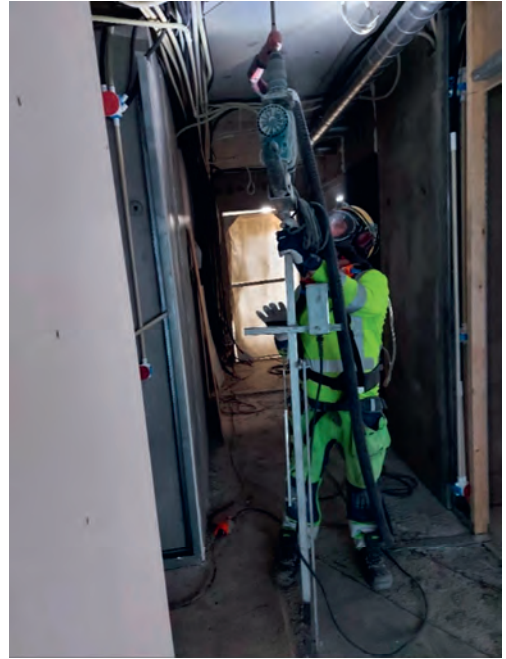
Alveolijakeisen kvartsin haitalliseksi tunnettu pitoisuus (HTP-arvo): 0,05 mg/m³

Alveolijakeisen kvartsin sitova raja-arvo: 0,1 mg/m³

Alveolijakeisen sementtipölyn HTP-arvo: 1 mg/m³

OHJEISTUS

- ✓ Osastoi alue pölyverholla pölyn leviämisen minimoimiseksi.
- ✓ Käytä poraa, jossa on konekohtainen H-luokan imuriin kytketty kohdepoisto.
- ✓ Poraajan on aina porattaessa sekä osastolla oleskeltaessa käytettävä TH3P/TM3P luokan puhaltavaa hengityksensuojainta, kunnes tilat on siivottu.
- ✓ Jos tiloissa työskentelee samanaikaisesti muita, pitää osasto alipaineistaa (paine-ero - 5..15 Pa, ilmanvaihtuvuus vähintään 6 kertaa tunnissa). Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää huonekohtaista HEPA H13 suodattimella varustettua kierrättävää ilmanpuhdistinta (n. 2000 m³/h 130 m² kohden). Jos ilmanvaihtoa ei järjestetä, on yleisilman pölypitoisuus korkea, mikä on huomioitava töiden rytmityksessä. Silloin myös kaikkien osastolla oleskelevien tulee käyttää vähintään P3 luokan hengityksen suojainta osastolla ollessaan, kunnes tilat on siivottu.
- ✓ Tiloissa lyhytaikaisesti vierailevien on syytä käyttää vähintään kertakäyttöistä P3-luokan hengityksensuojainta.



Huomioitavaa

- Kierrättävä ilmanpuhdistin vähentää pölypitoisuutta merkittävästi vain, jos se on sijoitettuna pölylähteen lähelle. Siksi se on aina tuotava huoneeseen, jossa kattoa porataan.
- Tarkkaile laitteiden tehoa työn aikana ja toimi vikatilanteissa käyttöohjeen mukaan.
- Laitteita huollettaessa tulee käyttää hengityksensuojainta.
- Hengityksen suojaimen tehon lasiessa, TH3P/TM3P-hiukkassuodatin tulee vaihtaa.
- Hengityksensuojaimen tulee istua tiiviisti kasvoille. Parta vähentää suojaimen tehoa.
- Jos osasto on alipaineistettu (ilmanvaihtuvuus vähintään 6 kertaa tunnissa), riittää kun muut osastolla työskentelevät käyttävät hengityksen suojainta porauksen ajan ja vielä 1 h sen jälkeen. Muussa tapauksessa myös muiden osastolla oleskelevien pitää käyttää vähintään P3-luokan hengityksensuojainta.
- Jos tilassa ei ole ilmanvaihtoa, on siellä korkea pölypitoisuus ja pintalaastia levitettäessä myös korkea kvartsipitoisuus, kunnes pöly on tiloista siivottu pois. Siksi tiloissa vierailevienkin tulee käyttää hengityksensuojaimia.

4.5 PORAUKSET BETONIIN, KIVEEN TAI TIILEEN SISÄTÖISSÄ

ALTISTUMISEN TASOJA		
Työtapa, ilmanvaihto ja hengityssuojainten käyttö	Kvartsialtistuminen työpäivänä (mg/m ³)	Alveolijakeiselle pölylle altistuminen työpäivänä (mg/m ³)
Ei ilmanvaihtoa tiloissa, laitekohtainen kohdepoisto. - Jatkuva reikien iskuporaus käyttäen vain porattaessa hengityksensuojainta. - Kuivaporaus timanttiterällä käyttäen vain porattaessa hengityksensuojainta	0,01 - 0,05	1 - 0,5
Ei ilmanvaihtoa tiloissa, laitekohtainen kohdepoisto. Muutaman yksittäisen halkaisijaltaan alle 20 mm reiän iskuporaus ilman hengityksensuojainta.	0,005 - 0,01	0,1- 0,2
Ei ilmanvaihtoa tiloissa. - Yksittäisten halkaisijaltaan alle 20 mm reikien iskuporaus käyttäen porattaessa hengityksensuojainta. - Jatkuva reikien iskuporaus käyttäen aina osastolla työskenneltäessä puhaltavaa hengityksensuojainta - Kuivaporaus timanttiterällä käyttäen aina osastolla oleskeltaessa puhaltavaa hengityksensuojainta	alle 0,005	alle 0,1

Kvartsialtistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m ₃)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,005	Alle 10 %	Vähäistä
0,005-0,02	10-40 %	Kohtalaista
0,02-0,05	40-100 %	Merkittävää
0,05-0,1	Yli 100 %	Liiallista
Yli 0,1	Yli 200 %	Ylittää lakisääteisen raja-arvon

Sementtipölyn luokittelu

Altistuminen (mg/m ₃)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,1	Alle 10 %	Vähäistä
0,1-0,5	10-50 %	Kohtalaista
0,5-1	40-100 %	Merkittävää
Yli 1	Yli 100 %	Liiallista

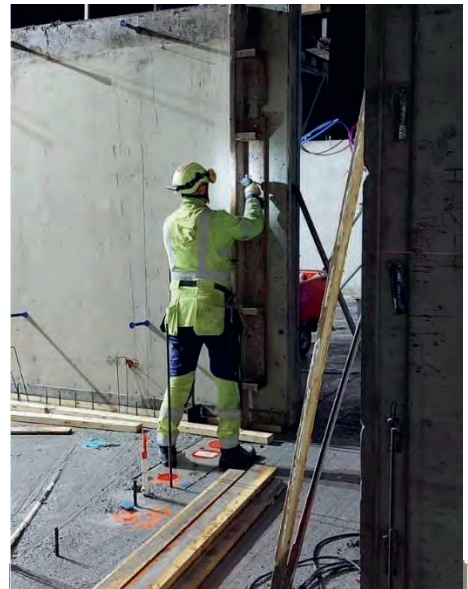
Alveolijakeisen kvartsin haitalliseksi tunnettu pitoisuus (HTP-arvo): 0,05 mg/m³

Alveolijakeisen kvartsin sitova raja-arvo: 0,1 mg/m³

Alveolijakeisen sementtipölyn HTP-arvo: 1 mg/m³

OHJEISTUS

- ✓ Toistuvissa kuivaporauksissa sisätiloissa tulee käyttää laitteeseen tiiviisti istuvaa mallinmukaista korkeapaineista konekohtaista poistoa riittävällä imuteholla (RATU 82-0384) ja HEPA H13 suodatuksella.
- ✓ Toistuvissa tai pitempikestoisissa kuivaporauksissa tulee aina tiloissa työskennellessä käyttää puhaltavaa P3-luokan hengityksensuojainta.
- ✓ Yksittäisissä lyhyissä kuivaporauksissa kohdepoisto ei ole välttämätön, mutta niissä tulee poraajan käyttää vähintään FFP3 luokan kertakäyttöistä hengityksensuojainta.
- ✓ Jäte imuroidaan tarvittaessa H-luokan imurilla. Kuivaharjausta ei tule käyttää.
- ✓ HUOM! Timanttikorauksista ja onteloporauksesta on laadittu erilliset ohjeet. Tässä ohjeessa kuvatut pölyntorjuntatoimet eivät ole niitä tehtäessä riittäviä.



Huomioitavaa

- Hengityksensuojaimen tulee istua tiiviisti kasvoille. Parta vähentää suojaimen tehoa.
- Tarkkaile laitteiden tehoa työn aikana ja vaihda imurin suodatin aina tehon laskiessa. Jos imurissa ei ole imutehon laskusta varoittavaa toimintoa, vaihdetaan suodatin vähintään viikottain. Päivittäin vaihdettavan esisuodattimen käyttö vähentää HEPA-suodattimen

4.6 LAASTIEN SEKOITUSPISTE SISÄTÖISSÄ

PITOISUUSTASOJA		
Työtapa, ilmanvaihto ja hengityssuojainten käyttö	Alveolijakeisen kvartsin keskiarvopitoisuus sekoituspisteessä, hengityskorkeudella (mg/m ³)	Alveolijakeisen pölyn keskiarvopitoisuus sekoituspisteessä, hengityskorkeudella (mg/m ³)
Ei hengityksen suojainta, ei ilmastointia, alipaineistusta tai huoneistokohtaista ilmanpuhdistinta tiloissa, ei kohdepoistoa sekoituspisteessä.	0,005 - 0,02	yli 1
Kauluksella varustettu M tai HEPA H13 - luokan suodattimella varustettu kierrättävä ilmanpuhdistin (n. 1000 m ³ /h) sekoituspisteessä.	alle 0,002	alle 0,06
Laitekohtainen kohdepoisto (huuva) sekoittajassa yhdistettynä H-luokan imuriin (n. 300 m ³ /h)	alle 0,002	alle 0,06

Kvartsialtistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,005	Alle 10 %	Vähäistä
0,005-0,02	10-40 %	Kohtalaista
0,02-0,05	40-100 %	Merkittävää
0,05-0,1	Yli 100 %	Liiallista
Yli 0,1	Yli 200 %	Ylittää lakisääteisen raja-arvon

Sementtipölyn luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,1	Alle 10 %	Vähäistä
0,1-0,5	10-50 %	Kohtalaista
0,5-1	40-100 %	Merkittävää
Yli 1	Yli 100 %	Liiallista

Kvartsin haitalliseksi tunnettu pitoisuus (HTP-arvo): 0,05 mg/m³

Kvartsin sitova raja-arvo: 0,1 mg/m³

Alveolijakeisen sementtipölyn HTP-arvo: 1 mg/m³

OHJEISTUS

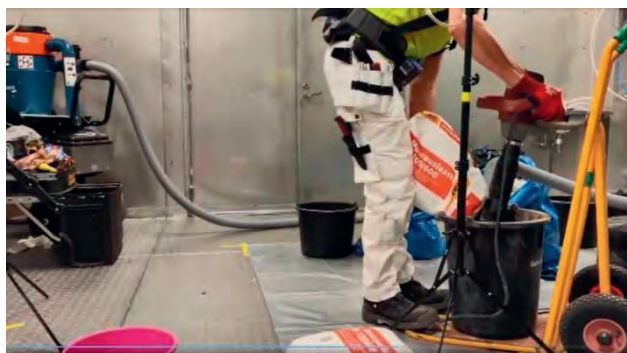
- ✓ Osastoi alue pölyverholla pölyn leviämisen minimoimiseksi.
- ✓ Liitä sekoituspisteeseen kierrättävä, kauluksella varustettu kierrättävä ilmanpuhdistin (n. 1000 m³/h), jossa M tai HEPA H13 -luokan suodatin (kts. kuva 1).
- ✓ Tai vaihtoehtoisesti käytä sekoittajassa laitekohtaista kohdepoistoa (huuvaa) yhdistettynä H-luokan imuriin (n. 300 m³/h, kts. kuva 2).



Kuva 1. Kauluksella varustettu ilmanpuhdistin (kohdepoisto)



Kuva 2. Sekoittajiin suunniteltu laitekohtainen kohdepoisto (huuva).



Kuva 3. Laitekohtainen kohdepoisto sekoittajassa, liitettynä H-luokan imuriin.

Huomioitavaa

- Tarkkaile laitteen tehoa työn aikana.
- Laitteessa tulee olla hälytin joka varoittaa, kun laitteen tilavuusvirta laskee, jolloin esisuodatin ja pääsuodatin tulee vaihtaa.
- Jos puhdistimeen tulee esim. toimintahäiriö, tulee sekoituspisteessä käyttää vähintään kertakäyttöistä P3-luokan hengityksensuojainta sekoituksen ajan.

4.7 TIILI- JA HARKKOMUURAUS

MUURARIN ALTISTUMISEN TASOJA SISÄTILOISSA		
Työtapa, ilmanvaihto ja hengityssuojainten käyttö	Kvartsialtistuminen työpäivänä (mg/m ³)	Alveolijakeiselle pölylle altistuminen työpäivänä (mg/m ³)
Laastia sekoitettaessa ei kohdepoistoa (ilmanpuhdistinta). Betonitiiliä leikataan kulmahiontakoneella. Ei hengityksensuojainta.	0,005 - 0,02	0,3 - 0,5
Laastia sekoitetaan kaukalossa, jossa ilmanpuhdistin. Tiiliä leikataan tiilivasaralla. Ei hengityksensuojainta.	alle 0,002	alle 0,1

Kvartsialtistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h:sta}	Altistumisen suuruus
Alle 0,005	Alle 10 %	Vähäistä
0,005-0,02	10-40 %	Kohtalaista
0,02-0,05	40-100 %	Merkittävää
0,05-0,1	Yli 100 %	Liiallista
Yli 0,1	Yli 200 %	Ylittää lakisääteisen raja-arvon

Sementtipölyn luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h:sta}	Altistumisen suuruus
Alle 0,1	Alle 10 %	Vähäistä
0,1-0,5	10-50 %	Kohtalaista
0,5-1	40-100 %	Merkittävää
Yli 1	Yli 100 %	Liiallista

Alveolijakeisen kvartsin haitalliseksi tunnettu pitoisuus (HTP-arvo): 0,05 mg/m³

Alveolijakeisen kvartsin sitova raja-arvo: 0,1 mg/m³

Alveolijakeisen sementtipölyn HTP-arvo: 1 mg/m³

OHJEISTUS

- ✓ Kvartsille mahdollisesti altistavat työvaiheet tavanomaisissa muurauksissa ovat sekoitus ja leikkaus. Liiallinen altistuminen on mahdollista myös esim. tasoitettaessa vanhoja saumoja hiomalla.
- ✓ Jos muuraussementtilaasti sekoitetaan ämpärissä, käytetään sekoituspisteessä kaukaloon yhdistettyä kierrättävää HEPA H13 suodattimella varustettua kierrättävää ilmanpuhdistinta (n. 1000 m³/h, kts. alempi kuva) tai sekoittimeen liitettyä huuvausta (katso erillinen ohje). Jos ilmanpuhdistinta tai huuvausta ei hyödynnetä, tulee sekoitettaessa käyttää vähintään FFP3-luokan hengityksensuojainta.
- ✓ Käytettäessä betonimyllyä sementin tai sementtilaastin sekoittamiseen, tulee käyttää vähintään FFP3-luokan hengityksensuojainta.
- ✓ Tarvittavat tiilet ja harkot katkaistaan ensisijaisesti tiilivasaralla, harkkokirveellä tai leikkureilla.
- ✓ Jos käytetään katkaisuun sisätiloissa harkkosahaa, käytetään sahattaessa FFP3-luokan hengityksensuojainta.
- ✓ Jos katkaisuun käytetään sisätiloissa kulmahiontakonetta tmv. laitetta, tulee sen olla varustettu H-luokan imuriin yhdistetyllä kohdepoistolla ja sen lisäksi tulee käyttää TH3P/TM3P-luokan puhaltavaa hengityksensuojainta niin leikattaessa, kuin osastolla työskenneltäessäkin. Siinä tapauksessa myös tiloissa lyhytaikaisesti vierailevien on syytä käyttää vähintään kertakäyttöistä FFP3-luokan hengityksensuojainta.



Huomioitavaa

- Hengityksensuojaimen tulee istua tiiviisti kasvoille. Parta vähentää suojaimen tehoa.
- Tarkkaile laitteiden tehoa työn aikana. Ilmanpuhdistimen tehon laskiessa, sen suodatin on vaihdettava. Jos laitteessa ei ole imutehon heikkenemisestä varoittavaa toimintoa, vaihdetaan suodatin viikottain.

4.8 VÄLISEINIEN JA VÄLIKATTOJEN TASOITUS

ALTISTUMISEN TASOJA		
Työtapa, ilmanvaihto ja hengityssuojainten käyttö	Kvartsialtistuminen työpäivänä (mg/m ³)	Alveolijakeiselle pölylle altistuminen työpäivänä (mg/m ³)
Ei hengityksen suojainta, ei yleisilmanvaihtoa, alipaineistusta tai huoneistokohtaista ilmanpuhdistinta tiloissa ruiskutasoitusta tehdessä.	0,025 - 0,05	yli 1 - 0,5
Ei hengityksen suojainta. Alipaineistus tai vastaavan tehon omaava huoneistokohtainen ilmanpuhdistin tiloissa ruiskutasoitusta tehdessä.	alle 0,002 - 0,005	0,2 - 1
Ruiskutasoitusta. Puhaltava hengityksensuojain aina tiloissa oleskeltaessa, alipaineistus tai vastaavan tehon omaava huoneistokohtainen ilmanpuhdistin tiloissa.	alle 0,002	alle 0,06
Seinän tasoitusta käsin liippauksella. Hengityksensuojain hiottaessa, sekoitusasteessa kauluksella varustettu ilmanpuhdistin. Hiottaessa käytössä H-luokan imuriin liitetty työkalukohtainen poisto.	alle 0,002	alle 0,06

Kvartsialtistuminen luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,005	Alle 10 %	Vähäistä
0,005-0,02	10-40 %	Kohtalaista
0,02-0,05	40-100 %	Merkittävää
0,05-0,1	Yli 100 %	Liiallista
Yli 0,1	Yli 200 %	Ylittää lakisääteisen raja-arvon

Sementtipölyn luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,1	Alle 10 %	Vähäistä
0,1-0,5	10-50 %	Kohtalaista
0,5-1	40-100 %	Merkittävää
Yli 1	Yli 100 %	Liiallista

Alveolijakeisen kvartsin haitalliseksi tunnettu pitoisuus (HTP-arvo): 0,05 mg/m³

Alveolijakeisen kvartsin sitova raja-arvo: 0,1 mg/m³

Alveolijakeisen sementtipölyn HTP-arvo: 1 mg/m³

OHJEISTUS

- ✓ Osastoi alue pölyverholla pölyn leviämisen minimoimiseksi.
- ✓ Tilan alipaineistus suotavaa (paine-ero -5..15 Pa, ilmanvaihtuvuus vähintään 6 kertaa tunnissa). Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää vastaavalla virtauksella varustettua kierrättävää, HEPA H13 suodattimella varustettua kierrättävää ilmanpuhdistinta (n. 2000 m³/h 130 m² kohden). Ilmanpuhdistimen etäisyys pölylähteeseen saa työn aikana olla korkeintaan 5 metriä.
- ✓ Käytä laastin sekoitusasteessa kaukaloon yhdistettyä kierrättävää HEPA H13 suodattimella varustettua kierrättävää ilmanpuhdistinta (n. 1000 m³/h, kts. kuva).
- ✓ Hiottaessa tulee käyttää H-luokan imuriin tai esim. keskuspölynimuriin liitettyä konekohtaista poistoa.
- ✓ Käytä tasoitteen levityksen ja hionnan aikana sekä vähintään 1 h töiden loppumisen jälkeen tiloissa TH3P/TM3P luokan puhaltavaa hengityksensuojainta. Varsinkin pintalaastia levitettäessä puhaltavan hengityksen suojaimen käyttö on välttämätöntä.
- ✓ Jos tiloissa ei ole ilmanvaihtoa, tulee aina tiloissa oleskellessa käyttää hengityksen suojainta, kunnes tilat on siivottu laskeutuneesta pölystä.
- ✓ Tiloissa lyhytaikaisesti vierailevien on syytä käyttää vähintään kertakäyttöistä FFP3-luokan hengityksen suojainta (puolinaamaria).



Huomioitavaa

- Kierrättävä ilmanpuhdistin vähentää pölypitoisuutta merkittävästi vain, jos se on sijoitettuna pölylähteen lähelle. Siksi se on tuotava huoneeseen, jossa tasoitustöitä kulloinkin tehdään.
- Tarkkaile laitteiden tehoa työn aikana.
- Laitteita huollettaessa tulee käyttää hengityksensuojainta.
- Hengityksen suojaimen tehon laskiessa, TH3P/TM3P-hiukkassuodatin tulee vaihtaa.
- Hengityksensuojaimen tulee istua tiiviisti kasvoille. Parta vähentää suojaimen tehoa.
- Jos tilassa ei ole ilmanvaihtoa, on siellä korkea pölypitoisuus ja pintalaastia levitettäessä myös korkea kvartsiipitoisuus, kunnes pöly on tiloista siivottu pois. Siksi tiloissa vierailevienkin pitää käyttää hengityksensuojaimia.

4.9 TIMANTTISAHAUS SEKÄ MUUT BETONI JA KIVIPINTOJEN LEIKKAUKSET

ALTISTUMISEN TASOJA ¹		
Työtapa, ilmanvaihto ja hengityssuojainten käyttö	Kvartsialtistuminen työpäivänä (mg/m ³)	Alveolijakeiselle pölylle altistuminen työpäivänä (mg/m ³)
Kiven toistuva mekaaninen leikkaaminen ilman vettä ulkona. Hengityksensuojainta ei käytössä.	0,02 - 0,1	0,2 - yli 1
Ei ilmanvaihtoa tiloissa, laitekohtainen kohdepoisto. Kivialustan pitkäkestoinen tai toistuva sahaaminen sisätiloissa kuivana. Hengityksensuojain käytössä vain työstön aikana.	0,02 - yli 0,1	0,2 - yli 1
Kivialustan märkäsahaaminen sisätiloissa ilman hengityksensuojainta. Liete imuroidaan jälkikäteen irrallisella vesi-imurin letkulla. Ei ilmanvaihtoa.	0,03 - 0,06	0,5 - yli 1
Kivialustan märkäsahaaminen sisätiloissa käyttäen hengityksensuojainta. Liete imuroidaan jälkikäteen irrallisella vesi-imurin letkulla. Ei ilmanvaihtoa.	0,005 - 0,02	0,1 - 0,2
Kivialustan märkäsahaaminen tai märkäporaaminen käyttäen hengityksensuojainta sisätiloissa. Kierrättävä, suodattava ilmanpuhdistin lähellä pölyn lähdeettä (virtaus 2000 m ³ /h)	alle 0,005	alle 0,01

¹Kts. Health and Safety Executive, Controlling exposure to stonemasonry dust, HSEG201, GBR 2001

Kvartsialtistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,005	Alle 10 %	Vähäistä
0,005-0,02	10-40 %	Kohtalaista
0,02-0,05	40-100 %	Merkittävää
0,05-0,1	Yli 100 %	Liiallista
Yli 0,1	Yli 200 %	Ylittää lakisääteisen raja-arvon

Sementtipölyn luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,1	Alle 10 %	Vähäistä
0,1-0,5	10-50 %	Kohtalaista
0,5-1	40-100 %	Merkittävää
Yli 1	Yli 100 %	Liiallista

Alveolijakeisen kvartsin haitalliseksi tunnettu pitoisuus (HTP-arvo): 0,05 mg/m³

Alveolijakeisen kvartsin sitova raja-arvo: 0,1 mg/m³

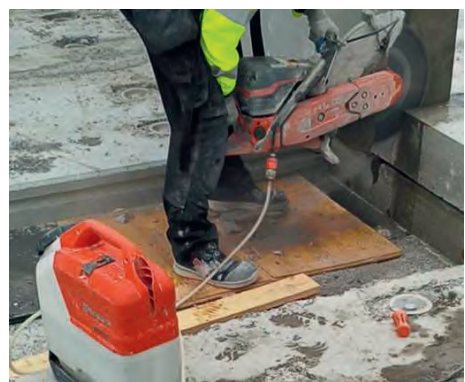
Alveolijakeisen sementtipölyn HTP-arvo: 1 mg/m³

Kivitasojen ja laattojen arvioidut kvartsipitoisuudet (www.worksafe.vic.gov.au; www.osha.gov)

- keinokivi: 40-95 %
- hiemekivi: 70-90 %
- liuskekivi: 20-40 %
- marmori: alle 5 %
- kvartsiitti: 95 %
- graniitti: 25-60 %
- posliinilaatat: 14-18 %
- betoni: alle 30 %

OHJEISTUS

- ✓ Altistavia työvaiheita ovat leikkaamisen tai sahaamisen lisäksi muut tiloissa tehtävät koneelliset työstöt, kuten poraaminen, hionta tai jyrshintä.
- ✓ Osastoi alue pölyverholla pölyn leviämisen minimoimiseksi sisätiloissa.
- ✓ Suositetaan mahdollisuuksien mukaan kivilaatuja, joiden kvartsipitoisuus on alhainen (kts. edellä).
- ✓ Leikkaukseen käytetään vesisuihkeella varustettuja työkaluja, aina kun mahdollista.
- ✓ Jos vettä ei ole saatavilla tai sitä ei voida muista syistä hyödyntää pölyn sidontaan, tulee leikkaukseen käyttää laitteisiin tiiviisti istuvaa mallinmukaista korkeapaineista konekohtaista poistoa riittävällä imuteholla ja HEPA H13 suodatuksella (RATU 82-0384).
- ✓ Riippumatta työstötavasta ja käytetyistä laitteista tulee betoni- ja kivilustojen leikkauksissa aina käyttää hengityksensuojainta. Ulkotiloissa voidaan käyttää FFP3-luokan suojaimia, sisätiloissa käytetään puhaltavaa P3-luokan hengityksensuojainta.
- ✓ Jos vettä ei voida käyttää ja työstäminen on toistuvaa ja pitkäkestoista, tulee tiloihin järjestää alipaineistus ja/tai riittävä ilmanvaihto (vähintään 6 h-1, RATU 82-0384); varsinkin, jos osastolla työskentelee muita työntekijöitä. Tämä voidaan aikaansaada myös pölylähteen läheisyyteen sijoitetulla, riittävän imutehon omaavalla kierrättävällä HEPA H13 suodattimella varustetulla ilmanpuhdistimella.
- ✓ Märkäsahauksessa jäte imuroidaan vesi-imurilla, kuivasahauksessa H-luokan imurilla tai keskus-pölynimurilla. Kuivaharjausta ei tule käyttää.
- ✓ Tiloissa lyhytaikaisesti vierailevien on syytä käyttää vähintään kertakäyttöistä FFP3-luokan hengityksen suojainta (puolinaamaria).



Huomioitavaa

- Hengityksensuojaimen tulee istua tiiviisti kasvoille. Parta vähentää suojaimen tehoa.
- Tarkkaile laitteiden tehoa työn aikana ja vaihda imurin suodatin aina tehon laskiessa. Jos imurissa ei ole imutehon laskusta varoittavaa toimintoa, vaihdetaan suodatin viikottain. Päivittäin vaihdettavan esisuodattimen käyttö vähentää HEPA-suodattimen vaihtotarvetta.
- Laitteita huollettaessa tulee käyttää hengityksensuojainta.
- Jos tilassa ei ole ilmanvaihtoa, on siellä korkea kvartsipitoisuus, kunnes pöly on tiloista siivottu pois. Siksi tiloissa vierailevienkin tulee käyttää hengityksensuojaimia.
- Yleisilman pitoisuuksia voi vähentää alipaineistajien lisäksi esim. vastaavan tehon omaavilla kierrättävillä HEPA 13 suodattimilla varustetuilla ilmanpuhdistimilla, jotka sijoitetaan mahdollisimman lähelle pölyn lähdettä.

4.10 SEINIEN JA LATTIOIDEN ROILOTUS (URAJYRSINTÄ JA PIIKKAUS) PUTKILLE JA SÄHKÖJOHDOILLE

ALTISTUMISEN TASOJA SISÄTILOISSA		
Työtapa, ilmanvaihto ja hengityssuojaimen käyttö	Kvartsialtistuminen työpäivänä (mg/m ³)	Alveolijakeiselle pölylle altistuminen työpäivänä (mg/m ³)
Ei ilmanvaihtoa tiloissa. Konekohtainen HEPA-suodatuksella varustettu poisto laitteissa. Ei hengityksensuojainta.	0,1-0,05	3,5-0,7
Ei ilmanvaihtoa tiloissa. Konekohtainen HEPA-suodatuksella varustettu poisto laitteissa. Puhaltava hengityksensuojain käytössä vain piikkauksen ja/tai jyrinnän aikana.	0,02-0,005	0,5-0,1
Ei ilmanvaihtoa tiloissa. Konekohtainen HEPA-suodatuksella varustettu poisto laitteissa. Puhaltava hengityksensuojain käytössä piikkauksen, leikkauksen ja/tai jyrinnän aikana sekä aina tiloissa oleskeltaessa.	alle 0,005	alle 0,1

Kvartsialtistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m ₃)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,005	Alle 10 %	Vähäistä
0,005-0,02	10-40 %	Kohtalaista
0,02-0,05	40-100 %	Merkittävää
0,05-0,1	Yli 100 %	Liiallista
Yli 0,1	Yli 200 %	Ylittää lakisääteisen raja-arvon

Sementtipölyn luokittelu

Altistuminen (mg/m ₃)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,1	Alle 10 %	Vähäistä
0,1-0,5	10-50 %	Kohtalaista
0,5-1	40-100 %	Merkittävää
Yli 1	Yli 100 %	Liiallista

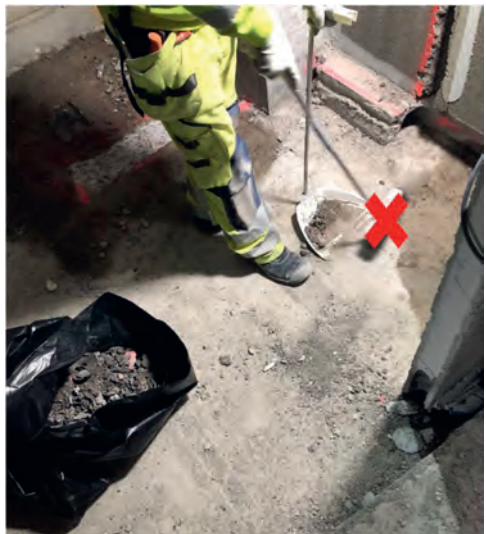
Alveolijakeisen kvartsin haitalliseksi tunnettu pitoisuus (HTP-arvo): 0,05 mg/m³

Alveolijakeisen kvartsin sitova raja-arvo: 0,1 mg/m³

Alveolijakeisen sementtipölyn HTP-arvo: 1 mg/m³

OHJEISTUS

- ✓ Osastoi alue pölyverholla pölyn leviämisen minimoimiseksi.
- ✓ Varmista, että kulmahiontakoneessa, urajyrsijässä, piikkauksivararassa ym. käytetyissä työkaluissa on tiiviisti istuva mallinmukainen korkeapaineinen konekohtainen poisto riittävällä imuteholla (RATU 82-0384 ja 33-0385) ja HEPA H13 suodatuksella.
- ✓ Roilotuksessa suositetaan piikkauksen sijaan ensisijaisesti märkätimanttileikkausta (RATU 1225-S), tarvittaessa vasaraa tai urajyrsintää.
- ✓ Jos tiloissa ei ole alipaineistusta tai riittävää ilmanvaihtoa (vähintään 6 h^{-1}), tulee ei vain pölyävissä työvaiheissa vaan *aina tiloissa työskenneltäessä* käyttää puhaltavaa P3-luokan hengityksensuojainta.
- ✓ Purkujätettä poistettaessa käytetään tarvittaessa lastaa isojen lohcareiden säkittämiseen. Pienempi jäte imuroidaan HEPA-H13 imurilla. Kuivaharjausta ei tule käyttää.
- ✓ Tiloissa lyhytaikaisesti vierailevien on syytä käyttää vähintään kertakäyttöistä FFP3-luokan hengityksen suojainta (puolinaamaria).



Huomioitavaa

- Hengityksensuojaimen tulee istua tiiviisti kasvoille. Parta vähentää suojaimen tehoa.
- Tarkkaile laitteiden tehoa työn aikana ja vaihda imurin suodatin aina tehon laskiessa. Jos imurissa ei ole imutehon laskusta varoittavaa toimintoa, vaihdetaan suodatin vähintään viikottain. Päivittäin vaihdettavan esisuodattimen käyttö vähentää HEPA-suodattimen vaihtotarvetta.
- Laitteita huollettaessa tulee käyttää hengityksensuojainta.
- Jos tilassa ei ole ilmanvaihtoa, on siellä korkea kvartsipitoisuus, kunnes pöly on tiloista siivottu pois. Siksi tiloissa vierailevienkin tulee käyttää hengityksensuojaimia.

4.11 TASOITUS JA PAIKKAUS SISÄTÖISSÄ

ALTISTUMISEN TASOJA		
Työtapa, ilmanvaihto ja hengityssuojainten käyttö	Kvartsialtistuminen työpäivänä (mg/m ³)	Alveolijakeiselle pölylle altistuminen työpäivänä (mg/m ³)
Kylpyhuoneen lattian ja seinäpintojen hionta timanttilaikalla varustetulla hiontakoneella sekä kulmien viimeistelyä piikkausporalla, jossa petkele. Hiontakoneessa konekohtainen poisto, piikkausporan petkeleen lähellä imurin letku. Lisäksi laastin sekoitusta ja pintojen suoristamista laastilla. Pölyävissä työvaiheissa P3-luokan puhaltava hengityksensuojain. Tiloissa yksi alipaineistaja (1500 l/min).	0,02 – 0,04	0,5 – 1
Maalin ja tasoitteen poistoa keittiön tasojen takaseiniltä (betonipohja) kulmahiontakoneella ja dremerillä. Ei ilmanvaihtoa tai konekohtaista poistoa, kertakäyttöinen FFP2 luokan hengityksensuojain pölyävissä työvaiheissa.	0,003 – 0,02	0,08 – 0,35
Betonipintojen tasoitusta kulmahiontakoneella, jossa timanttilaikka sekä satunnaista piikkausta käsipiikkauskoneella. FFP3-luokan hengityksensuojain hiottaessa ja piikatessa, ei konekohtaista poistoa. Lisäksi kipsilaastin sekoitusta ja levitystä. Sekoituspisteessä ei alipaineistusta, ei ilmanvaihtoa tiloissa.	0,005 – 0,02	alle 0,1 – 0,5
Kipsilaastin sekoittamista ja kolojen täyttämistä tasoitteella seinissä ja katoissa. Ei hengityksensuojainta. Sekoituspisteessä ei alipaineistusta, ei ilmanvaihtoa tiloissa.	0,006 – 0,02	0,1 – 0,5
Katon ja seinien viimeistely tasoitteita varten: hiontaa hiontakoneella ja kulmien viimeistelyä piikkausporalla, jossa petkele. Hiontakoneessa konekohtainen poisto, piikkausporassa ei. Tiloissa ei ilmanvaihtoa. Osastolla oleskeltaessa käytettiin P3-luokan puhaltavaa hengityksensuojainta.	alle 0,005	alle 0,1

Kvartsialtistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,005	Alle 10 %	Vähäistä
0,005-0,02	10-40 %	Kohtalaista
0,02-0,05	40-100 %	Merkittävää
0,05-0,1	Yli 100 %	Liiallista
Yli 0,1	Yli 200 %	Ylittää lakisääteisen raja-arvon

Sementtipölyn luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,1	Alle 10 %	Vähäistä
0,1-0,5	10-50 %	Kohtalaista
0,5-1	40-100 %	Merkittävää
Yli 1	Yli 100 %	Liiallista

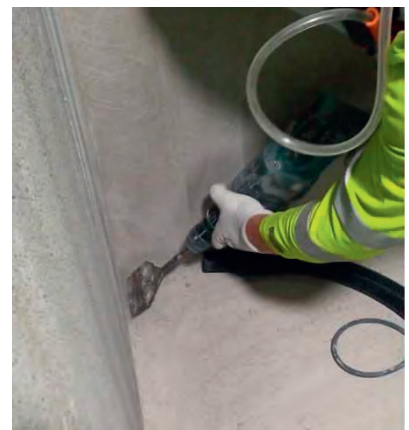
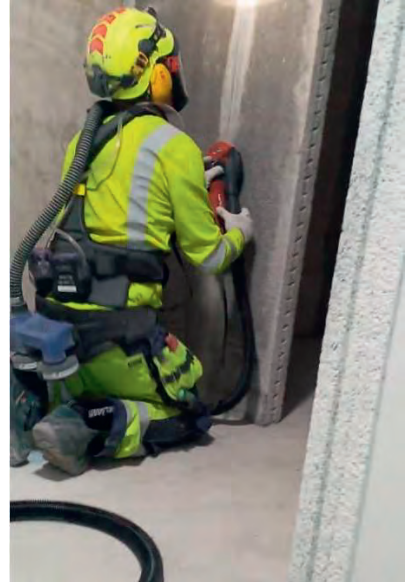
Alveolijakeisen kvartsin haitalliseksi tunnettu pitoisuus (HTP-arvo): 0,05 mg/m³

Alveolijakeisen kvartsin sitova raja-arvo: 0,1 mg/m³

Alveolijakeisen sementtipölyn HTP-arvo: 1 mg/m³

OHJEISTUS

- ✓ Osastoi alue pölyverholla pölyn leviämisen minimoimiseksi.
- ✓ Varmista, että kulmahiontakoneessa, piikkausporassa ym. käytetyissä työkaluissa on tiiviisti istuva mallinmukainen korkeapaineinen konekohtainen poisto riittävällä imuteholla (RATU 82-0384 ja 33-0385) ja HEPA H13 suodatuksella.
- ✓ Liitä sekoituspisteeseen kierrättävä, kauluksella varustettu M tai HEPA H13 -luokan suodattimella varustettu kierrättävä ilmanpuhdistin (n. 1000 m³/h, kts. kuva).
- ✓ Hiontakonetta tai piikkausporaa käytettäessä sekä osastolla oleskeltaessa, jossa näitä töitä tehdään, on käytettävä P3 luokan puhaltavaa hengityksensuojainta, kunnes tilat on siivottu.
- ✓ Jos tiloissa työskentelee samanaikaisesti muita, pitää osasto alipaineistaa (paine-ero -5..15 Pa, ilmanvaihtuvuus vähintään 6 kertaa tunnissa). Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää huonekohtaista HEPA H13 suodattimella varustettua kierrättävää ilmanpuhdistinta (n. 2000 m³/h 130 m² kohden). Jos ilmanvaihtoa ei järjestetä, on yleisilman pölypitoisuus korkea, mikä on huomioitava töiden rytmityksessä. Silloin myös kaikkien osastolla oleskelevien tulee käyttää vähintään FFP3 luokan hengityksen suojainta osastolla ollessaan, kunnes tilat on siivottu.
- ✓ Tiloissa lyhytaikaisesti vierailevien on syytä käyttää vähintään kertakäyttöistä FFP3-luokan hengityksen suojainta (puolinaamaria).



Huomioitavaa

- Hengityksensuojaimen tulee istua tiiviisti kasvoille. Parta vähentää suojaimen tehoa.
 - Kierrättävä ilmanpuhdistin vähentää pölypitoisuutta merkittävästi vain, jos se on sijoitettuna pölylähteen lähelle.
 - Tarkkaile laitteiden tehoa työn aikana
 - Laitteita huollettaessa tulee käyttää hengityksensuojainta.
 - Hengityksen suojaimen tehon laskiessa, TH3P/TM3P-hiukkassuodatin tulee vaihtaa.
 - Jos tilat on alipaineistettu (ilmanvaihtuvuus vähintään 6 kertaa tunnissa), riittää kun muut osastolla työskentelevät käyttävät hengityksen suojainta porauksen ajan ja vielä 1 h sen jälkeen. Muussa tapauksessa myös muiden osastolla oleskelevien pitää käyttää vähintään P3-luokan hengityksensuojainta aina tiloissa oleskeltaessa.
- Jos tilassa ei ole ilmanvaihtoa, on siellä korkea pölypitoisuus ja pintalaastia levitettäessä myös korkea kvartsiastian tuminen, kunnes pöly on tiloista siivottu pois. Siksi tiloissa vierailevienkin tulee käyttää hengityksensuojaimia.

4.12 LAATOITUS

ALTISTUMISEN TASOJA		
Työtapa, ilmanvaihto ja hengityssuojainten käyttö	Kvartsialtistuminen työpäivänä (mg/m ³)	Alveolijakeiselle pölylle altistuminen työpäivänä (mg/m ³)
Sekoituspisteessä ei ole kaulukseen liitettyä ilmanpuhdistinta, laattoja leikataan ja muotoillaan pääsääntöisesti kulmahiontakoneella. Hengityksen-suojainta ei käytetä, eikä tiloissa ole ilmanvaihtoa.	0,070 - 0,11	0,39 - 0,80
Sekoituspisteessä ei ole kaulukseen liitettyä ilmanpuhdistinta. Laattoja leikataan pääsääntöisesti laattaleikkurilla ja muotoillaan tarvittaessa kulmahiontakoneella. Läpiviennit tehdään timanttikoralla. Hengityssuojainta ei käytetä, eikä tiloissa ole ilmanvaihtoa.	0,01 - 0,04	0,1 - 0,4
Sekoituspisteessä on kaulukseen liitetty ilmanpuhdistin. Laattoja leikataan pääsääntöisesti laattaleikkurilla ja muotoillaan tarvittaessa kulmahiontakoneella. Läpiviennit tehdään timanttikoralla. FFP3-luokan hengityssuojainta käytössä kulmahiontakonetta ja timanttikoraa käytettäessä. Tiloissa ei ole ilmanvaihtoa.	alle 0,005	alle 0,01

Kvartsialtistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,005	Alle 10 %	Vähäistä
0,005-0,02	10-40 %	Kohtalaista
0,02-0,05	40-100 %	Merkittävää
0,05-0,1	Yli 100 %	Liiallista
Yli 0,1	Yli 200 %	Ylittää lakisääteisen raja-arvon

Sementtipölyn luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,1	Alle 10 %	Vähäistä
0,1-0,5	10-50 %	Kohtalaista
0,5-1	40-100 %	Merkittävää
Yli 1	Yli 100 %	Liiallista

Alveolijakeisen kvartsin haitalliseksi tunnettu pitoisuus (HTP-arvo): 0,05 mg/m³

Alveolijakeisen kvartsin sitova raja-arvo: 0,1 mg/m³

Alveolijakeisen sementtipölyn HTP-arvo: 1 mg/m³

Kivitasojen ja laattojen arvioidut kvartsipitoisuudet (www.worksafe.vic.gov.au; www.osha.gov)

- keinokivi: 40-95 %
- hiikkakivi: 70-90 %
- liuskekivi: 20-40 %
- marmori: alle 5 %
- kvartsiitti: 95 %
- graniitti: 25-60 %
- posliinilaatat: 14-18 %
- betoni: alle 30 %

OHJEISTUS

- ✓ Altistavia työvaiheita ovat vanhojen laattojen poisto, pohjien tasoitus ja hionta, laastien sekoitus sekä mahdolliset laattojen muotoilut kulmahiontakoneella ja läpivientien poraukset timanttioralla.
- ✓ Vanhoja laattoja irroitettaessa sekä tasoitus ym. pohjatöitä tehtäessä alue osastoidaan pölyverholla pölyn leviämisen minimoimiseksi sisätiloissa.
- ✓ Vanhoja laattoja irroitettaessa on käytettävä suodattavaa P-3 luokan hengityksensuojainta tai puhaltavaa P-3 luokan suojainta. Seiniä ja lattioita tasoittaessa on käytettävä puhaltavaa P-3 luokan suojainta. Pienempiä pinta-aloja hiottaessa voidaan käyttää myös FFP3-luokan kertakäyttöistä hengityksensuojainta.
- ✓ Laatat leikataan pääsääntöisesti laattaleikkurilla (kts. kuva), mikä tulisi huomioida laattoja valittaessa.
- ✓ Koneilla tehtävin leikkauksiin, hiontaan ja porauksiin käytetään laitteita, joihin on liitetty tiiviisti istuva mallinmukainen korkeapaineinen konekohtainen poisto riittävällä imuteholla ja HEPA suodatuksella (RATU 82-0384).
- ✓ Laastien sekoituspisteeseen liitetään kierrättävä, kauluksella varustettu M tai H-luokan kierrättävä ilmanpuhdistin (n. 1000 m³/h, kts. kuva). Vaihtoehtoisesti voidaan samaan tarkoitukseen käyttää sekoittajaan liitettävää H-luokan imuriin liitettävää huuvausta (kts. erillinen ohje).
- ✓ Suositetaan mahdollisuuksien mukaan kivilaatuja, joiden kvartsiipitoisuus on alhainen (kts. edellä).



Huomioitavaa

- Hengityksensuojaimen tulee istua tiiviisti kasvoille. Parta vähentää suojaimen tehoa.
- Tarkkaile laitteiden tehoa työn aikana ja vaihda imurin suodatin aina tehon laskiessa. Jos imurissa ei ole imutehon laskusta varoittavaa toimintoa, vaihdetaan suodatin viikottain. Päivittäin vaihdettavan esisuodattimen käyttö vähentää HEPA-suodattimen vaihtotarvetta.
- Laitteita huollettaessa tulee käyttää hengityksensuojainta.
- Yleisilman pitoisuuksia voi vähentää alipaineistajien lisäksi esim. vastaavan tehon omaavilla kierrättävillä HEPA 13 suodattimilla varustetuilla ilmanpuhdistimilla, jotka sijoitetaan mahdollisimman lähelle pölyn lähdettä.

4.13 TIMANTTIPORAUS SISÄTILOISSA

ALTISTUMISEN TASOJA		
Työtapa, ilmanvaihto ja hengityssuojainten käyttö	Kvartsialtistuminen työpäivänä (mg/m ³)	Alveolijakeiselle pölylle altistuminen työpäivänä (mg/m ³)
Ei ilmanvaihtoa tiloissa, laitekohtainen kohdepoisto. Kuivaporaus timanttiterällä ja hengityksensuojain käytössä vain porauksen aikana.	0,01 - 0,05	1 - 0,5
Ei ilmanvaihtoa tiloissa. Märkäporausta ilman konekohtaista lietteenkeräystä tai hengityksensuojainta. Vesi imuroidaan pois porauksen aikana sekä sen jälkeen irrallisella vesi-imurin letkulla. Ankkuria varten porattiin 10 mm reikiä kuivaporausena.	0,03 - 0,06	0,4 - 0,8
Ei ilmanvaihtoa tiloissa, laitekohtainen kohdepoisto. Märkäporausta timanttiterällä ilman hengityksensuojainta	0,005 - 0,01	0,1 - 0,2
Ei ilmanvaihtoa tiloissa. <ul style="list-style-type: none"> - Märkäporausta timanttiterällä (FFP3-luokan hengityksensuojain) - Kuivaporaus timanttiterällä käyttäen aina osastolla oleskeltaessa puhaltavaa hengityksensuojainta 	alle 0,005	alle 0,1

Kvartsialtistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,005	Alle 10 %	Vähäistä
0,005-0,02	10-40 %	Kohtalaista
0,02-0,05	40-100 %	Merkittävää
0,05-0,1	Yli 100 %	Liiallista
Yli 0,1	Yli 200 %	Ylittää lakisääteisen raja-arvon

Sementtipölyn luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,1	Alle 10 %	Vähäistä
0,1-0,5	10-50 %	Kohtalaista
0,5-1	40-100 %	Merkittävää
Yli 1	Yli 100 %	Liiallista

Alveolijakeisen kvartsin haitalliseksi tunnettu pitoisuus (HTP-arvo): 0,05 mg/m³

Alveolijakeisen kvartsin sitova raja-arvo: 0,1 mg/m³

Alveolijakeisen sementtipölyn HTP-arvo: 1 mg/m³

OHJEISTUS

- ✓ Osastoi alue pölyverholla pölyn leviämisen minimoimiseksi.
- ✓ Timanttiporaus toteutetaan märkäporauksena aina kun mahdollista.
- ✓ Märkäporauksessa timanttiterällä asetetaan vedenpaine siten, että pölyä syntyy mahdollisimman vähän ja käytetään terään yhteensopivaa lietteenkerääjää (NEPSI 2.2.38). HUOM! viereisessä kuvassa lietteenkerääjästä puuttuu tilan puutteen vuoksi kaulus.
- ✓ Huolehditaan, että suljettujen vesijärjestelmien vesi on puhdasta.
- ✓ Kuivaporauksissa sisätiloissa tulee käyttää laitteeseen tiiviisti istuvaa mallinmukaista korkeapaineista konekohtaista poistoa riittävällä imuteholla (RATU 82-0384) ja HEPA H13 suodatuksella (kts. kuva).
- ✓ Yksittäisissä lyhyissä kuivaporauksissa ja märkäporauksissa voidaan käyttää FFP3 luokan kertakäyttöistä hengityksensuojainta. Myös ankkurireikiä porattaessa tulee käyttää FFP3-luokan hengityksensuojainta.
- ✓ Toistuvissa tai pitempikestoisissa kuivaporauksissa tulee aina tiloissa työskennellessä käyttää puhaltavaa P3-luokan hengityksensuojainta.
- ✓ Pölyjäte imuroidaan tarvittaessa H-luokan imurilla ja märkäporauksesta mahdollisesti pinnoille levinnyt liete vesi-imurilla. Kuivaharjausta ei tule käyttää.
- ✓ Tiloissa lyhytaikaisesti vierailevien on syytä käyttää vähintään kertakäyttöistä FFP3-luokan hengityksen suojainta.



Huomioitavaa

- Hengityksensuojaimen tulee istua tiiviisti kasvoille. Parta vähentää suojaimen tehoa.
- Tarkkaile laitteiden tehoa työn aikana ja vaihda imurin suodatin aina tehon laskiessa. Jos imurissa ei ole imutehon laskusta varoittavaa toimintoa, vaihdetaan suodatin vähintään viikottain. Päivittäin vaihdettavan esisuodattimen käyttö vähentää HEPA-suodattimen vaihtotarvetta.
- Laitteita huollettaessa tulee käyttää hengityksensuojainta.
- Jos tilassa ei ole ilmanvaihtoa, on siellä korkea kvartsipitoisuus, kunnes pöly on tiloista siivottu pois. Siksi tiloissa vierailevienkin tulee käyttää hengityksensuojaimia.
- Yleisilman pitoisuuksia voi vähentää alipaineistajien lisäksi esim. vastaavan tehon omaavilla kierrättävillä HEPA H13-suodattimilla varustetuilla ilmanpuhdistimilla (virtaus $\geq 2000 \text{ m}^3/\text{h}$).

5. Rakenteiden purku korjausrakentamisessa

5.1 VÄLISEINIEN JA VÄLIPOHJIEN PIIKKAUS

ALTISTUMISEN TASOJA PIIKKAUSROBOTILLA PIIKKAUKSESSA		
Työtapa, ilmanvaihto ja hengityssuojaimen käyttö	Kvartsialtistuminen työpäivänä (mg/m ³)	Alveolijakeiselle pölylle altistuminen työpäivänä (mg/m ³)
Ei hengityksen suojainta, ei ilmastointia tai alipaineistusta.	yli 0,1	yli 1
Hengityksensuojain piikattaessa, osastointi ja alipaineistus.	yli 0,05	yli 1
Puhaltava hengityksensuojain aina tiloissa oleskeltaessa, osastointi ja alipaineistus	alle 0,002	alle 0,06

Kvartsialtistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,005	Alle 10 %	Vähäistä
0,005-0,02	10-40 %	Kohtalaista
0,02-0,05	40-100 %	Merkittävää
0,05-0,1	Yli 100 %	Liiallista
Yli 0,1	Yli 200 %	Ylittää lakisääteisen raja-arvon

Sementtipölyn luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,1	Alle 10 %	Vähäistä
0,1-0,5	10-50 %	Kohtalaista
0,5-1	40-100 %	Merkittävää
Yli 1	Yli 100 %	Liiallista

Alveolijakeisen kvartsin haitalliseksi tunnettu pitoisuus (HTP-arvo): 0,05 mg/m³

Alveolijakeisen kvartsin sitova raja-arvo: 0,1 mg/m³

Alveolijakeisen sementtipölyn HTP-arvo: 1 mg/m³

OHJEISTUS

- ✓ Purkualue tulee rajata ja purkualueella saa työskennellä vain purkutyöhön osallistuvat työntekijät. Tämä on otettava huomioon työn suunnittelussa ja työmaalle tehtävässä perehdytyksessä.
- ✓ Osastoi alue pölyn leviämisen estämiseksi (RATU 82-0384): paine-ero -5..15 Pa, ilmanvaihtuvuus vähintään 6 kertaa tunnissa.
- ✓ Isoilla työalueilla, joissa osastoinnin ja alipaineisuuden toteuttaminen on hankalaa, ilmavirtoja hallitaan alipaineistajien ym. avulla ja varmistetaan pölyn poistuminen tilasta suodatuslaitteiden avulla.
- ✓ Aina osastolla tai purkualueella oleskeltaessa tulee käyttää puhaltavaa TH3P/TM3P-luokan hengityksensuojainta.
- ✓ Työalueita ja välineitä tulee puhdistaa H-luokan imurilla, Paineilmaa ei saa käyttää vleiSpuhdistukseen, eikä vaatteiden tai välineiden puhdistukseen. Paineilmaa voidaan harkita käytettäväksi esim. ahtaissa raoissa ja onkaloissa, joissa muiden puhdistusmenetelmien käyttö on mahdotonta.
- ✓ Jos alipaineistajat eivät hälytä ilmavirtauksen laskiessa, eikä virtausta seurata esim. virtausmittareilla, pitää esisuodatin ja HEPA-suodatin vaihtaa päivittäin.
- ✓ Jos alipaineistajat eivät hälytä ilmavirtauksen laskiessa, eikä virtausta seurata esim. virtausmittareilla, pitää niiden esisuodatin ja HEPA-suodatin vaihtaa päivittäin.
- ✓ Alipaineistajat tulee jättää päälle työpäivää seuraavaksi yöksi, jonka jälkeen tiloissa voi työskennellä ilman hengityksensuojaimia, jos piikkausta ei jatketa ja tilat on siivottu.
- ✓ Tiloissa lyhytaikaisesti vierailevien tulee käyttää vähintään kertakäyttöistä FFP3-luokan hengityksen suojainta (puolinaamaria).



Huomioitavaa

- Tarkkaile laitteiden tehoa työn aikana.
- Varmista, että alipainepuhaltimien poistoilmaputket pysyvät ehjinä piikkauksen ajan.
- Laitteita huollettaessa tulee käyttää hengityksensuojainta.
- Hengityksen suojaimen tehon laskiessa, TH3P/TM3P-hiukkassuodatin tulee vaihtaa.
- Hengityksensuojaimen tulee istua tiiviisti kasvoille. Parta vähentää suojaimen tehoa.
- Tutusty myös hengityksensuojainten käyttöohjeisiin.

5.2 KALUSTEIDEN JA PINTAMATERIAALIEN POISTO

ALTISTUMISEN TASOJA		
Työtapa, ilmanvaihto ja hengityssuojainten käyttö	Kvartsialtistuminen työpäivänä (mg/m ³)	Alveolijakeiselle pölylle altistuminen työpäivänä (mg/m ³)
Laattojen irrotus piikkausvasaralla ja pohjan hionta. Kertakäyttöinen hengityksensuojain pölyävissä työvaiheissa. Osastointi, mutta ei alipaineistusta tai yleisilmanvaihtoa. Käsikäyttöisissä laitteissa laitekohtainen kohdepoisto.	0,02 – 0,1	0,2 – 1
Ei yleisilmanvaihtoa tai osastointia, ei hengityksensuojainta. Keittiökaluksien purku ja toimitus jätelavalle.	alle 0,002	alle 0,06
Ei yleisilmanvaihtoa tai osastointia, ei hengityksensuojainta. Pintamateriaalien purku ja toimitus jätelavalle, muovimatto, laminaatti, lastulevy yms. materiaalit.	alle 0,002	alle 0,06
Ei yleisilmanvaihtoa tai osastointia, ei hengityksensuojainta. Muovimaton irrottaminen muovimatonpoistokoneella betonipohjasta.	alle 0,002	alle 0,06

Kvartsialtistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h:sta}	Altistumisen suuruus
Alle 0,005	Alle 10 %	Vähäistä
0,005-0,02	10-40 %	Kohtalaista
0,02-0,05	40-100 %	Merkittävää
0,05-0,1	Yli 100 %	Liiallista
Yli 0,1	Yli 200 %	Ylittää lakisääteisen raja-arvon

Sementtipölyn luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h:sta}	Altistumisen suuruus
Alle 0,1	Alle 10 %	Vähäistä
0,1-0,5	10-50 %	Kohtalaista
0,5-1	40-100 %	Merkittävää
Yli 1	Yli 100 %	Liiallista

Alveolijakeisen kvartsin haitalliseksi tunnettu pitoisuus (HTP-arvo): 0,05 mg/m³

Alveolijakeisen kvartsin sitova raja-arvo: 0,1 mg/m³

Alveolijakeisen sementtipölyn HTP-arvo: 1 mg/m³

OHJEISTUS

- ✓ Jos tiloissa tehdään toistuvasti piikkausta, on alue osastoitava pölyn leviämisen estämiseksi (RATU 82-0384): paine-ero -5..15 Pa, ilmanvaihtuvuus vähintään 6 kertaa tunnissa. Siinä tapauksessa kaikkien osastolla työskentelevien tulee aina osastolla oleskeltaessa käyttää puhaltavaa TH3P/TM3P-luokan hengityksensuojainta. Tällöin myös tiloissa lyhytaikaisesti vierailevien on käytettävä vähintään kertakäyttöistä FFP3-luokan hengityksen suojainta (kts. ohje väliseinien ja välipohjien piikkauksesta).
- ✓ Jos purku pitää sisällään satunnaista betoni-, tiili- tai harkkopohjaan poraamista tai esim. käsikäyttöisen piikkaukvasaran käyttöä, suojaudutaan niiden käytön aikana puhaltavalla TH3P/TM3P-luokan hengityksensuojaimella.
- ✓ Keittiökalusteiden, lattiapäällysteiden ja muiden jälkiasennettujen rakenteiden purku on pääsääntöisesti vähän altistavaa työtä. Poikkeuksena on työvaiheet, joissa rikotaan tai työstetään betonirakenteita tai muita kvartsipitoisia materiaaleja. Niiden yhteydessä on käytettävä vähintään FFP3-luokan hengityksensuojaimia.



Huomioitavaa

- Tarkkaile laitteiden tehoa työn aikana.
- Varmista, että alipainepuhaltimien poistoilmaputket pysyvät ehjinä.
- Laitteita huollettaessa tulee käyttää hengityksensuojainta.
- Hengityksen suojaimen tehon laskiessa, TH3P/TM3P-hiukkassuodatin tulee vaihtaa.
- Hengityksensuojaimen tulee istua tiiviisti kasvoille. Parta vähentää suojaimen tehoa.

6. Julkisivutyöt

6.1 HIEKKAPUHALLUS

ALTISTUMISEN TASOJA JA PITOISUUKSIA HIEKKAPUHALLUKSESSA

Hiekkapuhalluksen tekijä

Työtapa, ilmanvaihto ja hengityssuojainten käyttö	Kvartsialtistuminen työpäivänä (mg/m ³)	Alveolijakeiselle pölylle altistuminen työpäivänä (mg/m ³)
Julkisivu huputettu, hiekkapuhalluskypärä paineilmalla käytössä vain hiekkapuhallettaessa. Vettä sumutettiin hiekan joukkoon vesipuhallussuuttimella.	0,07 - 0,80	0,1 - 13
Julkisivu huputettu, suojauksessa aukkoja, tuote kosteaa, puhaltava hengityksensuojain käytössä aina suojapeitteen alla ollessa.	alle 0,0015	alle 0,05

Hiekkapuhaltajan avustaja

Työtapa, ilmanvaihto ja hengityssuojainten käyttö	Kvartsialtistuminen työpäivänä (mg/m ³)	Alveolijakeiselle pölylle altistuminen työpäivänä (mg/m ³)
Ei hengityksensuojainta	0,08 - 0,20	0,1 - 5,0
Puhaltava hengityksensuojain käytössä aina suojapeitteen alla ollessa.	alle 0,0015	alle 0,05

Yleisilmapitoisuuden keskiarvo työpäivänä, suojauksen alla

Työtapa, ilmanvaihto ja hengityssuojainten käyttö	Kvartsialtistuminen työpäivänä (mg/m ³)	Alveolijakeiselle pölylle altistuminen työpäivänä (mg/m ³)
Ei alipaineistusta, hiekka kostutettiin.	1,4 - 2,7	19 - 45

Hiekkapuhalluksen läheisyydessä olevat

Työtapa, ilmanvaihto ja hengityssuojainten käyttö	Kvartsialtistuminen työpäivänä (mg/m ³)	Alveolijakeiselle pölylle altistuminen työpäivänä (mg/m ³)
Ei suojaimia, ei käyty suojauksen alla	0,0041	0,11

Kvartsialtistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,005	Alle 10 %	Vähäistä
0,005-0,02	10-40 %	Kohtalaista
0,02-0,05	40-100 %	Merkittävää
0,05-0,1	Yli 100 %	Liiallista
Yli 0,1	Yli 200 %	Ylittää lakisääteisen raja-arvon

Sementtipölyn luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,1	Alle 10 %	Vähäistä
0,1-0,5	10-50 %	Kohtalaista
0,5-1	40-100 %	Merkittävää
Yli 1	Yli 100 %	Liiallista

Alveolijakeisen kvartsin haitalliseksi tunnettu pitoisuus (HTP-arvo): 0,05 mg/m³

Alveolijakeisen kvartsin sitova raja-arvo: 0,1 mg/m³

Alveolijakeisen sementtipölyn HTP-arvo: 1 mg/m³

OHJEISTUS

- ✓ Hiekkapuhallus, kuten myös esim. kuivajääpuhallus, ovat kaikkein pölyisimpiä töitä rakennusalalla.
- ✓ Riippumatta toteutustavasta ja pölyntorjuntatoimista, hiekkapuhalluksessa tulee käyttää raitisilmamaskia tai puhaltavaa hengityksensuojainta P3 luokan hiukkassuodattimella (TH3 tai TM3).
- ✓ Ympäristönsuojelumääräysten mukaisesti julkisivujen hiekkapuhallus tulee useimmiten tehdä suojapeitteen alla, jolloin hiekkapuhalluksen tekijän lisäksi kaikkien suojapeitteen alla lyhytaikaisesti työskentelevien on käytettävä vähintään P3-luokan suodattimella varustettua suodattavaa puoli- tai kokonaamaria.
- ✓ Suojapeitteen alla lyhytaikaisesti vierailevienkin on käytettävä vähintään kertakäyttöistä FFP3-luokan hengityksen suojainta (puolinaamaria).
- ✓ Lisäksi hiekkapuhaltajan sekä häntä avustavien työntekijöiden tulee käyttää kertakäyttösuojahaalaria, suojakäsineitä ja suojalaseja.
- ✓ Avustavan henkilön tulisi käyttää samoja suojavarusteita.



Huomioitavaa

- Hengityksensuojaimen tehon laskiessa, TH3P/TM3P-hiukkassuodatin tulee vaihtaa.
- Hengityksensuojaimen tulee istua tiiviisti kasvoille. Parta vähentää suojaimen tehoa.
- Jos huputetulla alueella ei ole tehokasta alipaineistusta, on siellä korkea pölypitoisuus ja kvartsiipitoisuus pitkän aikaa hiekkapuhalluksen jälkeen, kunnes pöly on laskeutunut. Siksi tiloissa vierailevienkin tulee käyttää hengityksensuojainta.
- Mikäli huputuksessa on aukkoja, leviää pöly lähiympäristöön. Siksi huputuksen tulisi olla asianmukaisesti asennettu.

6.2 JULKISIVUSAUMAUKSEN UUSIMINEN

ALTISTUMISEN TASOJA		
Työtapa, ilmanvaihto ja hengityssuojainten käyttö	Kvartsialtistuminen työpäivänä (mg/m ³)	Alveolijakeiselle pölylle altistuminen työpäivänä (mg/m ³)
Julkisivussa ei ole suojapeitettä. Vanhan tiivisteiden poisto ja tartuntapintojen puhdistus tehdään samalla kertaa ylhäältä alaspäin edeten. Hengityksensuojainta ei ole käytössä.	0,05 - yli 0,1	0,5 - yli 1
Julkisivu on huputettu. Vanhan tiivisteiden poisto ja tartuntapintojen puhdistus tehdään samalla kertaa. Hengityksensuojainta käytetään saumaa poistettaessa ja tartuntapintoja puhdistettaessa. Vastaavaa työtä tekemässä on kaksi työntekijää.	0,005 - 0,02	0,1 - 0,5
Julkisivussa ei ole suojapeitettä. Vanhan tiivisteiden poisto ja tartuntapintojen puhdistus tehdään erikseen. Jälkimmäisessä vaiheessa käytetään puhaltavaa hengityksensuojainta.	0,005 - 0,01	0,1 - 0,2
Julkisivussa ei ole suojapeitettä. Vanhan tiivisteiden poisto ja tartuntapintojen puhdistus tehdään erikseen. Molemmissa vaiheissa käytetään puhaltavaa hengityksensuojainta.	alle 0,005	alle 0,1

Kvartsialtistuksen luokittelu

Altistuminen (mg/m ₃)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistuksen suuruus
Alle 0,005	Alle 10 %	Vähäistä
0,005-0,02	10-40 %	Kohtalaista
0,02-0,05	40-100 %	Merkittävää
0,05-0,1	Yli 100 %	Liiallista
Yli 0,1	Yli 200 %	Ylittää lakisääteisen raja-arvon

Sementtipölyn luokittelu

Altistuminen (mg/m ₃)	Osuus HTP _{8h} :sta	Altistuksen suuruus
Alle 0,1	Alle 10 %	Vähäistä
0,1-0,5	10-50 %	Kohtalaista
0,5-1	40-100 %	Merkittävää
Yli 1	Yli 100 %	Liiallista

Alveolijakeisen kvartsin haitalliseksi tunnettu pitoisuus (HTP-arvo): 0,05 mg/m³

Alveolijakeisen kvartsin sitova raja-arvo: 0,1 mg/m³

Alveolijakeisen sementtipölyn HTP-arvo: 1 mg/m³

OHJEISTUS

- ✓ Altistavin työvaihe sauma-ainetta poistettaessa on liikuntasauman tartuntapintojen puhdistus, mikäli se tehdään kulmahiontakoneella.
- ✓ Vanhan saumauksen poistossa leikkuuterällä tai poralla voi myös pölytä jonkin verran, mutta pölyntorjunnan kannalta tärkein asia on kulmahiontakoneen tuottaman pölyn minimointi ja hengityksensuojaimen tehokkuus konetta käytettäessä.
- ✓ PCB:tä ja lyijyä sisältäviä saumoja poistettaessa, ympäristömääräysten mukaisesti työ tulee tehdä suojapeitteen alla, jolloin saumoja poistavan työntekijän lisäksi kaikkien suojapeitteen alla lyhytaikaisestikin työskentelevien on käytettävä vähintään P3-luokan suodattimella varustettua suodattavaa puoli- tai kokonaamarua.
- ✓ Haitta-aineita sisältämättömien saumojen ollessa kyseessä suojapeitettä ei yleensä tarvita ja silloin riittää, kun vain saumoja poistava työntekijä käyttää puhaltavaa, P3-luokan suodattimella varustettua hengityksensuojainta tai paineilmalaitetta.
- ✓ Jos työ rytmitetään siten, että tartuntapintojen puhdistus tehdään erikseen vasta sen jälkeen, kun vanha sauma on poistettu, ei sauman irrottamisen aikana tarvita hengityksensuojainta, mikäli työ tehdään ilman suojapeitettä julkisivussa.



Huomioitavaa

- Hengityksensuojaimen tulee istua tiiviisti kasvoille.
- Jos julkisivu on huputettu, eikä suojapeitteen alla ole alipaineistusta, on siellä saumojen tartuntapintoja puhdistettaessa ja pitkän aikaa sen jälkeen korkea kvartsipitoisuus. Siinä tapauksessa tiloissa vierailevienkin tulee käyttää hengityksensuojaimia.

7. Yleisohjeet

7.1 KVARTSI- JA PÖLYALTISTUMISEN MÄÄRITTÄMINEN

7.1.1 ALTISTUMISEN ARVIONTIIN KÄYTETTÄVÄT MENETELMÄT

Kvartsin haitalliseksi tunnettu pitoisuus (HTP-arvo, 0,05 mg/m³) on asetettu alveolijakeiselle pölylle, joka pienijakoisena kulkeutuu keuhkojen alveolialueelle aiheuttaen pitkäkestoisessa altistumisessa suurille pitoisuuksille kivipölykeuhkoa (silikoosia) ja keuhkosyöpää.

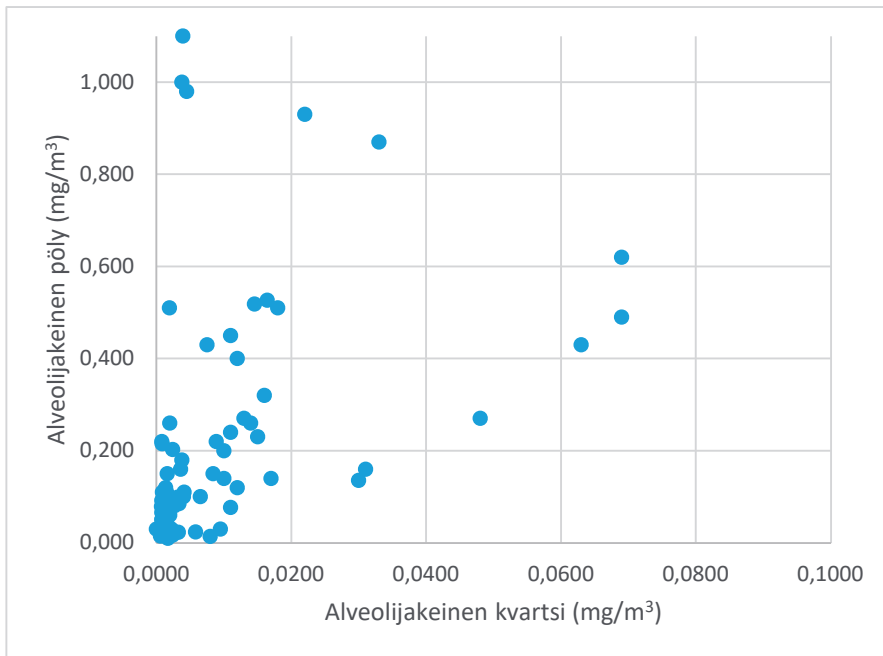
Alveolijakeista pölyä kerätään standardien EN-481 ja EN-482 kanssa yhteensopivilla menetelmillä (kts. EU:n kvartsisopimus). Käytännössä rakennustyömaille ominaisissa pitoisuuksissa näyte on kerättävä syklonilla, käyttäen pumppua, joka on kalibroitu keräämään ko. syklonilla alveolijakeista pölyä (hiukkasten halkaisija alle 10 µm, mediaani 4,25 µm). Henkilökohtaista altistumista arvioitaessa, näyte kerätään työntekijän hengitysvyöhykkeestä edustavan työpäivän ajan.



Kuva 1. Alveolijakeisen pölyn näytteenotossa käytettävä keräin ja pumppu, työntekijän hengitysvyöhykkeelle ripustettuna. Keräin sisältää kalvosuodattimen, jolle alveolijakeinen pöly kerääntyy ja josta kvartsipitoisuus voidaan mitata IR-spektrometrisesti tai röntgendiffraktiometrisesti.

Kvartsin osuus alveolijakeisessa pölyssä vaihtelee suuresti pölyn koostumuksen mukana (kuva 2) ja siksi alveolijakeisen pölyn kvartsipitoisuus on erikseen mitattava syklonilla kerätystä suodatinnäytteistä joko IR-spektrometrisesti tai röntgendiffraktiometrisesti (kts. EU:n kvartsisopimuksen ohjeistus: www.nepsi.eu, pölynvalvonta, 2.3.1).

Kvartsipitoisuutta ei voida suoraan osoittavilla menetelmillä. Sen sijaan alveolijakeisen pölyn pitoisuuksia voidaan mitata suoraan osoittavasti EN-481 yhteensopivilla laitteilla, mutta siitä ei voida luotettavasti päätellä kvartsipitoisuutta (Kuva 2).

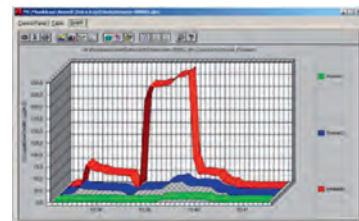


Kuva 2. Altistuminen alveolijakeiselle kvartsille ja pölylle rakennustyömailla samoista mittauspisteistä mitattuna.

7.1.2 SUORAANOSOITTAVIEN PÖLYMITTAREIDEN KÄYTTÖ

Kuvan 3 kaltaisia suoraan osoittavia mittalaitteita voidaan käyttää:

- ✓ Pölyn lähteiden merkittävyyden arviointiin
- ✓ Alveolijakeisen pölyn mittaamiseen.
- ✓ Kohdassa 1 kuvattujen kerääviin menetelmiin perustuvien mittausten tarpeen arviointiin.
- ✓ Pölyntorjuntamenetelmien tehokkuuden arviointiin (esim. kohdepoistojen sieppaustehokkuus).
- ✓ Hengityssuojainten käytön tarpeen arviointiin (mittausta voi verrata alveolijakeisen sementtipölyn HTP-arvoon).
- ✓ Työmenetelmien päästöjen visualisointiin samanaikaisen videoinnin avulla hyödyntäen esim. NIOSH:n ilmaista EVADE ohjelmistoa: [CDC - Mining - EVADE Software - NIOSH](#)



Kuva 3. Pölyjakeiden vaihtelu suoraan osoittavalla laitteella mitattuna (yllä) ja ko. laite (alla; Grimm, Grimm Technologies).

7.2 HENGITYKSENSUOJAIMET KVARTSIPÖLYLLE

Useat pölyävät työt, joissa betonista, sementistä, laasteista tai tillestä lähtöisin olevaa pölyä vapautuu hengitysilmaan, edellyttävät teknisten pölytorjuntatoimenpiteiden lisäksi hengityksensuojainten käyttöä, jotta altistuminen kvartsipölylle saadaan vähennettyä turvalliselle tasolle.

Hengityksensuojainta on käytettävä koko pölyävän jakson ajan eikä sitä saa riisua ennen kuin pöly on hälvennyt. Ilmaan vapautunut alveoliijakeinen pöly laskeutuu hitaasti huonosti ilmastoituissa sisätiloissa. Siksi pölyävien työvälineiden lisäksi myös muiden tilassa oleskelevien tulee käyttää hengityksensuojaimia osastoilla, joissa pölyäviä töitä tehdään riippumatta siitä, onko laitteissa konekohtaisia kohdepoistoja.

Hengityksensuojain vaihtaan työtehtävän ja siinä käytettävien pölynhallintatoimien perusteella. Käyttö on ohjeistettu työtehtäväkohtaisissa ohjeissa. Esimerkiksi:

- Työkaluihin ja laitteisiin liitettävät kohdepoistot vähentävät altistumista ja yleisilmaan leviävän pölyn määrää merkittävästi, mutta ne eivät poista hengityksensuojaimen käyttötarvetta.
 - Veden käyttö pölynsidontaan sen sijaan voi vähentää altistumista niin paljon, ettei hengityksensuojainta tarvita mutta esim. tinanttisauhauksessa näin ei ole koska sahauksessa vapautuu kvartsipitoista aerosolia.
 - Osaston alipaineistus ei ole riittävä toimenpide poistamaan hengityksensuojainten käyttötarvetta esim. osastossa, jossa piikataan hengityksensuojainta, on käytettävä työn aikana ja vähintään n. tunti sen jälkeen, kun piikkaustyö on päättynyt.
- Pölyäviksi töiksi voidaan olettaa mm. työt, joissa:
- Sisätiloissa leikataan, porataan, piikataan, hiotaan tai jyrsitään betoni- ja tiilipohjaisia alustoja ilman, että vettä käytetään pölynsidontaan.
 - Sisätiloissa annostellaan ja sekoitetaan laasteja tai tasotteita ilman kohdepoistoa.
 - Ulkotiloissa porataan räjäytysreikää tai railoja poravaunulla kalliin ilman, että vettä käytetään pölynsidontaan. Vaunujen ohjaamoissa työskentelevät poraajat eivät tarvitse hengityksensuojaimia, mutta tuulen alapuolella vaunun lähietäisyydessä työskentelevien tulee niitä käyttää.
 - Ulkotiloissa niekkapuhalletaan tai kuivaleikataan kiveä tai betonia.

KVARTSIPÖLYLE SOVELTUVIEN HENGITYKSENSUOJAIMIEN VALINTA



Hengityksensuojain ja luokka/*suojauskerron**	Esimerkkejä töistä	Lisätiedot
<p>Pölysuojain: FFP3 -tason kertakäyttöinen hengityksensuojain. FFP3 (EN 149) / 20</p>	<p>Lyhytkestoiset (alle 2h/pv) kevyet työt, joissa pölyntuotto on vähäinen. Esim. yksittäisten alle 15 mm reikien poraaminen betoniin, lyhytkestoiset silvoustyöt lastalla, laastin tai tasoitteen sekoitus.</p>	<p>Tiivistystaus*** Uloshengitysventtiili helpottaa käyttöä ja vähentää suojalasia huurtumista. Käyttöaika korkeintaan yksi työvoro, jonka jälkeen vaihdettava uuteen (NR-merkintä).</p>

Hengityksensuojain ja luokka/*suojauskerron**	Esimerkkejä töistä	Lisätiedot
<p>Suodattava puoliinaamari: EN140 mukainen P3 tason pölysuodattimella varustettu puoliinaamari Suodatin P3 (EN 140) / 30</p>	<p>Lyhytkestoiset (alle 2h/pv) kevyet työt, joissa pölyntuotto on kohtalainen. Esim. edellä mainitut sekä mm. betonin hionta, timanttiporaus ja -sahaus kun koneeseen on liitetty kohdepoisto, tiilien, harkkojen tai kivien märkä-sahaus ja -poraus, maantivisy-tys tärylätkällä, betonijätteen tai kivaineksen lapiointi ja muu pölyävä käsittely.</p>	<p>Tiivistystaus*** Suojainta on säilytettävä puhtaassa paikassa Kasvo-osan voi pestä tai pyyhkiä puhtaaksi kostealla. Suodattimia ei saa pestä.</p>



Hengityksensuojain ja luokka/*suojauskerron**	Esimerkkejä töistä	Lisätiedot
<p>Moottorimaski visiirillä: TH3 tason puhallinsuojain pölysuodattimella. TH3P (EN 12942) / 200</p>	<p>Pitkäkestoiset tai fyysiset työt tai työt, joissa pölyntuotto on suurta. Esim. edellä mainitut sekä rakennusten purkutyt, betonin pilkkaukset, poraus ja sahaus kohdepoistolla, poraus-, räjäytys- ja louhintatyöt.</p>	<p>Vain valmistajan hyväksymänä maski, puhallin, letku ym. osien yhdistelminä. Säilytettävä puhtaassa tilassa ja kasvo-osa puhdistetaan käyttöohjeen mukaan. Ulkoisessa kylmään vuodenaikaan hengitysyhteyden mukautuvat puhallinsuojaimet. Yhteensopivuus kypärän kanssa varmistettava</p>
<p>Kokonaamari puhaltimella: TM3 tason puhallinsuojain pölysuodattimella TM3P (EN 12942) / 1000</p>	<p>Pitkäkestoiset tai fyysiset työt tai työt, joissa pölyntuotto on suurta ja ilmanvaihtuvuus on heikko tai pieni tila. Esim. rakenteiden purkutyt, betonin pilkkaukset, poraus, kuivasahaus, asbestityöt</p>	<p>Tiivysteaus*** Vain valmistajan hyväksymänä maski, puhallin, letku ym. osien yhdistelminä. Säilytettävä puhtaassa tilassa ja kasvo-osa puhdistetaan käyttöohjeen mukaan. Yhteensopivuus kypärän kanssa varmistettava.</p>



Hengityksensuojain ja luokka*/suojuskerron**	Esimerkkejä töistä	Lisätiedot
Hiekkapuhalluskypäriä: Vakiovirtauksella toimiva paineilmaetkulaite. (EN 14594) / 1000	Hiekkapuhallus, kuivajää-puhallus.	Liitetään hengityskelpoiseen paineilmalähteeseen, jonka virtaus vastaa suojaimen valmistajan vaatimuksia.

- * Luokka: Luokan perusteella valitaan kaupassa/varastosta suojain, joka suojaa oikein käytettynä kvartsiälyytää, mainituissa töissä ja ehdoilla
- ** Suojuskerron: asiantuntija-arvio käytännön suojuskertoimesta. Esim. 20 tarkoittaa sitä, että suojaimen sisäpuolella pitoisuus on 1/20 osa ulkopuolelle olevaan pitoisuuteen verrattuna. Lue lisää: <https://www.ttl.fi/file-download/download/public/2419>
- *** Tiivystystaus käyttöopastuksen yhteydessä: Henkilökohtainen tiivystystaus varmistaa, että juuri kyseinen hengityksensuojainmalli istuu tiiviisti käyttäjän kasvoilla. Lue lisää: <https://www.ttl.fi/palvelut/tyoympariston-riskit-ja-turvallisuus/hengityksensuojainten-tiivystystaus>. Työpaikka voi hankkia oman tiivystestipakkauksen ja järjestää tiivystestauksen testipakkauksen ohjeiden mukaisesti.

HENGITYKSENSUOJAINTEN PUKEMINEN JA TIIVYSTEESTAUS ENNEN JOKAISTA KÄYTTÖKERTAA

Hengityksensuojaimet suojajaavat ainoastaan, kun ne ovat kunnossa ja puettu oikein.

Suodattavien suojainten käyttöopastuksessa voi hyödyntää Työterveyslaitoksen laatimia huonetauluja, jotka suositellaan ripustettavan rakennustyömaalle näkyvälle paikalle suojainten huolto- ja säilytystilaan:

- Polysuojaimen pukeminen: <https://www.ttl.fi/file-download/download/public/2415>
- Puoliinaamarin pukeminen: <https://www.ttl.fi/file-download/download/public/2416>
- Hengityksensuojaimen tiivistyminen: <https://www.ttl.fi/file-download/download/public/2410>

Puhaltimella varustettuja tai paineilmaan liitetyjä hengityksensuojaimia saa käyttää ainoastaan valmistajan tarkoitamina kokonaisuuksina ja yhdistelminä. Käytössä ja huollossa on noudatettava käyttöohjeita.

HUOMIOITAVIA ASIOITA

- Työnantajan tehtävä on hankkia käyttäjille sopivat ja vaatimustenmukaiset hengityksensuojaimet riskinarvioinnin perusteella. Lue lisää Henkiönsuojainten valintaa ja käyttöä: <https://www.ttl.fi/file-download/download/public/2424>
- Työnantajan on määriteltävä suojainten käyttötilanteet, käyttöajaksen pituus ja työn rasitustekijät sekä altistuksen toistuvuus.
- Hengityksensuojaimen yhteensopivuus kypärän, kuulonsuojainten, putoamissuojainten ja suojalasien kanssa on varmistettava.
- Kaikki hengityksensuojaimallit eivät sovi kaikille, joten työntekijöiden on itse oltava mukana kokeilemassa ja valitsemassa itselleen ja työhön sopiva suojain.
- Mikäli työntekijällä on leuka- tai kokoparta, tulee hänen käyttää puhallinsuojainta, koska suodattavat maskit eivät tiivisty kunnolla hänen kasvoilleen.
- Suojainten käyttö edellyttää aina käyttäjien koulutusta ja käytön valvontaa työpaikalla
- Hengityksensuojainten ylläpito, sisältäen suodattimien ja kertakäyttöisten suojainten vaihtovälin tulee olla työnantajan toimesta ohjeistettu ja opastettu ja soveltuvat huoltopaikat tulee järjestää.
- Työntekijän velvollisuuksiin kuuluu suojainten käyttö ja huolto työnantajan ohjaamalla tavalla sekä suojaimissa ilmeneistä puutteista ilmoittaminen esihenkilölle.

7.3 KVARTSIPÖLYN TORJUNTA RAKENNUSTYÖMAILLA

Kvartsipölyä muodostuu kun työmaalla käsitellään ja työstetään kiveä ja hiekkaa sisältävää materiaalia kuten mm. betonia, tiiltä, laasteja ja hiekkaa. Kvartsipöly on hengitettynä syöpävaarallista ja siksi kvartsipölyä on työmaalla torjuttava aina ja kaikin mahdollisin keinoin. Tämä edellyttää pölyntorjunnan suunnittelua etukäteen sekä toimenpiteiden toteuttamista rakennustyömaan kaikkien osapuolten yhteistyönä.

Kvartsipölyn terveysvaikutukset tulevat usein esiin vasta vuosien pölyssä työskentelyn jälkeen ja silloin hoitokeinot ovat vähissä ja sairaus etenee pölyntorjunnasta huolimatta. Haitallisin kvartsipöly on hienojakoista ja niin pientä, ettei silmä kykene sitä erottamaan. Kvartsipöly jää leijumaan ilmaan pitkäksi aikaa, jopa yli 8 tunniksi. Tämän takia on minimoitava kiviainesta sisältävän materiaalin työstöä ja käsittelyä, käytettävä aina työstettäessä ja käsittelyssä kohdepoistoja tai esim. märkämenetelmiä ja kastelua. Lisäksi on estettävä pölyn leviäminen työmaalla mm. osastoimalla ja alipaineistamalla sekä huolehdittava siivouksesta. Useimmissa pölytöissä on lisäksi käytettävä hengityksensuojaimia ja varusteet on puhdistettava viipymättä työsuorituksen jälkeen.



Kuva 1. Hienopölypitoisuus työilmassa vaihtelee työpäivän aikana ja pitoisuus ei laske turvalliselle tasolle missään vaiheessa työpäivän aikana vaan vasta työpäivän jälkeen (kuvassa n. klo 19).

Työntekijän ja muiden tiloissa vierailevien on käytettävä henkilökohtaista hengityksensuojausta jatkuvasti. Kohdepoiston käyttö työkalussa vähentää yleisilman pölypitoisuutta ja nopeuttaa tilan työilman puhdistumista työn päätyttyä.

PÖLYNTORJUNNAN TOTEUTTAMINEN

1. Työnjohtoa ja työntekijöitä tulee kouluttaa pölyn vaaroista esim. NEPSI-aineistoa hyödyntäen.
2. Pölyntorjunta on suunniteltu ennalta työvaiheittain ja -tehtävittäin riskinarvioinnin perusteella. Riskinarviointia tarkennetaan tarvittaessa pölymittauksin. Torjunnan edellyttämät toimenpiteet on huomioitu rakentamisen aikataulussa ja vaiheistuksessa.
⇒ Työvaihe, työkohde, työtehtävä, aikataulu, kohdepoistot, osastointi, hengityksensuojain, vastuuhenkilö
⇒ Vaatimuksia ja menettelytapoja tarkennetaan suunnittelun ja työmaan edetessä.
3. Järjestyksen ylläpito on suunniteltu, jolloin tilat ja työpisteet voidaan koska vain siivota ja puhdistaa tehokkaasti. Mm. työmaalla tavarat on sijoitettu niin, että alta, sivuilta ja päältä voidaan siivota imurilla ja työmaalla on vain työvaiheeseen kuuluvaa tavaraa.
4. Pölyntorjuntakeinot ja -tehtävät ovat kaikkien rakentamisen asianosaisten osapuolten tiedossa ajoissa. Esim. tarjousvaiheessa urakoitsija tarvitsee tietoa mm. siitä, kenen tehtävä on rakentaa ja vastata osastoinneista. Kohdepoistojen käyttöä tulee vaatia aina ja työtehtävän jälkeen siivousvaatimuksena tulee olla imuroitu tila.
5. Rakennustyömaalla todennetaan (vastaanottotarkastus), että kaikki pölyntorjuntavälineet ovat vaatimusten mukaiset ja että ne soveltuvat kvartsipölyn torjuntaan esim. H-luokan imurit.
6. Pölyntorjuntavälineiden käyttöopastus, huolto ja käytön aikaiset toimintatarkastukset tulee olla sovittu ja vastuutettu (alipaineistajat, ilmanpuhdistimet, kohdepoistot, imurit, sulakkeet, lastat, kasteluvälineet, ...)
7. Pölyävien työvaiheiden ja töiden osastointien rakentaminen, tiivistäminen ja alipaineistus tulee olla suunniteltu, vastuutettu ja aikataulutettu. Pölyn kulkeutuminen osastojen ulkopuolelle on estettävä (mm. vaatteiden ja varusteiden puhdistus imuroimalla, pölyä sitovat matot, ...)
8. Pölyä torjutaan aina myös syntylähteellä (kohdepoistot, vesikastelu, vesisumutus, ...). Esim. työmaalla ei saa käyttää porakoneita, joissa ei ole integroitua kohdepoistoa.
9. Työnaikaisesta siivouksesta ja laitteiden toimintatarkastuksista on sovittu, siivoustiheydessä huomioidaan eri töissä ja työvaiheissa muodostuva pölymäärä.
10. Työntekijät opastetaan hengityksensuojainten käyttöön ja huoltoon. Huolto-opastus, hengityksensuojainten tiiveystestaus sekä niiden ja muiden työvarusteiden puhdistukselle on järjestetty tilat työmaalla.
11. Sosiaali- ja toimistotilojen, ajoneuvojen ohjaamojen ym. tilojen siivous ja ylipaineisuus tulee järjestää asianmukaisesti (siivoustiheys ja välineet, tuloilmansuodattimet)
12. Rakennuttajan, päätoteuttajan ja työnantajien toteuttamasta valvonnasta huolehditaan ja valvonnan edellyttämien toimenpiteiden toteutumista seurataan.

PÖLYNTORJUNTAAN LIITTYVIÄ TIETOLÄHTEITÄ JA OHJEITA

- NEPSI Hyvä käytäntö -opas: <https://nepsi.eu/fi/hyva-kaytanto-opas.html>
- Pölyntorjunta rakennustyössä, Ratu S-1225, Rakennustieto Oy: <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%20S-1225>

- Tavanomaiset purkutyöt. Vaaralliset aineet – käsittely ja suojaus. Menetelmät, Ratu 82-0384, Rakennustieto Oy: <https://www.rakennustietokauppa.fi/sivu/tuote/ratu-82-0384-tavanomaiset-purkutyot-vaaralliset-aineet-kasittely-ja-suojaus-menetelmat/2742953>
- Osastoinnin rakenne ja alipaine, Malliratkaisu asbestipurkutyöhön, Työterveyslaitos. Saatavissa: <https://www.ttl.fi/file-download/download/public/2359>
- Osastoinnin ilmanvaihto, Malliratkaisu asbestipurkutyöhön, Työterveyslaitos. Saatavissa: <https://www.ttl.fi/file-download/download/public/2354>
- Koulutus- ja itseopiskeluaineistot: Pölynhallinnan ja maan tiivistämisen kestävä toimintamallit talonrakennusosalalla. Koski, H. ym. (2013), VTT. Saatavissa: <https://oma.tsr.fi/api/projects/e4f18db1-0128-4ccf-a83b-f0db258eec5a/attachment/d4eab477-8b22-4857-bf3f-ec07d35c3e6a>
- Rakennuspölylle altistumisen vähentäminen uudisrakentamisessa. Loppuraportti TSR-hanke 107051 (osa A), Asikainen, V. ym. (2009). Kuopion Yliopisto.
- Rakennustyöpaikan pölyn leviämisen hallinta vesisumutusmenetelmällä. Loppuraportti, Kokkonen A. ym. (2014). Itä-Suomen yliopisto Ympäristötieteen laitos Kuopio. Saatavissa: https://erepo.uef.fi/bitstream/handle/123456789/14014/urn_isbn_978-952-61-1474-3.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ohjeet kansallisille työsuojelutarkastajille: riskit, jotka liittyvät työntekijöiden altistumiseen hengitettävälle kiteiselle piidioksidille rakennustyömailla (2016), Johtavien työsuojelutarkastajien komitea SLIC. Saatavissa: [https://circabc.europa.eu/webdav/CircaBC/empl/SLIC%20\(public%20access\)/Library/09.%20Other%20publications/GUIDES/Guidance%20for%20N%20L%20I%20addressing%20risks%20from%20worker%20exposure%20to%20respirable%20crystalline%20silica%20\(RCS\)%20on%20construction%20sites/Guide%20RCS%20-%20FI.pdf](https://circabc.europa.eu/webdav/CircaBC/empl/SLIC%20(public%20access)/Library/09.%20Other%20publications/GUIDES/Guidance%20for%20N%20L%20I%20addressing%20risks%20from%20worker%20exposure%20to%20respirable%20crystalline%20silica%20(RCS)%20on%20construction%20sites/Guide%20RCS%20-%20FI.pdf)
- Ohjeita korjausrakentamisen pölyntorjuntaan (2013), PUTUSA- tutkimushanke VTT, Itä-Suomen yliopisto ja VTT. Saatavissa: https://www.vttresearch.com/sites/default/files/julkaisut/muut/2013/Putusa_ohje_laaja_130415.pdf ja https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2019/05/P%C3%B6lynhallinta-korjausrakentamisessa_loppuraportti.pdf
- Referensmätningar för kvartsexponering vid olika typer av ROT-arbeten inom byggindustrin (2019), Ann-Beth Antonsson, Bo Sahlberg; IVL rapport B 2364. Saatavissa: <https://www.ivl.se/download/18.2299af4c16c6c7485d041ac/1572276712895/B2364.pdf>
- Työterveyslaitos: Kvartsi <https://www.ttl.fi/kemikaalit-ja-tyo/kvartsi/> ja Hengityksensuojaimet <https://www.ttl.fi/malliratkaisut/>.

7.4 RAKENNUSPÖLYNIMURIT JA KOHDEPOISTOIMURIT KVARTSIPÖLYLLE

Haitallinen pöly, jota muodostuu mm. betonista, sementistä, laasteista tai tiilestä on hyvin hienojakoista ja torjunta edellyttää kohdepoistoilta ja pölynimureilta hyvää imutehoa ja pölynerotuskykyä. Lisäksi vaatimuksena on ahkera imureiden käyttö, jotta kvartsipöly saadaan poistettua työmaalta ennen kuin terveysvaarallinen pöly pääsee keuhkoihin.



Keskuspölynimurijärjestelmä, johon voi liittyä jokaisessa kerroksessa mahdollistaa tehokkaan pölynpoistoon työmaalla.

H-luokan imurissa on ilmaisin, joka kertoo suodattimen tukkeutumisesta. Suodattimien vaihto ja imurin tyhjennys on suunniteltu niin, että toimenpiteet voidaan tehdä altistumatta pölylle.

Kvartsipölylle soveltuvilta rakennuspölynimureilta ja kohdeimureilta vaadittavia ominaisuuksia

- Imurin poistoilmasuihku ei saa nostattaa pinnoilla olevaa pölyä ilmaan. Lisäksi imurisiivous tapahtuu aina puhtaalta alueelta kohti likaista aluetta, jolloin siivousta suorittavan tai imurin liike ei nostata pölyä ilmaan. Jos siivottavilta pinnoilta nousee näkyvää pölyä ilmaan, on siivoajan käytettävä hengityksensuojainta (vähintään FFP3).
- Imurisuulakkeen ja -letkujen sekä liitosten tulee olla ehjät ja tiiviit. Esim. lattiasuulakkeen kumitiiviste on vaihdettava uuteen, kun se on kulunut ja kohdepoistossa käytettävän suulakkeen on tiivistyttävä pölylähteen ympärille. Runsaasti pölyävissä työvaiheissa, esimerkiksi osastointien sisällä tehtävissä pölyävissä töissä, tarvitaan myös varusteiden ja vaatteiden imurointia varten soveltuva imurisuulake.
- Kohdepoistimureissa on työkoneelle virran ulosotto ja pysäytysautomaatiikka, joka pysäyttää imurin vasta hetken kuluttua työkoneen pysäyttämisestä.

- Imurin tyhjennys, huollot ja suodattimien vaihdot on voitava tehdä pölyttömästi. Mm. pölypussin tulee olla suljettava ja suodatin pitää olla vaihdettavissa pölyä levittämättä.
- Imurissa on hälytin, joka ilmoittaa kun ilmavirtaus on laskenut alle suunnitteluarvon, jolloin käyttäjä voi ryhtyä käyttöohjeessa vaadittuihin ja hänelle opastettuihin huoltotoimenpiteisiin. Imuriin liitetty esierotin esim. sykloni ja imurin esisuodattimen suuri pinta-ala sekä automaattipuhdistus pidentävät käyttöaika huoltotoimenpiteiden välillä.
- Letkuissa, putkissa tai suulakkeissa ei saa olla tukoksia. Ennen imurointia isot kappaleet kootaan lastan avulla ja siirretään pölyttämättä keräysastiaan.
- Imurissa on HEPA 13- tai HEPA 14 -luokan suodattimet sekä esisuodatin, eikä suodattimien ohivirtauksia saa esiintyä. Lähtökohtaisesti käytetään H-luokan imureita. H-luokan imureissa on mm. pölytön tyhjennys, hälytin ja ne on testattu ohivirtausten varalta. Niiden on myös osoitettu täyttävät muut standardin SFS-EN 60335-2-69 vaatimukset, jolloin ne soveltuvat kvartsihionemureiksi. Standardissa H merkitsee "High" ja imurin tulee erottaa 99,995 % imuroidusta pölystä. Vastaavia testejä rakennusimureille on saatettu tehdä ja on voitu osoittaa myös muilla menettelyillä, että ne soveltuvat käyttötarkoitukseensa. Vaatimustenmukaisuudesta kvartsihionemureina on kuitenkin varmistuttava erikseen.
- Kohdepoiston imutehovaatimus on riippuvainen mm. pölyä tuottavasta prosessista, syntyvän materiaalin painosta ja koosta, kohdepoistosuulakkeen rakenteesta ja siitä, miten hyvin suulake tiivistyy työstettävän kohdan ympärille. Huomioitava on muun muassa, että imurin ja kohdepoiston letkun halkaisija ja pituus sekä mahdolliset kulmat ja mutkat tuottavat painehäviötä ja asettavat lisävaatimuksia imumoottorin teholle yhdessä pölyn laadun, määrän ja suodatusvaatimusten kanssa. Saman laitetoimittajan kone-, kohdepoisto- ja imuriyhdistelmät huomioivat yleensä työkalun imutehovaatimuksen. Laittevalmistajien käyttöohjeissa annetaan tarkempia neuvoja eri käyttötilanteisiin.

Imurien valinta eri töihin

<i>Karkea arvio eräiden työkalujen ja työvaiheiden vaatimista kohdepoistoilmamäärien suuruusluokista ja letkukalkaisijoista</i>	Virtaus, m³/h	Letkun halkaisija, mm
Integroidut kohdepoistot käsityökaluissa (esim. pienet piikkausvasarat, iskuporakoneet, porakoneet, käsisirkkeli), pienimuotoinen imurisiivous/-puhdistus	150 - 300	38 - 50
Imurisiivous, tiiviisti integroidut kohdepoistot useimmissa työkaluissa (esim. hiomakoneet, katkaisukoneet)	200 - 800	50 - 76
Keskuspölynimurit, kohdepoistot työkaluissa ja koneissa	800 - 1500	70 - 110
Lähde: Christensson, ym. (2012) Effektiva åtgärder mot damm på byggarbetsplatser. Etapp 2. IVL-rapport B 2057 ja Ratu 82-0384		

Huomioitavia asioita

- Imureiden käyttöohjeita on noudatettava, mm. imurin pölypussin ja suodattimien on oltava paikoillaan käytön aikana.
- Kuivaharjausta ei saa käyttää ja isot kappaleet kootaan esim. lastalla ennen imurointia.
- Pölynimurointivaatimukset, siivoustiheys sekä kohdepoistot eri työvaiheissa on suunniteltava, sovitettava ja viestitettävä, muiden pölyntorjuntakeinojen ohella, hyvissä ajoin

rakennushankkeen suunnitteluvaiheesta alkaen. Vaatimuksia ja menettelyitä tarkennetaan suunnittelun edetessä työvaihe- ja työkohtaisesti siten, että kaikilla osapuolilla on tarvittavat tiedot ajoissa.

- Voidaan esimerkiksi valita tehokas keskuspölynimurijärjestelmä rakennustyömaalle, jota voidaan hyödyntää sekä siivouksessa että kohdepoistoissa.
- Rakennustyömaalla tarvitaan myös liikuteltavia rakennuspölynimureita ja suunnittelussa sekä viestinnässä eri osapuolille on mm. huomioitava näiden siirrot ja liikuteltavuus eri käyttökohteissa ja niiden välillä. Lisäksi mm. lattiaimuroinnissa imurivarsi tulee olla säädettävissä ja letkun pituuden pitää mahdollistaa imurointi hyvässä työasennossa.
- Em. menettelyiden suunnitteluun liittyy mm. valittujen imureiden ja järjestelmien ylläpitomenettelyistä ja tehtävistä sopiminen sekä opastus. Opastuksessa hyödynnetään em. välineiden käyttöohjeita.
- Epäkuntoisia imureita ei saa käyttää
- Rakennustyömaalla työnantajien on pidettävä imurit ja keskuspölynimurijärjestelmät jatkuvasti kunnossa ja niiden toimivuudesta on varmistuttava säännöllisin tarkastuksin. Tarkastuksista ja havainnoista sekä korjaavista toimenpiteistä pidetään kirjaa.
- Työntekijöiden on ylläpidettävä ja huollettava imureita työnantajalta saamansa opastuksen ja käyttöohjeiden mukaan. Työntekijöiden on ilmoitettava esihenkilölle havaitsemistaan puutteista.

Tämä yhteenveto on Työsuojelurahaston, Rakennusliiton ja Rakennusteollisuus RT:n rahoittaman tutkimushankkeen "Kvartsialtistuminen ja sen hallinta rakentamisessa" loppuraportti. Raportissa kuvataan talonrakentamisen ja infrarakentamisen kvartsipölylle altistavien töiden turvallinen tekeminen. Ja kerrotaan miten tehtynä eri töissä syöpävaarallisille tekijöille työssään altistuvien ASA rekisterin ilmoituskynnys alittuu ja miten toimittuna altistuminen on kohtalaista, merkittävää tai liiallista. Lisäksi on mittauksiin perustuvaan altistumisen arviointiin nojaten kerrottu, mitkä työntekijät tulisi ottaa lakisääteisen työterveyshuollon terveydentilan seurannan piiriin.



Työsuojelurahasto
Arbetskyddsfonden
The Finnish Work Environment Fund

Työterveyslaitos
Arbetshälsoinstitutet
Finnish Institute of Occupational Health

PL 40, 00032 Työterveyslaitos

www.ttl.fi

ISBN 978-951-391-048-5 (nid.)

ISBN 978-952-391-049-2 (PDF)

