



Ilkka Huttunen

Kvartsipölynhallinta satama- ja laiturirakentamisessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

29.2.2024

Tiivistelmä

Tekijä: Ilkka Huttunen
Otsikko: Kvartsiöpölynhallinta satama- ja laiturirakentamisessa
Sivumäärä: 56 sivua + 11 liitettä
Aika: 29.2.2024

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine: Infrarakentaminen
Ohjaajat: Laatupäällikkö Päivi Stordell
Lehtori Simo Hoikkala

Avainsanat: kvartsiöpöly, infrarakentaminen, laituri- ja satamarakentaminen, lainsäädäntö, ohjeet, pölynhallintasuunnitelma

Rakennustyössä yleisesti esiintyvä alveolijakoinen kvartsiöpöly määriteltiin vuoden 2020 alussa annetulla asetuksella syöpävaaralliseksi aineeksi. Tämä on lisännyt rakentamisessa toteutettavien pölyntorjuntatoimenpiteiden vaatimuksia. Työsuojeluviranomainen on asetuksen voimaan astumisen jälkeen tehostanut rakentamisen pölynhallinnan valvontaa.

Insinööriyössä laadittiin Terramarelle pölynhallintasuunnitelmat satama- ja laiturirakentamisen päätyövaiheisiin. Päätyövaiheiksi valittiin todennäköisimmin toteutuvat työvaiheet satama- ja laiturirakentamisessa. Suunnitelmien laatimisen lisäksi työssä koottiin yhteen pölynhallintaan liittyvä tieto, jota hyödyntäen pölynhallintasuunnitelmat ja pölyntorjunta työmailla voidaan toteuttaa. Tavoitteena oli myös yhtenäistää ja helpottaa Terramaren työmaiden pölyntorjuntaa.

Työssä perehdyttiin kvartsiöpölyn terveysvaikutuksiin ja niiden määrittämiseen kirjallisuuslähteiden avulla. Rakennustyön pölynhallintaan liittyvää lainsäädäntö, ohjeistukset ja työsuojeluviranomaisen suorittaman valvonnan periaatteet pyrittiin esittelemään mahdollisimman kattavasti. Pölynhallintasuunnitelmat laadittiin Työterveyslaitoksen tekemän tutkimuksen perusteella tehtyjä pölynhallintaohjeita hyödyntäen sekä haastatteleamalla Terramaren henkilöstöä, laitetoimittajia, työterveyslaitoksen sekä työsuojeluviranomaisen edustajia.

Insinööriyön lopputuloksena syntyi satama- ja laiturirakentamisen työturvallisuussuunnitelmaan kuuluva pölynhallintasuunnitelma. Suunnitelma sisältää pölynhallintaan kuuluvat yleiset kokonaisuudet sekä päätyövaiheet. Työvaihekohtaiset suunnitelmat ovat yleispäteviä ja niissä on aina huomioitava työmaan erityispiirteet.

Valtioneuvoston asetuksen työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta voimaan astumisen jälkeen pölynhallinta rakennusteollisuudessa on parantunut. Työterveyslaitoksen tekemä tutkimus ja sen tulokset antavat perusteita ja työhygieenisillä mittauksilla todennettuja menetelmiä kvartsiöpölyaltistumisen vähentämiseksi.

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Ilkka Huttunen
Title: Control of Silica Dust In Harbour and Quay Construction
Number of Pages: 56 pages + 11 appendices
Date: 29 February 2024

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Civil Engineering
Professional Major: Infraconstruction Engineering
Supervisors: Päivi Stordell, Quality manager
Simo Hoikkala, Senior Lecturer

Keywords: silica dust, infrastructure construction, harbour and quay construction, legislation, code of practice, dust management plan

Alveoli-divided silica dust commonly found in construction work was defined as a carcinogen by a decree issued in the beginning of 2020. This has increased the requirements for dust control measures in construction. Since the entry into force of the regulation, the Occupational Safety and Health Authority has stepped up the monitoring of dust management in construction.

The thesis drew up dust management plans for harbour and quay construction main work stages to Terramare. The most likely work stages to occur in harbour and quay construction were chosen as the main work stages. In addition to drawing up the plans, the thesis brought together information related to dust management. Information can be used to implement dust management plans and dust control at work sites. The aim was also to unify and facilitate dust control at Terramare work sites.

The thesis examined the health effects of silica dust and how to determine health effects. Legislation, guidelines, and the principles of supervision by the Occupational Safety and Health Authority related to the dust management of construction work was presented as comprehensively as possible. The dust management plans were drawn up based on a study and guidelines carried out by the Institute of Occupational Health and by interviewing Terramare personnel, equipment suppliers, representatives of the Institute of Occupational Health and the Occupational Safety and Health Authority.

The result of the thesis was a dust management plan, which is part of the occupational safety plan. The plan includes the general dust management and dust management at the main work stages. Work stage specific plans are universal and must always be updated according to specifics of the site.

Since the entry into force of the decree, dust management in the construction industry has improved. A study conducted by the Finnish Institute of Occupational Health and its results give methods verified with occupational hygiene measurements to avoid silica dust exposure.

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Kvartsipöly	3
2.1	Mitä on kvartsipöly	3
2.2	Kvartsipölylle altistuminen	3
2.3	Kvartsipölyn aiheuttamat terveystahat	5
2.3.1	Silikoosi	6
2.3.2	Keuhkosityöpä	6
2.4	Kvartsipölyaltistumisen merkittävyys	7
2.4.1	Haitalliseksi tunnettu pitoisuus ja raja-arvo	7
2.4.2	Kvartsipölyn haitalliseksi tunnettu pitoisuus ja raja-arvo	8
2.4.3	ASA-rekisteri	11
3	Kvartsipölyn torjuntaan liittyvä lainsäädäntö, ohjeistus ja valvonta	13
3.1	Lainsäädäntö	13
3.1.1	Työturvallisuuslaki	13
3.1.2	Valtioneuvoston asetus kemiallisista tekijöistä työssä	14
3.1.3	Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta	16
3.1.4	Valtioneuvoston asetus työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta	17
3.2	Ohjeet kvartsipölyhallintaan	18
3.2.1	Työterveyslaitoksen laatimat ohjeet kvartsipölyn hallintaan	18
3.2.2	NEPSI Hyvä käytäntö -opas	21
3.3	Aluehallintaviraston valvonta kvartsipölyn hallintaan liittyen	21
4	Pölyhallinnansuunnittelu ja toteuttaminen	24
4.1	Riskiarvio	24
4.2	Kvartsipölyaltistumisen mittaaminen	26
4.2.1	Mittausmenetelmät	26
4.2.2	Mittauksien suorittaminen	28
4.3	Kvartsipölyhallintakeinot	30
4.4	Kvartsipölyhallintasuunnitelmissa esitettävät asiat	31
4.5	Henkilöstön perehdyttäminen	34

5	Työvaihekohtaiset pölyntorjuntasuunnitelmat	35
5.1	Yleistä pölyntorjuntasuunnitelmista	35
5.2	Työmaatiet ja sosiaalityöt	36
5.3	Työkoneiden ja ajoneuvojen ohjaamotyöskentely	39
5.4	Työvaihekohtaiset pölyntorjuntasuunnitelmat	40
5.4.1	Betonipintojen jälkityöt	40
5.4.2	Kiviaineksen poraus ja paalutus	42
5.4.3	Louhinta	43
5.4.4	Maankaivu ja täyttötyöt	43
5.4.5	Murskaus	44
5.4.6	Purkutyöt	45
6	Yhteenveto ja pohdinta	47
	Lähteet	53
	Liitteet	
	Liite 1: Yksinkertaistettu alveolijakoisen kvartsipölyn riskienhallintamalli	
	Liite 2: Kvartsipölyaltistumisen hallintasuunnitelmat	
	Liite 3: Esimerkki sosiaalityötilojen yhteyteen sijoitetusta puhdistamistilasta	
	Liite 4: Työterveyslaitoksen ohje työkoneiden ja ajoneuvojen ohjaamotyöskentelystä	
	Liite 5: Työterveyslaitoksen ohje porausvaunun käytöstä	
	Liite 6: Työterveyslaitoksen ohje räjäytystöistä	
	Liite 7: Työterveyslaitoksen ohje maansiirtotöistä	
	Liite 8: Työterveyslaitoksen ohje murskauksesta	
	Liite 9: Työterveyslaitoksen ohje purkutöistä	
	Liite 10: Haastattelu Työterveyslaitos johtava asiantuntija Tapani Tuomi	
	Liite 11: Haastattelu AVI ylitarkastaja Mikko Koivisto	

Lyhenteet

ASA-rekisteri: Syöpäsairauden vaaraa aiheuttaville aineille ja menetelmille ammatissaan altistuvien rekisteri.

HTP-arvo: Haitallisiksi tunnetut pitoisuudet.

IARC: International Agency for Research on Cancer

NEPSI: European Network for Silica. Opas hyvistä käytännöistä käsitellessä kiteistä piioksidia tai sitä sisältäviä tuotteita.

1 Johdanto

Insinööritö käsittelee pölyhallinnan merkitystä henkilöstön terveydelle sekä pölyhallinnan suunnittelua infrarakentamisessa. Työssä käydään läpi kvartsi-pölyn vaikutukset ihmiseen, vaikutusten määrittäminen ja mittaaminen, pölyhallintaan liittyvä lainsäädäntö ja ohjeistus sekä laaditaan pölyhallintasuunnitelmat laituri- ja satamarakentamiseen.

Rakennusalalla yleinen syöpävaarallinen aine on kvartsi-pöly. Kvartsi-pölyä syntyy rakennustyömailla kiviainesta sisältävän materiaalin käsittelyssä. Satama- ja laiturirakentamisessa kvartsi-pölylle altistavia työvaiheita ovat mm. maansiirto-, räjäytys-, poraus- sekä purkutyöt.

1.1.2020 astui voimaan Valtioneuvoston asetus työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta (1267/2019). Rakennusurakan päätoteuttajan vastuulla on tehdä tarvittavat riskiarviointeihin perustuvat pölyntorjuntasuunnitelmat, joissa esitetään toimenpiteet pölyaltistumisen ehkäisemiseksi tai vähentämiseksi. Tietoisuus kvartsi-pölyn terveyshaitoista on lisääntynyt uuden asetuksen myötä, mutta pölyntorjuntasuunnitelmien laatu ja tehdyt toimenpiteet vaihtelevat yritysten välillä. Infrarakentamisessa pölyntorjunta ja sen suunnittelu ovat hieman jäljessä verrattuna talonrakentamiseen. Osittain tämä johtuu siitä, että ulkona tapahtuvassa rakentamisessa altistumista pölylle ei koeta terveydelle vaaralliseksi.

Opinnäytetyö tehdään yhteistyössä Terramare Oy:n kanssa. Yhteistyö tarkoittaa kaikkien opinnäytetyössä tarvittavien resurssien saamista Terramarelta. Terramare on merirakentamiseen erikoistunut yritys. Yrityksen tuotteisiin kuuluvat mm. satamien rakentamiset ja laajennukset, satamien ja meriväylien syvennys ja laajennusruoppaukset, vedenalaiset louhinnat, liukuvalurakentaminen, uusien alueiden rakentamiseen liittyvät meritäytöt, kiinteiden merimerkkien asentamiset sekä merirakentamisen erikoiskohteet.

Terramaren toiminnoissa erityisesti satama- ja laiturirakentamiseen liittyy työvaiheita, joissa voidaan altistua kvartsipölylle. Tämän takia pölynhallintasuunnitelmat laaditaan käsittämään vain näitä urakoita.

Opinnäytetyössä laaditaan Terramarelle turvallisuussuunnitelmaan kuuluva yleinen pölynhallintasuunnitelma sekä työvaihekohtaiset pölynhallintasuunnitelmat satama- ja laiturirakentamisen päätyövaiheisiin. Päätyövaiheita ovat betonipintojen jälkityöt, kiviaineksen poraus, louhinta, maankaivu, murskaus, paalutukset, purkutyöt sekä täyttötyöt. Pölyntorjuntasuunnitelmissa esitetään riskiarvioinnin perusteet sekä toimenpiteet kvartsipölyn altistumisen ehkäisemiseksi tai vähentämiseksi.

Työn tavoitteena on helpottaa ja selkeyttää kvartsipölyaltistumisen riskienarviointia, yhtenäistää suunnittelua, löytää toteuttamiskelpoisia keinoja kvartsi-altistumisen ehkäisyyn sekä tarjota työkaluja henkilöstön perehdyttämiseen kvartsipölynhallintaan liittyen. Pölyntorjuntasuunnitelmissa on aina huomioitava työmaan erityispiirteet ja suunnitelmia tulee mukauttaa työmaan erityispiirteet huomioiden.

Opinnäytetyö perustuu kirjallisuus- sekä verkkolähteisiin, asiaan liittyviin lakeihin ja ohjeistuksiin sekä eri osapuolten kanssa käytyihin haastatteluihin ja keskusteluihin. Työssä on pyritty hakemaan tietoa mahdollisimman laajasti eri lähteistä sekä haastatteleamalla ja käymällä keskustelua Työsuojelun, Työterveyslaitoksen, laitetoimittajien, vuokraamoiden sekä Terramaren henkilöstön kanssa.

2 Kvartsipöly

Luvussa käsitellään kvartsipöly altistuminen, sen haitallisuus ja terveysvaikutukset sekä altistumisen määrittäminen. Luvussa esitetään myös syöpäsairauden vaaraa aiheuttaville aineille ja menetelmille ammatissaan altistuvien rekisteriin ilmoittamisen perusteet ja siihen liittyvä lainsäädäntö. Lukuun on pyritty keräämään tietoa mahdollisimman laajasti sekä kansallisista että kansainvälisistä lähteistä.

2.1 Mitä on kvartsipöly

Kvartsi on kiteisen piidioksidin yleisin muoto ja maankuoresta noin 12 % koostuu kvartsista. Piidioksidi on mineraali, joka muodostuu piistä ja hapestasta (SiO_2). Muita Suomessa esiintyviä piidioksideja ovat kristobaliitti tai tridymiitti mutta näiden esiintyminen on harvinaisempaa. [1.] Koska kvartsi on kiteisen piidioksidin yleisin muoto, sitä käytetään yleisesti nimenä kiteisen piidioksidin sijasta. Kvartsia esiintyy useimmissa kivilajeissa ja hiekassa sekä kallio- ja maaperässä. Maaperän hiekka ja lietejakeista se muodostaa 90-95 %. Kvartsin kiderakenne tekee siitä erittäin kestävä. [2, s. 355-359.]

Kvartsin esiintyminen vaihtelee mineraalilähteen mukaan. Kiviaineet voivat sisältää kvartsia 0-100 % ja hiekka yli 90 % [3, s. 8]. Esimerkiksi kallioperän yleisimpään kivilajiluokkaan, magmakiviin, kuuluva graniitti voi sisältää 60 % kvartsia. Magma- eli syväkivet käsittävät noin 53 % Suomen kallioperästä. Kallioperän liuskevyöhykkeissä esiintyviin metamorfisiin kiviin kuuluvat gneissit sisältävät myös kvartsia. Metamorfisten kivien ryhmä käsittää yli 40 % Suomen kallioperästä. [1, 3.]

2.2 Kvartsipölylle altistuminen

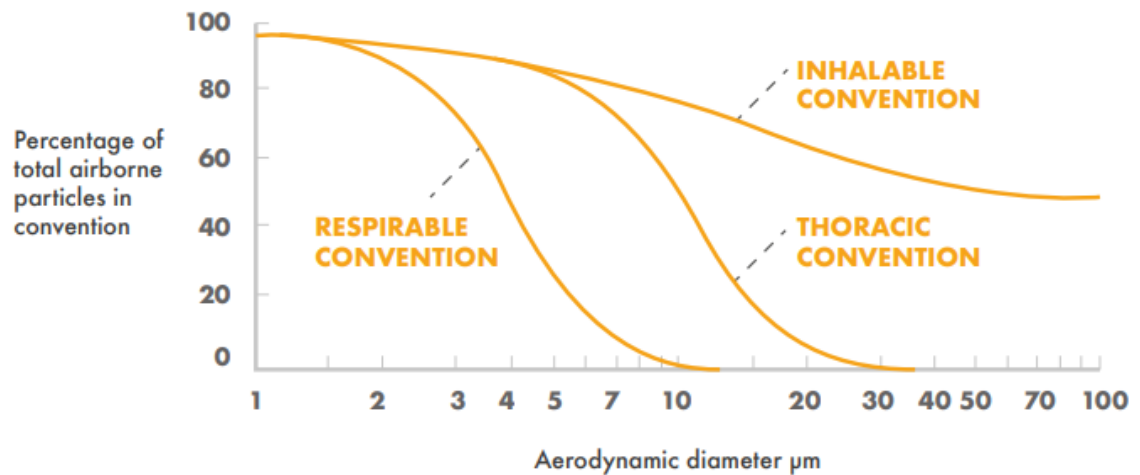
Kvartsipöly on haitallista hengitettynä ja sen haitallisuus riippuu hiukkaskoosta. Kvartsia sisältävien tuotteiden käsittelyssä tapahtuva alveolijakeisen kvartsipölyn hengittäminen altistaa kvartsista aiheutuville terveyshaitoille. Kvartsin

suuren esiintyvyyden takia kvartsipölylle voidaan altistua useissa eri ammateissa sekä monilla teollisuuden aloilla. Rakennusteollisuudessa kvartssia sisältäviä materiaaleja käytetään laajalti ja Suomessa merkittävin ammattikohtainen altistuminen alveolijakeiselle kvartsipölylle tapahtuu rakentamiseen liittyvissä ammateissa [1]. Satama- ja laiturirakentamisessa kvartssia sisältäviä materiaaleja ovat esim. kivet, kallioperä, hiekka, betoni ja sementti. Kvartsipölyä muodostuu aina käsiteltäessä kvartssia sisältäviä materiaaleja esim. räjäytettäessä ja porattaessa kiveä tai kalliota, maansiirto ja kaivuutöissä, kiviaineksen murskauksessa sekä rikottaessa betonirakenteita mekaanisesti. [2, s. 355-359.]

Arvioitaessa kvartsipölylle altistumisen haitallisuutta hengitystiet jaetaan kolmeen osaan, jotka ovat nenä-nielualue, kurkunpää ja keuhkoputkisto sekä alveolit eli keuhkorakkulat. Hiukkaskoon mukaan kvartsipöly tunkeutuu ja kiinnittyy hengitysteihin eri tavoilla. Eurooppalaisessa standardissa EN 481 (SFS-EN 481 Workplace atmospheres. Size fraction definitions for measurement of airborne particles) arvioidaan hengitettävien kvartsipölyhiukkasten aiheuttamaa riskiä terveydelle alla olevan jaottelun mukaisesti: [4, s. 17-19.]

- hengitettävät jakeet
- keuhkojakeet
- alveolijakeet.

Hengitettävien jakeiden koko on yli 30 μm , keuhkojakeiden 10-30 μm ja alveolijakeiden alle 10 μm . Kuvassa 1 on esitetty, millä todennäköisyydellä hiukkanen tunkeutuu eri alueille hengitysteissä niitä hengitettäessä.



Kuva 1. Pölyhiukkasten tunkeutuminen hengityselimistöön sekä tunkeutumisen todennäköisyys [4, s. 18].

Hengitettävät jakeet jäävät nenä-nielualueelle sekä kurkunpään. Keuhkojakeet pääsevät keuhkoputkistoon. Pienimmät alveolijakeet tunkeutuvat keuhkorakkuloihin, joissa vaikutukset terveydelle ovat suurimmat hengitettäessä kvartsipölyhiukkasia. Kuvasta 1 nähdään, että esimerkiksi läpimitaltaan 4 µm hiukkasella on 50 % mahdollisuus tunkeutua keuhkojen alveolialueelle. [4, s. 17-19.]

Alveoleihin tunkeutuvan pölyn havaitseminen on haastavaa, koska hienojakoinen pöly voi olla silmälle näkymätöntä. Lähtökohtaisesti tulee kuitenkin aina olettaa, että kaikki näkyvä pöly sisältää myös terveydelle vaarallisia alveolijakeita. Pölyn kulkeutumista arvioitaessa on huomioitava, että pienet näkymättömät pölyjakeet (<5 µm) eivät laskeudu, vaan kulkeutuvat ilmavirtojen mukana sekä vapautuvat helposti uudelleen. Oikeissa olosuhteissa hienojakoinen pöly voi pysyä ilmassa jopa useita päiviä, joskaan ulkona tapahtuvassa rakentamisessa tämä ei ole yleensä ongelma. [5.]

2.3 Kvartsipölyn aiheuttamat terveyshaitat

Hengitysteitse tapahtuva altistuminen alveolijakeiselle kvartsipölylle voi aiheuttaa silikoosia eli kivipölykeuhkosairautta sekä keuhkosyöpää. Kansainvälinen syöpäjärjestö IARC luokittelee alveolijakeisen kvartsipölyn varmuudella syöpää

aiheuttavaksi aineeksi. Kvartsipölyn terveydelle haitallisen altistumisen määrää arvioitaessa määritetään massapitoisuus ilmassa ja yksikkönä käytetään mg/m^3 eli kvartssia sisältävän pölyn pitoisuus milligrammoina kuutiossa hengitettävää ilmaa. [6, s. 13-15.]

2.3.1 Silikoosi

Pääasiallinen kvartsipölyn aiheuttama terveyshaitta ihmisessä on silikoosi. Silikoosi kehittyy hengitettäessä alveolijakoista kvartsipölyä, joka aiheuttaa keuhkotulehdusta sekä keuhkokudoksen arpeutumista eli keuhkofibroosia. Tärkein silikoosin kehittymiseen vaikuttava tekijä on altistumisessa hengitetyn alveolijakoisen kvartsipölyn määrä. Muita tekijöitä ovat mm. altistuksen kesto, hiukkas koko sekä kulunut aika ensimmäisestä altistuksesta diagnoosiin. Pitkälle kehittyneen silikoosin oireena on räsityshengenahdistusta. [6, s. 13-14.] Silikoosin muita oireita voivat olla yskä, rintakivut sekä uupumus [7].

Altistuminen vaikuttaa myös silikoosin tyyppiin, tyyppejä ovat krooninen-, nopeutunut- ja akuuttisilikoosi. Kroonisessa silikoosissa altistuminen on vähäistä ja sen kehittyminen kestää yli 10 vuotta. Kroonisen silikoosin oireeton tai lähes oireeton aika on yleensä yli 20 vuotta [6, s. 13-14]. Nopeutunut silikoosi on oireiltaan samantyyppinen kuin krooninen silikoosi, mutta se kehittyy 5-10 vuoden kuluessa ensimmäisestä altistumisesta. Myös fibroosi voi olla epäsäännöllisempää ja laajemmalle levittäytyneenä. Akuuttisilikoosi voi aiheuttaa oireita jo muutama viikon jälkeen ja se kehittyy alle viidessä vuodessa. Akuuttiin silikoosiin liittyy tyypillisesti suuri altistuminen pienille kvartsipölyä sisältäville hiukkasille. Tehtäviä, jotka voivat aiheuttaa akuuttia silikoosia ovat esim. kallionporausta ja hiekkapuhallus. [8, s. 23.]

2.3.2 Keuhkosyöpä

Alveolijakoinen kvartsipöly on karsinogeeni eli syöpävaarallinen aine. Epidemiologiset tutkimukset osoittavat syy-seurausyhteyden kvartsi-altistumisen ja keuhkosyövän välillä. Työssään kvartsipölylle altistuvien suhteellinen riski sairastua

keuhkosityöpään on keskimäärin noin 1,3-kertainen verrattuna työntekijään, joka ei työssään altistu kvartsipölylle. Suhteellinen riski kuvaa todennäköisyyttä sairastua suhteessa altistumattomaan henkilöön. Suurempi altistuminen tai pidempi altistumisaika lisäävät sairastumisriskiä. Silikoosia sairastavien suhteellinen riski sairastua keuhkosityöpään voi olla moninkertainen ja silikoosin syntyminen ehkäiseminen pienentää myös riskiä sairastua keuhkosityöpään. Muille karsinogeneeneille altistuminen, kuten esimerkiksi asbesti tai tupakansavu, voivat lisätä riskiä sairastua keuhkosityöpään. [8, s. 38-50.]

Vertailun vuoksi voidaan mainita toinen karsinogeeninen mineraali, asbesti, jolle altistuminen on yksi tunnetuimmista keuhkosityövän syistä. Asbestille altistumisen mekanismi on samantyyppinen kuin altistuminen kvartsipölylle, pitoisuus ja altistusaika vaikuttavat sairastumisriskiin myös asbestialtistumisessa. Asbestille altistuneiden suhteellinen riski sairastua keuhkosityöpään on noin 1,6-kertainen, joka ei ole merkittävästi suurempi kuin riski sairastua kvartzialtistumisessa. [9.]

2.4 Kvartsipölyaltistumisen merkittävyys

2.4.1 Haitalliseksi tunnettu pitoisuus ja raja-arvo

Sosiaali- ja terveysministeriö sekä valtioneuvosto säätävät asetuksilla voimassa olevat haitalliseksi tunnetut pitoisuudet ja sitovat raja-arvot. Sitovaa raja-arvoa ei lainsäädännön mukaan saa ylittää työpäivän aikana keskiarvoaltistumisen osalta. Hiukkasmaisten epäpuhtauksien arvot hengitettävässä ilmassa ilmaistaan yleensä massapitoisuuksina (mg/m^3). Kaasujen ja höyryjen arvot ilmaistaan sekä massapitoisuuksina että tilavuusosuuksina. Tilavuusosuuden yksikönä käytetään tunnusta ppm (parts per million). Altistumisen määrittämiseen käytetään aikapainotettua keskiarvoa. [10, s. 12 ja 18; 11.]

Haitalliseksi tunnettu pitoisuus eli HTP-arvo on ilman epäpuhtauksille asetettu arvo. Työnantajan on otettava huomioon työssä altistumista aiheuttavien aineiden HTP-arvot selvitettyä työhön liittyviä vaaroja sekä arvioitaessa työympäristön ilmanpuhtautta. HTP-arvojen alapuolella pysyttäessä altistumisesta ei

pääsääntöisesti aiheudu työntekijöille vaaraa tai haittaa. Vaaralliset aineet päätyvät elimistöön yleensä hengittämällä ja HTP-arvot annetaan vain ajatellen hengitysteiden kautta tapahtuvaa altistumista. [10, s. 10-11.]

HTP-arvoja annetaan vaikutusten mukaan eri pituisille altistusajoille. Yleensä käytetään kahdeksan tunnin aikapainotettua keskiarvoa HTP_{8h} . Kahdeksan tunnin arvo voi ylittyä lyhyemmän ajan kuluessa, mutta arvo ei saa ylittyä laskettaessa pitoisuuksien keskiarvoja kahdeksan tunnin ajalta. Työn kestäessä pitemmän tai lyhyemmän ajan kuin kahdeksan tuntia altistuminen suhteutetaan kahdeksan tunnin keskipitoisuuteen. Aineilla, jotka voivat aiheuttaa terveysvaikutuksia jo lyhyen altistumisen jälkeen annetaan lyhytaikaisen altistumisen HTP-arvo 15 minuutin altistumiselle, HTP_{15} . Kvartsialtistumista määritettäessä käytetään aina kahdeksan tunnin aikapainotettua keskiarvoa HTP_{8h} . [10, s. 11-12, 49.]

Haitalliseksi tunnetut pitoisuudet sekä sitovat raja-arvot kootaan sosiaali- ja terveysministeriö julkaisemaan HTP-kirjaan. Sitovan raja-arvon ja haitalliseksi tunnetun pitoisuuden ohjeraja-arvon poikkeamat johtuvat siitä, että ohjeraja-arvolla voidaan antaa tarkempia säännöksiä. HTP-arvot ovat terveysperusteisia ja niitä määritettäessä otetaan huomioon altistumisen terveydelle aiheuttaman haitan vakavuus. Euroopan parlamentin ja neuvoston syöpävaarallisten aineiden direktiivin päivityksien myötä sitovien raja-arvojen luetteloa päivitetään myös Suomessa. [10, s. 12; 11.]

2.4.2 Kvartsipölyn haitalliseksi tunnettu pitoisuus ja raja-arvo

Alveolijakeisen kvartsipölyn haitalliseksi tunnettu pitoisuus Suomessa on $0,05 \text{ mg/m}^3$ ja sitova raja-arvo $0,1 \text{ mg/m}^3$ [10, s. 49, 59]. Sitova raja-arvo vastaa EU-direktiivin 2019/130 asettamaa syöpävaarallisuuteen perustuvaa raja-arvoa alveolijakoiselle kiteiselle piidioksidille ja se astui voimaan Suomessa 2020 [12]. Haitalliseksi tunnetun pitoisuuden perustelut on esitetty kiteisen piidioksidin HTP-arvon perustelumuihistiossa ja se on ollut voimassa vuodesta jo 2007 lähtien [13]. Kaikkien haittaa tai vaaraa aiheuttavien aineiden HTP-arvojen perustelumuihistiot julkaistaan Työsuojeluhallinnon verkkopalvelussa.

Kiteisen piidioksidin HTP-arvon perustelumuiustiossa esitetään kvartssia koskeva kirjallisuus, tutkimustieto sekä esitys HTP-arvoksi. Perustelumuiustiossa todetaan, että altistumisen pienentäminen alle 0,05 mg/m³ kahdeksan tunnin työpäivän aikana (HTP_{8h}) laskee silikoosin vallitsevuus noin 5 %:iin tai sen alle. Pitoisuuden keskiarvon ollessa 0.02 mg/m³ putoaa silikoosin vallitsevuus jo alle 0,025 %:iin. [13.] Työterveyslaitoksen tekemän tutkimuksen mukaan altistuminen yli 40 %:lle HTP-arvosta (0.02 mg/m³) työuran mittaisena keskimääräisenä pitoisuutena kasvattaa riskiä sairastua silikoosiin merkittävästi [6, s. 31]. Taulukossa 1 on esitetty kvartzialtistumisen luokittelu suhteutettuna HTP_{8h} arvoon.

Taulukko 1. Kvartzialtistumisen haitallisuuden luokittelu [6, s. 31].

Altistuminen [mg/m ³]	Osuus HTP _{8h} [%]	Altistumisen haitallisuus
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	Yli lakisääteisen raja-arvon

Nykytietämyksen mukaan vähäinen, alle 0,005 mg/m³ (10 % HTP-arvosta), altistuminen ei aiheuta mainittavaa terveyshaittaa ihmiselle, koska keuhkot pystyvät poistamaan pieniä kvartsipitoisuuksia keuhkojen värekarva-alueelta. 10 % taso ylittyy myös harvoin yhdyskuntailman taustapitoisuudessa. Taulukosta nähdään, että altistumisen ollessa yli 0,02 mg/m³ (40 % HTP-arvosta) riski terveydelle on jo merkittävä. [6, s. 17.] Työmailla tapahtuva altistuminen tulee pyrkiä pitämään alle 0,005 mg/m³:ssa. Työterveyslaitoksen laatima SFS-ISO 31000:2018 (Riskienhallinta. Ohjeet) ja SFS-EN ISO 45001:2023 (Työterveys- ja työturvallisuusjärjestelmät. Vaatimukset ja niiden soveltamisohjeita) standardeihin perustuva yksinkertaistettu alveolijakoisen kvartsipölyn riskienhallintamalli on esitetty liitteessä 1.

Vertailun vuoksi taulukossa 2 on esitetty Euroopan valtioissa kansallisesti asetettuja arvoja työperäiselle kvartsipölyaltistumiselle. Vertailuun on valittu Pohjoismaat sekä Pohjois-Euroopan rannikko valtioita, joissa rakennetaan satamia ja laitureita. Taulukossa esitetään myös kristobaliitin ja tridymiitin arvot, koska ne voivat kansallisissa ohjeistuksissa poiketa kvartsille asetetusta arvosta. Suomessa kvartsin, kristobaliitin ja tridymiitin HTP-arvo on sama.

Taulukko 2. Kansallisesti asetettuja arvoja altistuttaessa kiteiselle piidioksidille työpäivän aikana [14].

Maa	Kvartsi [mg/m³]	Kristobaliitti [mg/m³]	Tridymiitti [mg/m³]
Suomi	0,05	0,05	0,05
Norja	0,1	0,05	0,05
Ruotsi	0,1	0,05	0,05
Tanska	0,1	0,05	0,05
Belgia	0,1	0,05	0,05
Hollanti	0,075	0,075	0,075
Iso-Britannia	0,1	0,1	0,1
Puola	0,1	0,1	0,1
Ranska	0,1	0,05	0,05
Saksa	0,05	0,05	0,05
Viro	0,05	0,05	0,05

Taulukosta nähdään, että vain muutama Pohjois-Euroopan valtio on asettanut työperäiselle kvartsipölyaltistumiselle EU:n sitovaa raja-arvoa tiukemman kansallisen arvon. Havaintona voidaan todeta, että Suomessa lakien ja määräysten mukaisesti toteutetut kvartsipölynhallintaan liittyvät toimenpiteet ovat riittäviä myös muualla Euroopassa toimittaessa.

2.4.3 ASA-rekisteri

ASA-rekisteri on syöpäsairauden vaaraa aiheuttaville aineille ja menetelmille ammatissaan altistuvien rekisteri, jota ylläpidetään seurantaa, sairauden ennaltaehkäisyä sekä tutkimusta varten. Rekisteri perustuu lakiin (11.6.2020/452) ja sen ylläpidosta vastaa Työterveyslaitos. Lain mukaan työnantajan on pidettävä työpaikalla luetteloa syöpäsairauden vaaraa aiheuttavaista tekijöistä sekä näille altistuvista työntekijöistä. Kvartsipöly on yksi syöpävaaraa aiheuttava aine. Työnantajan velvollisuuksiin kuuluu selvittää työntekijöiden mahdollinen altistuminen suorittamalla tarvittaessa työhygieenisiä mittauksia. Arvioitaessa altistumista syöpäsairautta aiheuttaville tekijöille voidaan hyödyntää vastaavissa olosuhteissa tehtyjä selvityksiä ja mittauksia sekä muuta soveltuvaa tietoa tekijöistä, jotka vaikuttavat altistumiseen. [15, 1§, 3 §, 4 §, 5§.] Työterveyslaitoksen tekemää tutkimusta Kvartsialtistuminen ja sen hallinta [6] sekä tutkimuksen perusteella julkaistut ohjeet kvartsipölyn hallintaan [16] ovat esimerkki selvityksistä ja mittauksista, joita hyödyntämällä työhygieenisiä mittauksia ei tarvita.

Nykyisen käytännön mukaan työntekijä ilmoitetaan ASA-rekisteriin, jos altistuminen työssä on taustapitoisuutta suurempi. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että jos työssä altistutaan alveolijakoiselle kvartsipölylle enemmän kuin ilman kyseistä työtä ilmoitusvelvollisuus täyttyy. [6, s. 17.] Kvartsipölylle altistuvat työntekijät, joiden keskimääräinen altistuminen ylittää 0.005 mg/m^3 eli 10 % HTP-arvosta on ilmoitettava ASA-rekisteriin [1]. Lain mukaan ilmoitus ASA-rekisteriin on tehtävä, jos työntekijä altistuu syöpävaaralliselle aineelle merkittävän osan työajastaan vähintään 20 päivänä kalenterivuodessa [15, 6 §]. Alveolijakoisen kvartsipölyn osalta ilmoitus ASA-rekisteriin tehdään, jos kvartsipölylle altistavaa työtä suoritetaan vähintään 2 tuntia päivässä 20 päivän aikana tai vastaavasti 1 tunti päivässä 40 päivän aikana vuodessa. [1.]

Henkilösuojainten käytöllä voidaan vähentää altistumisen haitallisuutta niissä tilanteissa, joissa sitä ei voida muilla keinoilla tehdä. Hengityssuojaimen käyttö ei kuitenkaan poista ilmoitusvelvollisuutta, vaikka keskimääräinen altistuminen jäisi suojainta käyttämällä alle $0,005 \text{ mg/m}^3$. Määrittävä tekijä on olosuhde eli

altistuminen määräytyy työskentelyilman pitoisuuden mukaan. Työskentelyilman pitoisuuden ollessa liian suuri altistuminen on mahdollista, vaikka käytetäänkin henkilösuojainta esim. suojaimen vuodon takia. [17, 1:31:07-1:32:02.]

ASA-rekisteriin ilmoittamisen lisäksi on syytä tehdä työterveyshuollon terveysseurannan tarvearviointi, jos työssä altistutaan kvartsipölylle yli 40 % HTP-arvosta. Koko työuran mittaisen altistumisen pysyessä alle 40 %:ssa HTP-arvosta on vakavien terveyshaittojen todennäköisyys tämän hetken tiedon mukaan vähäinen. [6, s. 52.] Terveysseurannan tarvearviointista säädetään Valtioneuvoston asetuksessa terveystarkastuksista erityistä sairastumisen vaaraa aiheuttavissa töissä (27.12.2001/1485).

3 Kvartsipölyn torjuntaan liittyvä lainsäädäntö, ohjeistus ja valvonta

Lukuun on kerätty yhteen kvartsipölyn hallintaan sekä altistumisen välttämiseen liittyvät oleelliset lainsäädännön kohdat, jotka liittyvät satama- ja laiturirakentamiseen. Lainsäädännön lisäksi esitellään Suomessa käytössä oleva keskeinen valvojan viranomaisen ja työterveyslaitoksen ohjeistus kvartsipölyn hallintaan liittyen sekä viranomaisen suorittaman valvonnan periaatteet. Aikaisemmin käsitellyjä lakeja tai ohjeita ei esitetä uudestaan. Luvussa esitetyt asetukset on säädetty työturvallisuuslain nojalla.

3.1 Lainsäädäntö

3.1.1 Työturvallisuuslaki

Työturvallisuuslain (738/2002) tarkoituksena on parantaa työolosuhteita ja -ympäristöä työkyvyn turvaamiseksi sekä mm. ehkäistä ja torjua ammattitauteja sekä muita työstä aiheutuvia terveyshaittoja. Työnantajan on lain mukaan tarvittavilla toimenpiteillä huolehdittava työntekijöiden turvallisuudesta ja terveydestä työssä ottamalla huomioon työhön, työolosuhteisiin sekä työympäristöön liittyvät seikat. Työolosuhteiden parantamiseksi työ on suunniteltava, valittava, mitoitettava sekä toteutettava siten että vaara- ja haittatekijöiden syntyminen estetään, poistetaan tai korvataan vähemmän vaaraa aiheuttavilla menetelmillä. Työympäristöä ja työtapojen turvallisuutta sekä toteutettujen toimenpiteiden vaikutusta on tarkkailtava koko ajan. [18, 1 §, 8 §.]

Työnantajan on arvioitava työstä, työajoista, työtilasta, työympäristöstä sekä työolosuhteista aiheutuvat haitta- ja vaaratekijät eli riskit, jos riskejä ei voida poistaa arvioidaan niiden merkitys turvallisuudelle ja terveydelle. Riskien arvioimisessa otetaan huomioon mm. terveyden menettämisen vaara sekä esiintyneet ammattitaudit ja työperäiset sairaudet. Riskien arvioimiseen käytetään ulkopuolisia asiantuntijoita, jos riskejä ei pystytä muutoin riittävän luotettavasti arvioimaan. Riskiarvio on pidettävä ajan tasalla ja uusittava olosuhteiden

merkittävästi muuttuessa. Työympäristö, työmenetelmät ja työssä käytettävät koneet suunnitellaan ja valitaan ottaen huomioon työntekijöiden terveys ja turvallisuus. [18, 10§, 12 §.]

Työntekijä on perehdytettävä työhön erityisesti ennen uuden työn tai tehtävän aloittamista sekä työn muuttuessa. Työnantaja on velvollinen antamaan työteki-
jölle riittävät tiedot työn haitta- ja vaaratekijöistä. Työntekijää on perehdytyksen lisäksi opastettava työn aikana työstä aiheutuvien vaarojen sekä terveyttä uh-
kaavien haittojen ehkäisemiseksi. [18, 14 §.]

Työnantaja hankkii työntekijän käyttöön vaatimukset täyttävät sekä tarkoituk-
seen sopivat henkilösuojaimet, jos sairastumisen vaaraa ei työhön tai työolo-
suhteisiin kohdistuvilla toimenpiteillä voida välttää. Henkilösuojainten käyttöön
ja valintaan annetaan tarkemmat ohjeet Valtioneuvoston asetuksessa henkilön-
suojainten valinnasta ja käytöstä työssä (427/2021). [18, 15 §.]

Työpaikan ilman epäpuhtauksien, esim. pölyn, leviäminen on mahdollisuuksien
mukaan estettävä eristämällä epäpuhtauden lähde. Haittaa tai vaaraa aiheutta-
vat kemialliset tekijät on rajoitettava niin vähäiseksi, ettei niistä aiheudu haittaa
tai vaaraa työntekijöiden terveydelle. [18, 37 §, 38 §.] Yhteisellä rakennustyö-
maalla pääurakoitsija huolehtii työympäristön yleisestä terveellisyydestä ja tur-
vallisuudesta siten, ettei työstä aiheudu vaaraa työmaalla työskenteleville tai
muille työmaan vaikutuspiirissä oleville. [18, 51 §, 52 §.]

3.1.2 Valtioneuvoston asetus kemiallisista tekijöistä työssä

Asetuksen (715/2001) mukaan kemiallinen tekijä työssä tarkoittaa luonnonti-
lassa esiintyvää tai työssä tuotettua, käytettyä tai vapautunutta alkuainetta tai
yhdistettä. Asetusta kemiallisista tekijöistä työssä sovelletaan töihin, joissa
esiintyy tai voi esiintyä vaarallisia kemiallisia tekijöitä, kuten esimerkiksi alveoli-
jakoista kvartsipölyä. Sen tarkoituksena on suojella työntekijöitä kemiallisten teki-
jöiden haitoilta ja vaaroilta. [19, 1 §, 2 §, 3 §.]

Kemiallisten tekijöiden aiheuttamat vaarat ja riskit on tunnistettava sekä arvioitava niistä aiheutuva haitta työntekijöiden terveydelle ja turvallisuudelle. Riskejä arvioitaessa otetaan huomioon mm. altistuminen (taso, tyyppi ja kesto), altistumista aiheuttavat työt, ilman epäpuhtauksien raja-arvot sekä altistumista ehkäisevien toimenpiteiden vaikutus. Riskiarvio esitetään kirjallisessa muodossa ja se sisältää ennaltaehkäisevät- sekä suojelutoimenpiteet. Riskiarvio tarkastetaan ja päivitetään tarvittaessa siten, että se pysyy ajantasaisena. [19, 6 §.]

Työntekijöiden altistuminen vaarallisille kemiallisille tekijöille on pystyttävä arvioimaan luotettavasti. Jos luotettavaa arviointia ei voida muutoin tehdä on suoritettava työhygieenisiä mittauksia. Saatuja tuloksia verrataan sitoviin raja-arvoihin sekä haitalliseksi tunnettuihin pitoisuuksiin. [19, 7 §, 12 §, 13 §.]

Kemiallisia vaaratekijöitä sisältäviä tehtäviä ei saa aloittaa ennen riskienarvioimista sekä tarpeellisten ennalta ehkäisevien toimenpiteiden toteuttamista. [19, 6 §.] Riskit vähennetään mahdollisimman pieniksi alla lueteltujen keinojen avulla [19, 8 §]:

- Työmenetelmien suunnittelu ja järjestely.
- Asianmukaisten laitteiden käyttö ja niiden kunnossapito.
- Altistuvien lukumäärän sekä altistumisen keston ja voimakkuuden vähentäminen mahdollisimman pieneksi.
- Yleisestä työhygieniasta huolehtiminen tarkoituksenmukaisella tavalla.
- Vaaraa aiheuttavien kemiallisten tekijöiden vähentäminen.
- Asianmukaiset sekä turvalliset työmenetelmät.

Työnantaja vastaa vaarallisen kemiallisen riskin poistamisesta tai vähentämisestä mahdollisimman pieneksi. Vaarallinen tekijä poistetaan tai korvataan vähemmän vaaraa aiheuttavalla työmenetelmällä. Työn luonteen takia vaarallista tekijää tai työmenetelmää ei voida aina poistaa, näissä tapauksissa käytettävät toimenpiteet on esitetty etusijajärjestyksessä taulukossa 3. [19, 9 §.]

Taulukko 3. Ennalta ehkäisevät toimenpiteet etusijajärjestyksessä [19, 9 §].

Etusijajärjestys	Toimenpide
1	Päästöjen vähentäminen käyttämällä turvallisia työmenetelmiä, ohjaus- ja valvontajärjestelmää sekä tarkoituksenmukaisia laitteita.
2	Tekniset suojelutoimenpiteet vaaran syntyvaiheessa.
3	Henkilösuojainten käyttö, jos altistumista ei voida estää muilla tavoin.

Työnantaja vastaa työntekijöiden perehdytyksestä kemiallisin vaaratekijöihin liittyen. Perehdytykseen kvartsipölyn hallinnan osalta on sisällyttävä ainakin altistumista aiheuttavat työt ja niiden aiheuttama altistuminen, altistumista ehkäisevät toimenpiteet ja niiden vaikutus, altistumisen raja-arvot sekä työntekijää koskevat toimenpiteet suojatakseen itseään ja muita työntekijöitä. [19, 16 §.]

3.1.3 Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta

Asetuksen rakennustyön turvallisuudesta (205/2009) mukaan pääurakoisijan on laadittava kirjalliset työturvallisuussuunnitelmat, joiden mukaan työt ja niiden ajoitus järjestetään mahdollisimman turvalliseksi. Työtehtävistä, työolosuhteista ja työympäristöstä aiheutuvat vaara- ja haittatekijät on selvitettävä ja tunnistettava sekä poistettava asianmukaisin keinoin. Jos vaara- ja haittatekijöitä ei voida poistaa arvioidaan niiden merkitys työmaalla työskentelevien sekä työn vaikutuspiirissä olevien turvallisuudelle ja terveydelle. Asetuksen mukaan turvallisuussuunnittelussa on kiinnitettävä erityistä huomioita mm. pölyn vähentämiseen ja sen leviämisen estämiseen, työhygieenisiin mittauksiin sekä henkilösuojainten käyttötarpeisiin. [20, 10 §.]

Rakennustyömaan alueen käytöstä tehdään kirjallinen suunnitelma, jossa tunnistetut vaara- ja haittatekijät otetaan huomioon. Alueen käytön suunnittelussa kiinnitetään erityistä huomiota mm. toimisto- ja henkilöstötilojen sijaintiin sekä

pölynhallintaan ja -torjuntaan tarvittavien laitteiden ja rakenteiden sijaintiin. [20, 11 §.]

Työntekijät on suojattava kemiallisilta haittatekijöiltä ensisijaisesti työkoneisiin, -välineisiin sekä -ympäristöön kohdistuvilla toimenpiteillä. Altistuminen vaaralliseen pölylle on arvioitava riittävän luotettavasti, tarvittaessa työhygieenisin mittauksin. Mittaukset on uusittava, jos työolosuhteissa tapahtuu altistumista lisäävä muutos. Mittaustuloksia verrataan raja-arvoihin sekä voimassa oleviin ohjeistuksiin. Hengityssuojaimia käytettäessä niiden valinnan tulee perustua tehtyihin riskiarvioihin. [20, 70 §, 71 §.]

3.1.4 Valtioneuvoston asetus työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta

Valtioneuvoston asetus työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta (1267/2019) astui voimaan vuoden 2020 alussa, siinä altistuminen kiteiselle piidioksidille määriteltiin syöpävaaraa aiheuttavaksi tekijäksi. [20, Liite 1.] Syöpävaaralliselle aineelle altistumisen riskien arvioinnissa otetaan huomioon kaikki altistumistiet, altistumisen määrä ja kesto sekä altistumisen luonne. Työnantajalla on oltava voimassa oleva riskien arviointi sekä sen perustana olevat tiedot, jotka on pyynnöstä esitettävä työsuojeluviranomaiselle. Syöpäsairauden vaaraa aiheuttava tekijä korvataan aineella, seoksella tai työmenetelmällä, joka ei aiheuta vaaraa tai aiheuttaa sitä vähemmän. [21, 3 §, 5 §.]

Työnantajan on aina lähtökohtaisesti estettävä syöpävaaralliselle aineelle altistuminen, jos estäminen ei ole mahdollista on altistuminen vähennettävä niin alhaiseksi kuin se teknisillä menetelmin on mahdollista [21, 6 §.] Altistumisen estämiseksi käytettäviä torjuntakeinoja on esitetty alla olevassa luettelossa [21, 8 §]:

- Vaaraa aiheuttavan tekijän käytön rajoittaminen.
- Altistuvien työntekijöiden määrän pitäminen mahdollisimman alhaisena sekä altistumisajan rajoittaminen.
- Rajoittamalla työmenetelmien ja teknisten ratkaisujen avulla syöpävaarallisen aineen vapautuminen siten, että se estetään tai pidetään mahdollisimman pienenä.

- Syöpävaarallisten aineiden poistaminen mahdollisimman lähellä niiden vapautumispaikkaa.
- Syöpävaaraa aiheuttavien aineiden mittaaminen oikeilla menetelmillä työpaikan ilmasta.
- Oikeat työmenetelmät.
- Henkilökohtaisten suojaimien käyttö, jos muilla menetelmillä altistumista ei pystytä estämään.

Pääsyä alueelle, jossa voi riskiarvion perusteella voi altistua turvallisuutta tai terveyttä vaarantavalle aineelle on rajoitettava. Pääsy sallitaan vain niille, joiden työtehtävät edellyttävät alueella olemista. [21, 12 §.]

Työntekijöiden syöminen, juominen ja tupakointi altistumisalueella on estettävä. Esimerkkinä tästä voidaan käyttää hengityssuojaimen riisumista juomista tai syömistä varten heti pölyävän työvaiheen päättymisen jälkeen, vaikka työalueen ilmassa on edelleen vaaraa-aiheuttava pitoisuus kvartsipölyä. Työnantajan on annettava vaarallinen altistuminen huomioiden työntekijöiden käyttöön tarvittavat suojavälineet ja säilytyspaikka niille sekä pesu- ja käymälätilat. Suojavälineet on tarkastettava ja puhdistettava heti käytön jälkeen tai viimeistään ennen seuraavaa käyttöä. Viallisia suojavälineitä ei saa käyttää. [21, 13 §.] Työntekijöille on perehdytyksessä tai muutoin tiedottamalla kerrottava ainakin mahdollisista altistumisen aiheuttamista lisävaaroista (esim. tupakointi), altistumisen ehkäisemiseksi noudatettavista toimenpiteistä, hygieenisistä vaatimuksista sekä suojavälineiden käytöstä [21, 16 §].

3.2 Ohjeet kvartsipölynhallintaan

3.2.1 Työterveyslaitoksen laatimat ohjeet kvartsipölyn hallintaan

Työterveyslaitos on laatinut tutkimushankkeen Kvartsialtistuminen ja sen hallinta rakentamisessa [6] pohjalta yleisiä sekä työvaihekohtaisia kvartsipölyn hallintaohjeita. Tutkimuksen tavoitteena on ollut tunnistaa työtehtäviä, joissa altistuminen alveolijakoiselle kvartsipölylle voi olla merkittävää sekä tarjota keinoja toteuttaa työtehtävät turvallisesti siten, että altistuminen on merkityksetöntä tai vähäistä. Tutkimus antaa myös perusteet rakennusalan työnantajille arvioida

ASA-rekisteriin sekä työterveyshuollon terveystarkastusten piiriin ilmoittamisen tarvetta. [6, s. 18.]

Tutkimuksen perusteella laaditut ohjekortit käsittävät sekä talo- että infraraken-
tamisen työvaiheita, joissa altistuminen alveolijakoiselle kvartsipölylle on mah-
dollista. Ohjekorteissa esitetään mittauksiin perustuva altistuminen työpäivän ai-
kana eri työvaiheisiin kuuluvissa tehtävissä sekä toimenpiteet pölynhallintaan ja
altistumisen minimoimiseen. Taulukossa 4 on esitetty tutkimuksen perusteella
laaditut ohjeet, joita voidaan soveltuvin osin hyödyntää laituri- ja satamarakenta-
misessa. Ohjeet ovat vapaasti ladattavissa Työterveyslaitoksen verkkosivuilta.
[16.]

Taulukko 4. Satama- ja laiturirakentamisessa hyödynnettävät Työterveyslaitoksen laatimat ohjekortit kvartsi- ja pölytorjuntaan [16].

Ohjeen numero	Ohjeen nimi
	Rakennusten purku
1.1	Rakennusten purku koneilla ja ulkotyöt
1.2	Työkoneiden ja ajoneuvojen ohjaamotyö
1.3	Pulverointi ja murskaus työmaalla
	Monttuvaihe, maarakennustyöt ja pintarakennetyöt sekä infrarakentaminen
2.1	Maansiirto ja tasoitus sekä kivetys
2.2	Räjätystyöt (muut kuin poraajat ja kuskit)
2.3	Porausvaunun käyttö
2.5	Tietyöt
	Julkisivutyöt
6.1	Hiekkapuhallus
	Yleisohjeet rakennustyömaalle
7.1	Kvartsi- ja pölyaltistumisen määrittäminen
7.2	Hengityssuojaimet kvartsi- ja pölytorjuntaan
7.3	Kvartsi- ja pölytorjunta rakennustyömailla
7.4	Rakennuspölymurit ja kohdepoistoimurit kvartsi- ja pölytorjuntaan

Pääurakoitsijan lakisääteinen velvollisuus on laatia työlajikohtaiset riskiarviot sekä niihin liittyen arvioida altistuminen myös alveolijakoiselle kvartsilille. Ohjekorttien avulla voidaan riskien arviointi sekä pölytorjuntasuunnitelmat laatia perustuen tutkittuun tietoon ja mittauksiin. Ohjeita noudattamalla rakentamisen työvaiheet voidaan tehdä turvallisesti siten, että altistuminen kvartsi- ja pölytorjuntaan pysyy vähäisellä riskitasolla.

3.2.2 NEPSI Hyvä käytäntö -opas

NEPSI eli European Network for Silica on järjestö, jonka tavoitteena on suojella työssään hengitettävälle kiteiselle piidioksidille altistuvien henkilöiden terveyttä. Järjestö pyrkii löytämään hyviä käytäntöjä kiteistä piidioksidia sisältävien materiaalien käsittelyyn. Laadittuja ohjeita noudattaen ehkäistään, poistetaan tai vähennetään terveydelle haitallista työperäistä altistumista kiteiselle piidioksidille. Ohjeiden laatimisen lisäksi European Network for Silica pyrkii lisäämään tietoa kiteisen piidioksidin terveysvaikutuksista. [22.]

NEPSI on laatinut Hyvä käytäntö -oppaan, johon on koottu tietoa hengitettävän kiteisen piidioksidin hallinnasta. Oppaassa on perustietoa kiteisestä piidioksidista sekä ohjeita hengitettävän kiteisen piidioksidin hallintaan. Oppaan sisältää tietoa voidaan hyödyntää esim. altistumisen riskejä arvioitaessa, valittaessa pölynhallintamenetelmiä sekä perehdytystä suunniteltaessa. Opas on neuvoo-antava eikä korvaa Suomessa annettuja määräyksiä ja ohjeita. [23.]

3.3 Aluehallintaviraston valvonta kvartsipölyn hallintaan liittyen

Työssä esiintyvälle kvartsipölylle altistumisen sekä siihen liittyvän lainsäädännön noudattamisen valvonta kuuluvat työsuojeluviranomaisille. Valvonnan ensisijaisena tavoitteena on, ettei kukaan altistu syöpävaarallisille aineille ja työt suoritetaan turvallisesti. Valvonnan pääpaino on pölyntorjuntasuunnitelmissa, henkilöstön perehdyttämisessä sekä pölyntorjunnan suunnitelmien mukaisessa käytännöntoteutuksessa. [17, 1:06.30-1:13:25.] Valvovan viranomaisen antama pölynhallintakeinojen tärkeysjärjestys on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. Pölynhallintakeinojen tärkeysjärjestys [24].

Valvovan viranomaisen mukaan Työterveyslaitoksen tutkimushankkeen perusteella laatimat ohjekortit ovat apuna sekä työntoiteuttajille että valvontaa suorittaville työsuojeluviranomaisille. Tutkimushankkeen ohjeita noudattamalla päästään lainsäädännön määrittämään tasoon kvartsiipölyn torjunnassa. Ohjeista poikettaessa vaadittu taso joudutaan todentamaan työhygieenisin mittauksin. Yleisilmasta suoraan osoittavia mittauksia voidaan tehdä esim. arvioitaessa pölyntorjunta toimenpiteiden toimivuutta, mutta alveolijakoiselle kvartsille altistumista niillä ei voi mitata. [17, 1:06.30-1:13:25.]

Valvova viranomainen kohdistaa valvontaa rakennuttajiin sekä pää- ja aliura-koitsijoihin. Rakennuttajan velvollisuuksiin kuuluvat mm. työhygieenisia mittauksia koskevat menettelyohjeet, joissa huomioidaan myös kvartsiipöly. Menettelyohjeissa rakennuttajan on tuotava esille, milloin työhygieenisia mittauksia suoritetaan tai perusteltava, miksi mittauksille ei ole tarvetta. Rakennuttaja voi ottaa työturvallisuusohjeissa kantaa kvartsiipölylle altistumisen ehkäisemiseksi tarvittaviin toimenpiteisiin. [25.]

Rakennusurakan päätoteuttajan vastuulla on laatia riskiarvioon perustuvat työ-
lajikohtaiset pölytorjuntasuunnitelmat, joista käy ilmi ainakin koneissa ja työväli-
neissä käytettävät pölynhallintamenetelmät, toimenpiteet kvartsipölyn leviämi-
sen ehkäisemiseksi, hengityssuojainten käytöntarve sekä henkilöstön perehdyt-
täminen pölynhallintaan liittyen. Työmaan henkilöstötiloihin päätoteuttajan on
tarvittaessa järjestettävä erilliset kaapit likaisille ja puhtaille vaatteille. Päätoteut-
taja vastuulla on myös pölynhallintatoimenpiteiden toimivuuden ja noudattami-
sen valvonta yhteisellä työpaikalla. Aliurakoitsijan on työnantajana laadittava
omat riskiarvionsa kirjallisesti sekä perehdytettävä omat työntekijänsä myös pö-
lynhallintaan liittyen. [25.]

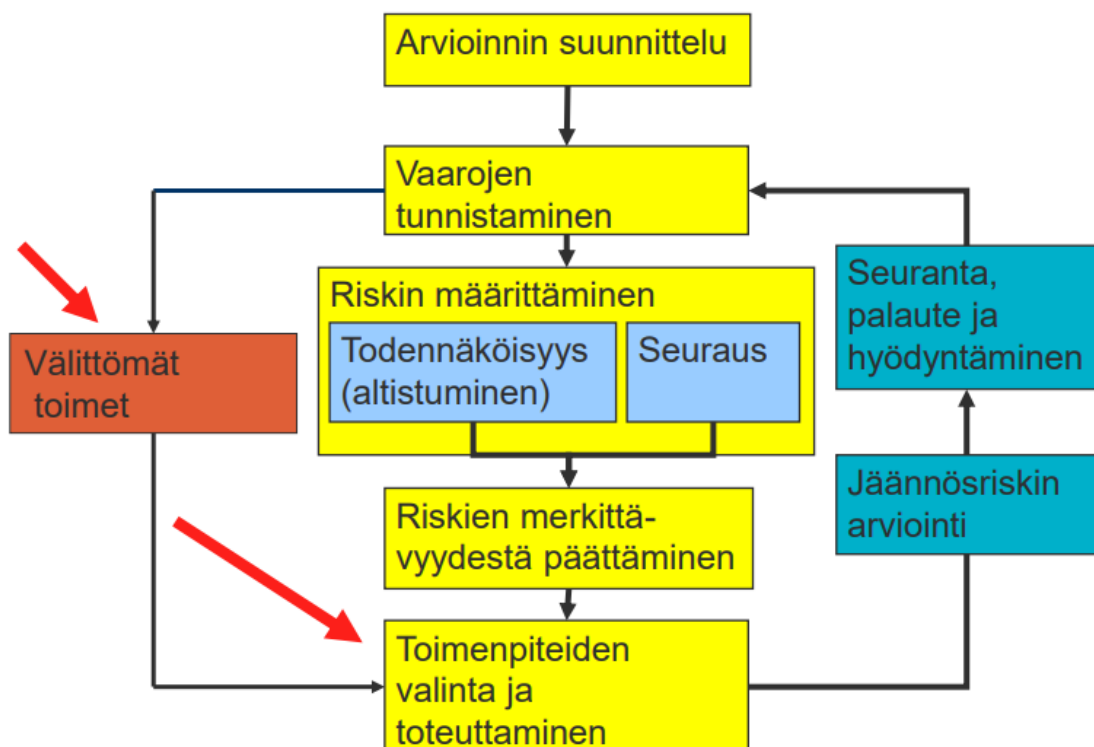
Valvojan viranomaisen mukaan pölyntorjuntamenetelmillä tulee päästä alle hai-
talliseksi tunnetun pitoisuuden, joka alveolijakoisella kvartsipölyllä on 0,05
mg/m³. Pyrkimyksenä tulisi olla altistumisen kannalta vähäinen taso eli 10 %
(0,005 mg/m³) haitalliseksi tunnetusta pitoisuudesta. [25.]

4 Pölyhallinnansuunnittelu ja toteuttaminen

Pölyhallinnansuunnittelu ja toteuttaminen sisältää työhygieenisiin mittauksiin perustuvan riskiarvion, sen perusteella laaditun pölyhallintasuunnitelman ja suunnitelman mukaiset pölyntorjuntatoimenpiteet. Luvussa käydään läpi riskienarvioinnin, työhygieenisten mittausten, pölyhallintakeinojen sekä pölyhallintasuunnitelman laadinnan periaatteet.

4.1 Riskiarvio

Riskienarviointi on luo perustan pölyhallinnan suunnitteluun ja se kuuluu työnantajan lakisääteisiin velvoitteisiin [18, 10 §]. Kirjallisesti laadittavassa riskiarviossa on selvitettävä ja tunnistettava vaarat, arvioitava vaarojen merkitys sekä valittava toteutettavat toimenpiteet. Riskiarvion perusteella valittujen toimenpiteiden vaikutuksia on seurattava valvottava koko ajan. [26]. Kuvassa 3 on esitetty riskien arvioinnin ja hallinnan vaiheet.



Kuva 3. Riskien arviointi ja hallinta [27].

Vaarojen tunnistamisessa arvioidaan kaikki ympäristön ja olosuhteiden tekijät, joissa voidaan altistua kvartsipölylle. Vaarojen tunnistamisen jälkeen tehdään tarvittavat välittömät toimenpiteet. Välittömiä toimenpiteitä vaativa tilanne on esimerkiksi työtapa tai työvaihe, jossa altistumisen sitova raja-arvo ylittyy. Riskien määrittämisessä arvioidaan altistumisen todennäköisyys sekä terveydelliset seuraukset altistuneelle henkilöstölle. Altistumisen todennäköisyydessä huomioidaan altistumisen määrä, altistumisen kesto sekä keinoja ehkäistä altistuminen. Riskien merkittävydestä päätettäessä otetaan huomioon altistumisen vakavuus sekä sen esiintymisen todennäköisyys. Alveolijakoiselle kvartsilille altistumisenriskejä arvioitaessa tulee ensisijaisesti arvioida, missä ja millä tavoin toimittuna eri työvaiheissa altistutaan. [28.]

Toimenpiteiden valinta ja toteuttaminen tehdään riskien arvioinnin perusteella, jolloin siirrytään arvioimisesta riskien hallitsemiseen. Tavoitteena on kvartsipölyaltistumisen ennaltaehkäisy ja minimointi. Riskien hallitsemisessa valitaan käytettävät toimenpiteet, määritetään toimenpiteiden riittävyys sekä arvioidaan jäljelle jäävää riskiä altistumiselle. Valittujen toimenpiteiden toteuttaminen on kvartsipölynhallinnan ydinvaihe. Valittujen pölynhallintakeinojen toteuttamisen jälkeen arvioidaan jäännösriski. Jäännösriski kertoo ovatko toteutetut toimenpiteet riittäviä vai tarvitaanko altistumisen vähentämiseen lisätoimenpiteitä. Valittujen toimenpiteiden ja menetelmien vaikutusta altistumiseen seurataan jatkuvasti. Riskienhallinta pidetään ajantasaisena ja sitä muutetaan olosuhteiden tai työmenetelmien muuttuessa. [28.]

Riskienarvioinnissa voidaan hyödyntää Työterveyslaitoksen tekemiä mittauksia ja niiden perusteella laadittuja ohjeita kvartsipölyn hallintaan [16]. Esimerkki Työterveyslaitoksen työtehtäväkohtaisesta mittaustuloksesta, jota voi hyödyntää riskienarvioinnissa on nähtävillä taulukossa 5. Taulukossa on esitetty rakenteiden purkutyössä toimivan apumiehen altistuminen ulkona työskenneltäessä.

Taulukko 5. Esimerkki kirjallisesti tehdystä sekä mittauksiin perustuvasta riskiarvioista [29].

Työtehtävä	Toteutus ja torjuntakeinot	Kvartsi-altistuminen työpäivänä HTP _{8h} [mg/m ³]	Yli 10 % HTP:sta	Terveystarkastus
Perämies/lapiomies, rakennusten murskaus ja purku paikalla, ulkotyöt	Vettä ei käytetä tai sitä käytetään liian säästeliäästi. Ei hengityssuojainta.	0,05-0,005	x	x
	Vettä ei käytetä. Pölyävissä työvaiheissa FFP3-luokan hengityssuojain.	0,005-0,002	x	
	Murskattavia rakenteita ja siirrettävää betonimurskaa ym. jätettä kastellaan murskattaessa sekä ennen siirtoa tai lajittelua. Ei hengityssuojainta	Alle 0,002		

Punaisella alueella altistuminen on merkittävää, jolloin on tehtävä sekä ASA-ilmoitus että terveysseurannan tarvearviointi. Keltaisella alueella altistuminen on kohtalaista, mutta hengitysilmanpitoisuus ylittää 10 % haitalliseksi tunnetusta pitoisuudesta ja ASA-ilmoitus on tehtävä. Vihreällä alueella tehtävät toimenpiteet laskevat altistumisen vähäiselle tasolle, eikä ilmoituksia vaadita.

4.2 Kvartsipölyaltistumisen mittaaminen

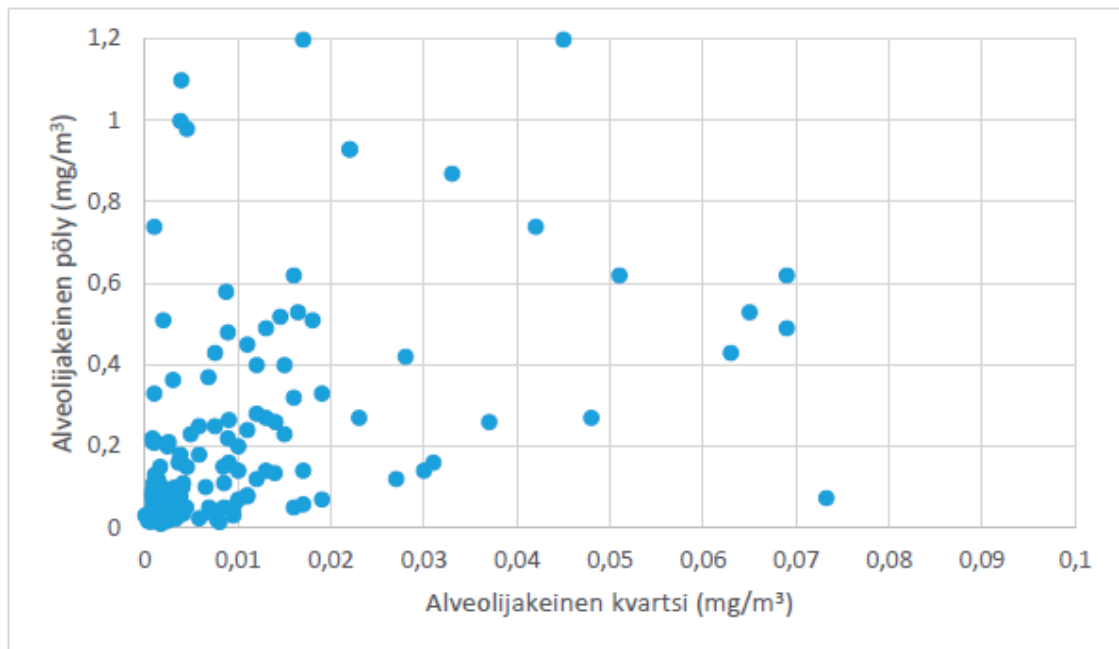
4.2.1 Mittausmenetelmät

Riskiarvion ja altistumisen määrittämisen on perustuttava työhygieenisiin mitaustuloksiin [19, 7 §; 21, 3 §]. Alveolijakoisen pölyn mittaaminen voidaan suorittaa joko keräävällä menetelmällä tai suoraan osoittavilla hiukkaslaskureilla. Altistumista kvartsipölylle ei voida kuitenkaan selvittää suoraan osoittavilla mittauksilla. Tämä johtuu siitä, että pölyssä olevan kvartsin määrä vaihtelee pölylähteen mukaan. Keräävässä menetelmässä pöly kerätään pumppua

hyödyntäen keräimessä olevalle suodattimelle. Suodattimeen kertyneestä näytteestä voidaan alveolijakoisen pölyn lisäksi analysoida erikseen alveolijakoinen kvartsi. Näytteiden analysointi tehdään laboratoriossa. Suoraan osoittavilla mittauksilla voidaan suorittaa alveolijakoisen pölyn kokonaismäärän reaaliaikaista seuranta, mutta suoraan mitattaessa mitataan vain hiukkasten määrää, ei hiukkasten laatua. Suoraan osoittavaa menetelmää voidaan käyttää esimerkiksi [6, s. 162-163]:

- Arvioitaessa pölyn lähteiden merkittävyyttä.
- Mitattaessa alveolijakoisen pölyn määrää.
- Arvioitaessa tarvetta keräävin menetelmin tehtäviin mittauksiin.
- Arvioitaessa pölynhallintamenetelmien tehokkuutta.

Käytettäessä suoraan osoittavaa mittausta on varmistuttava siitä, että laite mittaa haluttua jaetta [30]. Kuvassa 4 on esitetty alveolijakoisen pölyn ja alveolijakoisen kvartsin määrä samasta pölynkeräimestä mitattuna. Kuva havainnollistaa alveolijakoisen pölyn ja alveolijakoisen kvartsin eroa.



Kuva 4. Alveolijakoiselle pölylle ja alveolijakoiselle kvartsille altistuminen [6, s. 38].

Alveolijakoiselle pölylle altistuminen on esitetty y-akselilla ja alveolijakoiselle kvartsille altistuminen x-akselilla. Jos pölylle ja kvartsille altistumisen määrä olisi sama, mittaustulokset asettuisivat kuvassa 4 esitettyssä kuvaajassa suoralle. Näin ei kuitenkaan tapahdu ja kuvaajasta nähdään, että alveolijakoisen pölyn ja kvartsin määrä voi vaihdella yli 100 %. Voidaan kuitenkin todeta, että alveolijakoisen pölynpitoisuuden ollessa alle $0,005 \text{ mg/m}^3$ (vähäisen altistumisen raja) myös alveolijakoisen kvartsin pitoisuus on sen alle. [6, s. 37-38.]

4.2.2 Mittauksien suorittaminen

Luotettava kvartsialtistumisen mittaaminen edellyttää henkilökohtaista näytteenottoa, jossa näytteenottolaite on sijoitettu työntekijän hengitysalueelle. Näytteenotto, jossa näytteenottolaite on yhdessä paikassa koko näytteenottoajan, ei juuri koskaan anna luotettavaa arviota altistumisesta. Tehty työ on tärkein altistumiseen vaikuttava tekijä ja yhdessä paikassa oleva näytteenottolaite yleensä aliarvioi altistumisen. [31, s. 7.] Kuvassa 5 on esimerkki henkilökohtaisesta keräävästä näytteenottolaitteesta.



Kuva 5. Hengitysvyöhykkeelle sijoitettava alveolijakoisen pölyn näytteenottoon käytettävä keräin ja pumppu [6, s. 162].

Mittauksia suoritettaessa arvioidaan työpäivän mittaista altistumista, koska altistumisen määrittämiseen käytetään kahdeksan tunnin aikapainotettua keskiarvoa. Lyhyemmillä mittauksilla ei saada luotettavaa tietoa koko työvuoron aikana tapahtuvasta altistumisesta. Mitattaessa työpäivän aikana tapahtuvaa altistumista on huomioitava, että myös tauot kuuluvat työpäivään. Päiväkohtaisen altistumisen vaihdellessa merkittävästi on varmistuttava siitä, että mitataan suurin mahdollinen altistuminen. Lyhyempiä mittauksia voidaan hyödyntää tutkittaessa suurten altistumisten lähteitä, mutta työpäivän mittaista altistumista niillä ei voida määrittää. [30; 31, s.7-8.]

Altistuminen vaihtelee päivittäin, koska tehtävät ja olosuhteet eivät ole vakioita. Keskimääräinen kahdeksan tunnin altistuminen on luotettavampi, jos näytteitä kerätään useamman päivän ajan. Standardin EN-689 (Työperäinen altistuminen. Hengitysteitse tapahtuvan kemiallisille tekijöille altistumisen mittaaminen. Strategia altistumisen raja-arvojen noudattamisen varmistamiseen) ohjeiden mukaisesti perustestausta varten olisi kerättävä vähintään kolme näytettä. Riittävästä mittauskertojen määrästä kannattaa sopia mittaukset tekevän tahon kanssa. [31, s. 8.]

Hengitysvyöhykkeelle sijoitettavalla keräimellä kvartsipölylle altistumista saavat suorittaa Työterveyslaitos sekä työhygieeniin mittauksiin erikoistuneet yritykset. Valittaessa mittauksia suorittavaa tahoja on syytä selvittää yrityksen referenssit sekä käytettävien menetelmien luotettavuus. Mittaukset on tehtävä EU:n kvartsisopimuksen ja Työterveyslaitoksen ohjeiden mukaisesti. Mittauksia tehtäessä on huomioitava, että suoraan osoittavilla menetelmillä mittaavat tahot eivät voi mitata kvartsipölylle altistumista. Työterveyslaitoksen suositus on, että tuloksien analysoinnin suorittaa akkreditoidut laboratoriot, jotka osallistuvat mm. kansainvälisiin vertailukierroksiin. Tämä ei kuitenkaan ole lakisääteinen velvoite. [30.]

4.3 Kvartsipölynhallintakeinot

Kvartsipöly altistumisen ollessa liiallista tulisi ensisijaisesti vähentää pölypitoisuutta, jos pölypitoisuuden vähentäminen ei riitä altistumista vähennetään käytämällä suojavaalineita [17, 26:40-27:20]. Hallintakeinoja valittaessa voidaan apuna käyttää kuvassa 6 esitettyä kvartsipölyaltistumisen hallintajärjestystä.



Kuva 6. Kvartsipölyn hallintakeinojen tehokkuus [6, s. 52].

Yleisilmaan levinnyt kvartsipöly on rakentamisessa useimmiten pääasiallinen altistumisen lähde. Yleisilmassa oleva pöly edellyttää henkilöstöltä yleensä hengityssuojaimen käyttöä riippumatta siitä tehdäänkö pölyävää työtä itse vai tekeekö sitä joku muu. Kvartsipölyn hallintakeinoja valittaessa tulisi ensisijaisesti pyrkiä löytämään keinoja, joissa haitta poistetaan kokonaan tai siihen

vaikutetaan päästöjenlähteessä. Haitan poisto tarkoittaa kvartssia sisältävän tuotteen poistamista esimerkiksi tuotetta vaihtamalla. Päästölähteeseen vaikuttamisella estetään pölyn muodostuminen ja leviäminen esimerkiksi käyttämällä kastelua tai kohdepoistoa. Mitä tehokkaampia hallintakeinot ovat sitä pienempi on altistumisen merkittävyys. [6, s. 52-53.]

Jos valituilla keinoilla ei voida estää pölyn leviämistä yleisilmaan, on syytä harkita vaihtoehtoisia pölynhallintamenetelmiä, joilla leviäminen estetään. Jos pölynleviämistä ei voida estää on käytettävä hengityssuojaimia. Altistumista voidaan vähentää myös töiden järjestelyllä ja rytmityksellä. Kvartsipölylle altistumisen hallinnassa ratkaisevaa on se, kuinka työ tehdään ja mitä pölyntorjuntakeinoja hyödynnetään työtä tehtäessä. [6, s. 52-53.]

Kvartsipölynhallinnan tehokas toteuttaminen edellyttää työvaiheittain ja -tehtävittäin tapahtuvaa riskien arvioimista ja suunnittelua sekä henkilöstön kouluttamista. Pölynhallinnan vaatimat toimenpiteet on huomioitava tarvittaessa myös rakentamisen aikataulussa sekä vaiheistuksessa. Pölyntorjunnan onnistuminen edellyttää kaikkien rakennushankkeeseen osallistuvien yhteistyötä alkaen rakennuttajan menettelytapaohjeista ja vaatimuksista pölyntorjuntaan liittyen aina yksittäiseen työntekijään asti. Kaikkien hankkeen osapuolien on myös huolehdittava valvonnasta sekä pölynhallinnan toteuttamiseen vaadittavien toimenpiteiden tehostamisesta tarpeen niin vaatiessa. [6, s. 169-170.]

Pölynhallintakeinoja valittaessa mittaukset eivät ole välttämättömiä, jos altistuminen voidaan sulkea pois tai sen arviointi voidaan suorittaa luotettavasti muuhun tietoon perustuen [6, s. 51]. Hyvin toteutetussa pölyntorjunnassa pölynmuodostuminen estetään pölyn syntyä lähteellä mahdollisimman tehokkaasti [6, s. 169-170].

4.4 Kvartsipölynhallintasuunnitelmissa esitettävät asiat

Pölyntorjunta on osa turvallisuussuunnittelua ja pölynhallintaan vaadittavien työmenetelmien suunnittelu on päätoteuttajan tehtävä. Pölynhallintasuunnitelmat

laaditaan riskiarvioiden perusteella, jotka myös esitetään suunnitelmissa. Suunnitelmista on käytävä ilmi pölyävät työvaiheet sekä työntekijät, jotka voivat altistua terveydelle haitalliselle pölylle. Suunnitelmissa esitettävät pölynhallintamenetelmät valitaan tehtyjen riskiarvioiden perusteella siten, että pölyn muodostuminen pyritään estämään jo lähteessä esim. kastelemalla, suolaamalla tai kohdepoistolla. Jos pölynmuodostumista ei voida estää, vähennetään ja rajataan sen muodostumista sekä leviämistä. Muiden toimenpiteiden ollessa riittämättömiä, suunnitelmissa huomioidaan hengityssuojainten käyttö. [32.] Kvartsipölynhallintasuunnitelmissa esitettävät asiat ovat nähtävillä taulukossa 6.

Taulukko 6. Kvartsipölynhallintasuunnitelmassa esitettävät asiat [32].

Aihe	Asiat
Pölyntorjunnan taustatiedot	<ul style="list-style-type: none"> – työmaan tiedot – vastuuhenkilöt – työmaan erityispiirteet – lainsäädäntö
Pölyämistä aiheuttavat työvaiheet	<ul style="list-style-type: none"> – pölyävät työvaiheet – pölyävien työvaiheiden kesto – altistuvien työntekijöiden määrä – terveysvaikutukset
Riskien arviointi	<ul style="list-style-type: none"> – riski työntekijöiden terveydelle toteutettujen pölyntorjunta toimenpiteiden jälkeen – mittauksiin tai luotettavaan muuhun tietoon perustuva
Käytettävät pölyntorjuntakeinot	<ul style="list-style-type: none"> – pölyn muodostumisen estävät keinot – pölyn leviämisen estävät keinot – työntekijöiden suojavälineet
Toimintaohjeet	<ul style="list-style-type: none"> – rakennuttajan ohjeet – tilojen ja alueiden käyttö – tiedottaminen – työmaalla toimiminen – perehdytys ja työnohjaus
Valvonta	<ul style="list-style-type: none"> – tavoitteiden toteutumisen valvonta – säännölliset tarkastukset – tarvittavien mittausten valvonta

Suunnittelussa on syytä huomioida myös töiden suunnittelu siten, että mahdollisesti altistuvien työntekijöiden määrä pölyävän työvaiheen aikana on

mahdollisimman pieni [32]. Suunnitelmissa esitetyillä toimenpiteillä pyritään kvartsialtistuminen saamaan vähäiselle tasolle eli alle 0,005 mg/m³ työpäivän aikana [25].

4.5 Henkilöstön perehdyttäminen

Perehdyttämisellä ja työnopastuksella varmistetaan, että työntekijät tiedostavat työhön liittyvät riskit ja vaaratekijät sekä toimivat annettujen ohjeiden mukaisesti. Perehdytys annetaan ennen työn- tai työvaiheenaloittamista työmaalla ja työnopastusta työn aikana. Perehdytystä annetaan lisäksi aina uusien laitteiden käyttöönoton yhteydessä sekä uusia työmenetelmiä käytettäessä. [33.] Pääura-koitsija vastaa perehdyttämisestä sekä työhön opastamisesta yhteisellä rakennustyömaalla joko perehdyttämällä ja opastamalla itse tai huolehtimalla siitä, että jokainen työnantaja perehdyttää ja antaa työnopastusta omille työntekijöilensä [20, 3 §].

Kvartsipölynhallintaan liittyen perehdytyksessä opetetaan mitä kvartsipöly ja sille altistuminen tarkoittaa, miten se vaikuttaa terveyteen, missä sitä esiintyy sekä mitä toimenpiteitä tehdään altistumisen välttämiseksi. Perehdytyksessä huomioidaan myös henkilökohtaisten suojavälineiden käyttö, jos altistumista ei voida muilla tavoin välttää. [23, s. 47-54.]

Hengityssuojaimilla voidaan varmistaa kvartsialtistumisen pysyminen riittävän pienenä silloin kun sitä ei muilla tavoin voida tehdä. Hengityssuojainten käytön perehdytyksessä on huomioitava oikean hengityssuojaimen valinta, pukeminen sekä tiiveystestaus ennen jokaista käyttökertaa. Opetuksessa määritellään työvaiheet, joissa hengityssuojainta tulee käyttää sekä painotetaan suojaimen käytön tarvetta koko pölyävän työvaiheen ajan. Hengityssuojainten käytön perehdytyksessä on myös huomioitava käytön tarve pölyävän työvaiheen jälkeen, jos pöly ei hälvene työalueelta pölyävän työvaiheen päätyttyä. Kvartsipölyltä suojautumiseen on käytettävä vähintään FFP3-luokan kertakäyttöistä hengityssuojainta. [6, s. 164-168.]

5 Työvaihekohtaiset pölyntorjuntasuunnitelmat

Pölyntorjuntasuunnitelmat on laadittu lainsäädännön, Työterveyslaitoksen antamien ohjeiden sekä tehtyjen haastattelujen perusteella. Laatimista varten on haasteltu sekä käyty keskusteluja Terramaren työnjohdon, laitetoimittajien, valvojan viranomaisen sekä työterveyslaitoksen edustajan kanssa. Pölyntorjuntasuunnitelmat on tarkastettava ennen jokaista työmaata ja niissä on huomioitava työmaan erityspiirteet. Pölyntorjunnan suunnittelusta sekä käytännön toteutuksesta vastaa aina viime kädessä työmaanhenkilöstö. Pölyntorjuntaan oleellisesti liittyvää työvaihekohtaista henkilöstön perehdyttämistä ei esitetä tässä työssä. Varsinaiset pölynhallintasuunnitelmat esitetään liitteessä 2.

5.1 Yleistä pölyntorjuntasuunnitelmista

Kvartsipölyn poistaminen tai korvaaminen prosessia tai tuotetta muuttamalla on käytännössä mahdotonta laituri- ja satamarakentamisessa, koska maa- ja kiviainekset sisältävät kvartsia. Altistumista ehkäisevät tai vähentävät pölynhallinnan keinot kohdistetaan ensisijaisesti teknisiin ja organisatorisiin ratkaisuihin. Ratkaisuja ovat esimerkiksi pölyn hallinta päästölähteessä, työntekijöiden perehdyttäminen, tiedottaminen, altistuvien työntekijöiden määrän sekä altistumisen keston ja voimakkuuden vähentäminen. Henkilösuojaimia käytetään lain mukaan viimeisenä keinona, jos altistusta ei muilla tavoin saada pienennettyä riittävästi. [24.]

Pölynhallinnan tavoitteena on pitää altistuminen kaikissa työvaiheissa vähäisellä tasolla, jolloin ASA-rekisteri-ilmoitukselle ei ole tarvetta. Työmaat pitävät ASA-rekisteriä henkilöistä, joiden keskimääräinen altistuminen kvartsipölylle on yli 10 % HTP-arvosta merkittävän osan työajastaan yli 20 päivänä kalenterivuodessa. ASA-ilmoitukset tehdään kootusti kalenterivuoden päätyttyä Työterveyslaitoksen rekisteriin maaliskuun 31. päivään mennessä. Tarkemmat ohjeet ASA-ilmoituksen tekemiseen löytyvät Työterveyslaitoksen verkkosivuilta, joilla tehdään myös sähköinen ASA-rekisteri ilmoitus.

Pölynhallintasuunnitelmien riskiarviot perustuvat Työterveyslaitoksen tutkimukseen sekä tutkimuksen pohjalta laadittuihin ohjekortteihin. Ohjeiden soveltuvuus on arvioita aina tapauskohtaisesti, jos ohjekortissa oleva tieto ei sovellu hyödynnettäväksi on riskiarvion perustaksi tehtävä erilliset mittaukset. Ohjeita voi soveltaa, jos esimerkiksi työstettävä materiaali ei poikkea ohjeen mukaisesta, eikä pölyntorjuntatavoissa ole olennaisia muutoksia [30]. Mittaustarvetta arvioitaessa on huomioitava, että lain mukaan työntekijöiden altistuminen vaarallisille kemiallisille tekijöille on pystyttävä arvioimaan luotettavasti. Jos luotettavaa arviointia ei voida muutoin tehdä suoritetaan työhygieenisiämittauksia. [19, 7 §.]

Henkilöstöllä on lakisääteinen velvoite käyttää hengityssuojainta, jos työnantaja tehnyt päätöksen suojaimen käytöstä riskiarvion perusteella. Hengityssuojainten käyttöön voidaan laatia hengityssuojainohjelma, jonka avulla varmistetaan, että hengityssuojaimet suojaavat tehokkaasti niiden käyttäjiä. Suojainohjelmassa esitetään niiden valinta, hankinta, vastuut, käyttö, huolto, säilytys sekä käytön koulutus. Hengityssuojainten käytön ongelmana on usein alhainen käyttöaste. Käyttöastetta parantavia menetelmiä on syytä tuoda esille suojainohjelmassa. Hengityssuojainohjelman avulla yhtenäistetään suojainten käyttöön liittyvä toiminta työmailla sekä saadaan parempi varmuus siitä, että henkilöstö käyttää hyväkuntoisia sekä sopivia suojaimia oikein koko altistusajan. [34.]

5.2 Työmaatiet ja sosiaalitulat

Pölyä syntyy työkoneiden liikkeessa työmaateilla sekä -alueella. Näiden pölyämistä torjutaan mahdollisuuksien mukaan kastelemalla tai suolaamalla. Suolaaminen on pitkäkestoisempi keino estää työmaateiden pölyäminen kuin kastelu [30]. Työmaalla pölyämistä aiheuttavat päällystetyt alueet puhdistetaan tarvittaessa harjakoneella [35].

Vesisumutus on tehokkain keino suorittaa kastelua. Vesisumutinta käytettäessä on huomioitava sumuttimen pisarakoko sekä kuinka laajalle alueelle sumutin toimii riittävän tehokkaasti maa-aineksen kastelun kanalta. Pienempi pisarakoko

sitoo paremmin yleisilmassa olevaa alveolijakoista pölyä. [36.] Kuvassa 7 on esimerkki kasteluun käytettävästä vesisumuttimesta.



Kuva 7. Kasteluun käytettävä vesisumutin [37].

Vesisumuttimia voidaan käyttää verkkovirralla ja suoraan vesijohtoverkosta saatavalla vedellä tai omalla virtalähteellä ja vesisäiliöllä [36]. Pienissä kohteissa kasteluun voidaan käyttää myös letkua tai pienempiä sumuttimia. Näiden teho on kuitenkin vaatimaton ja ne soveltuvat yksittäisen pienen kohteen kasteluun, vain jos muita keinoja ei ole käytettävissä.

Vesisumuttimessa voidaan satama- ja laiturirakentamisessa käyttää myös merivettä. Meriveden käytössä on huomioitava sen aiheuttama mahdollinen korroosio kalustolle. Korroosiota esiintyy sekä käytettävissä vesisumuttimissa että työkohteissa, joiden päälle vettä joudutaan sumuttamaan. Meriveden kanssa

kosketuksiin joutunut kalusto on syytä huuhdella makealla vedellä. Vesisumuttimissa huuhtelu tapahtuu käyttämällä makeaa vettä sumuttamiseen ennen sumuttimien pysäyttämistä. Kaluston huuhtelu voidaan tehdä esimerkiksi vesilet-kulla tai käyttämällä erillistä puhdistusasemaa, josta läpiajattaessa kone puhdistetaan makealla vedellä.

Toinen meriveden käytössä huomioitava asia on vedessä olevien epäpuhtauksien suodattaminen ennen veden johtamista sumuttimeen. Epäpuhtauksia ovat esimerkiksi vedessä oleva levä tai matalasta vedestä vettä otettaessa meren pohjasta irtoava maa-aines. Epäpuhtaudet voivat aiheuttaa sumuttimen tukkeutumisen tai jopa sen ennenaikaista kulumista.

Altistuminen kvartsipölylle voi tapahtua myös sosiaalityötiloissa ja tämä on huomioitava pölyhallintatoimenpiteissä. Altistumista sosiaalityötiloissa voi tapahtua, vaikka pölyntorjuntatoimenpiteet olisi hoidettu oikein eikä pölyä lähtökohtaisesti kulkeudu tiloihin. Sosiaalityötilat pyritään sijoittamaan asfaltoidulle alueella siten, että työmaalta kulkeutuu pölyä mahdollisimman vähän niitä kohti. Tilojen alustan asfaltointia kannattaa harkita, jos tällä pystytään vähentämään pölyn kulkeutumista sisälle. Sosiaalityötiloissa käytetään pölykerääviä mattoja ja siivous väli pidetään riittävän pienenä. Tilojen yleisilman pölypitoisuutta mitataan tarvittaessa suoraan osoittavalla mittarilla. Suoraan osoittavaa mittausta käytettäessä on varmistuttava oikean hiukkaskoon mittaamisesta. Mittausta suoritettaessa on muistettava, että suoraan osoittavalla mittauksella ei voida mitata altistumista kvartsipölylle. Tiloihin kertynyttä pölyä voidaan poistaa ilmanpuhdistukseen tai alipaineistukseen käytettävällä kalustolla.

Tultaessa sosiaalityötiloihin on tarvittaessa järjestettävä mahdollisuus puhdistaa ja pestä pölyiset varusteet. Puhdistaminen tulee tehdä siihen erikseen valitussa tilassa. Liitteessä 3 on esimerkki puhdistautumistilasta, jonka kautta kuljetaan sosiaalityötiloihin. Esimerkkiratkaisussa löytyy erillinen tila pölyisten varusteiden imuroinnille sekä erilliset pesu- ja käymälätilat. Kaikilla työmailla käytettävää malliratkaisua ei ole olemassa, tarvittavat ratkaisut sosiaalityötilojen pölyhallintaan

liittyen ovat työmaakohtaisia. Puhtaille ja likaisille varusteille on kuitenkin aina järjestettävä erilliset säilytystilat.

5.3 Työkoneiden ja ajoneuvojen ohjaamotyöskentely

Ohjaamotyöskentelyä koskevia ohjeita noudatetaan kaikissa työvaiheissa. Tarkemmat vaatimukset työkoneille sekä koneiden lähellä työskenteleville annetaan työvaihekohtaisissa pölyntorjuntasuunnitelmissa. Altistuminen alveolijakeiselle kvartsipölylle ohjaamotyössä on esitetty taulukossa 7.

Taulukko 7. Altistuminen kvartsipölylle työkoneiden ja ajoneuvojen ohjaamotyössä.

Työtapa, ilmanvaihto ja hengityssuojainten käyttö	Kvartsi-altistuminen työpäivänä [mg/m ³]	Alveolijakeiselle pölylle altistuminen työpäivänä [mg/m ³]
Ei hengityssuojainta. Työkoneen ohjaamon ikkunat ovat auki, ilmanvaihto pidetään pois päältä tai suodatin on tukossa.	0,005-0,25	0,1-1
Ei hengityssuojainta. Työkoneen ohjaamossa suodatettu tuloilma.	0,001-0,004	0,034-0,1

Satama- ja laiturirakentamisen ohjaamotyössä huomioitavia ainakin alla olevan luettelon mukaiset asiat: [6, s. 108-109.]

- Ohjaamoiden ikkunat pidetään kiinni työpäivän ajan aina kun se on mahdollista. Työskenneltäessä laiturilla työkoneiden ovia voidaan kuitenkin turvallisuussyistä joutua pitämään auki. Näissä tapauksissa käytetään tarvittaessa henkilökohtaisia suojaimia.
- Ohjaamoiden ilmanvaihdon toimintaa sekä hälytyksiä seurataan aina konetta käytettäessä.
- Tuloilmansuodattimien kunto ja kiinnitys tarkistetaan valmistajan ohjeiden mukaisesti. Tarkastus tehdään vähintään viikoittain.
- Pölynsuodatukseen käytetään HEPA H13-luokan suodattimia (EN 15695-2:2017).
- Ohjaamot pidetään siistinä. Istuinten verhoilu pyyhitään tarvittaessa.

- Työvaatteet ja jalkineet puhdistetaan ennen ohjaamoon nousemista. Tällä vähennetään myös ohjaamoiden puhdistuksen tarvetta.

Ohjaamoiden tuloilmasuodattimet ja mahdolliset esisuodattimet vaihdetaan tuloilmavirtauksen laskiessa tai laitteen varoittaessa. Jos työkoneessa ei ole erillistä varoitusta, suodattimien vaihtoväli kirjataan pölynhallintasuunnitelmaan. Työkoneiden ja ajoneuvojen ohjaamoissa, joissa on suodattimen tukkeutumisesta varoitava toiminto, tulee olla vähintään 20 Pa ylipaine. Jos varoittavaa järjestelmää ei ole, ylipaineen on oltava 50 Pa [6, s. 108-109.] Työterveyslaitoksen ohje ohjaamotyöskentelystä on esitetty liitteessä 4.

5.4 Työvaihekohtaiset pölyntorjuntasuunnitelmat

Työvaihekohtainen pölyntorjuntasuunnitelma määrittää käytännön tasolla turvallisen työmenetelmän kyseessä olevassa työssä sekä huomioi työn erityisvaatimukset. Satama- ja laiturirakentamisessa päätyövaiheita, joissa voi altistua alveolijakoiselle kvartsipölylle, ovat betonipintojen jälkityöt, kiviaineksen poraus, louhinta, maankaivu ja täyttötyöt, murskaus sekä purkutyöt.

Päätyövaiheisiin on valittu työt, joita todennäköisimmin tehdään satama- ja laiturirakentamisessa. Satama- ja laiturirakentamiseen kuuluu myös muita työvaiheita sekä pienempiä töitä, joihin tarvittavat pölyntorjuntasuunnitelmat on laadittava tapauskohtaisesti. Näiden laatimisessa voidaan noudattaa tässä työssä käytettyjä periaatteita sekä menetelmiä. Suunnitelmien pölynhallintamenetelmillä pyritään kvartsipölyaltistuminen pitämään vähäisellä tasolla.

5.4.1 Betonipintojen jälkityöt

Betonipintojen jälkitöissä altistuminen tapahtuu työstettäessä betonia koneellisesti esimerkiksi porattaessa, timanttileikkauksessa, jyrsiessä tai piikatessa. Työstettäessä betonia pyritään käyttämään vesisuihkulla varustettuja työkaluja, jolloin pölynmuodostuminen lähteessä estyy. Jos veden käyttö ei ole mahdollista, käytetään koneen malliin sopivaa konekohtaista poistoa riittävällä imuteholla.

Konekohtainen pölynpoisto vaatii pölynpoistoon tarkoitettua lisäosaa sekä pölyn poistamiseen soveltuvan imurin. Kohdepoistoa käytettäessä imuria käytetään riittävän kauan työn päättymisen jälkeen, jotta kohdepoisto ehtii poistamaan kaiken pölyn. [6, s. 144-145.] Kuvassa 8 on esimerkki yhden laitetoimittajan ratkaisusta kohdepoistoon. Kuvassa vasemmalla olevaan työkaluun on integroitu vedensyöttö sekä pölynpoisto ja oikealla pölynpoistoon tarvittava H-luokan imuri.



Kuva 8. Timanttileikkuri integroidulla vedensyötöllä ja pölynpoistolla sekä H-luokan imuri [38].

Märkätyöstössä muodostunut jäte poistetaan siten, että se ei aiheuta altistumista kuivumisen jälkeen. Jos muita keinoja ei voida käyttää, märkä jäte poistetaan vesi-imurilla. Kohdepoistossa käytetään ainoastaan pölyluokan H imuria, jossa on riittävä imuteho (m^3/h) [39]. H-luokan imuri H-13-suodattimella suodattaa 99,95 % pölystä [40]. Betonipintojen jälkitöissä käytetään yleensä vähintään FFP-3 luokan hengityssuojainta riippumatta pölynhallintatoimenpiteistä. FFP-3 suojaimen suojausluokka on 20. Suojainluokka kuvaa suojaimen sisäpuolella olevaa pitoisuutta verrattuna ulkopuolella olevaan pitoisuuteen [6, s. 167].

Suunnitelmat laaditaan Työterveyslaitoksen sisätyövaiheiden ohjeiden mukaisesti, mutta ulkona työskennellessä ei käytetä osastointia tai alipaineistusta.

Ulkona tapahtuvassa työssä altistuminen on yleisesti ottaen vähäisempää kuin sisällä työskenneltäessä.

5.4.2 Kiviaineksen poraus ja paalutus

Kiviainesta poratessa poraajan altistuminen vältetään käyttämällä hyillisiä laitteita sekä noudattamalla ohjaamotyöskentelystä annettuja ohjeita. Töiden järjestelyllä pyritään minimoimaan poravaunun lähellä työskentelevien henkilöiden määrä mahdollisimman pieneksi. Poravaunun lähellä työskenneltäessä käytetään riskiarvion perusteella valittua hengityssuojainta. [6, s. 118-119.]

Pölynhallinta lähteessä tehdään kastelulla sekä käyttämällä mahdollisuuksien mukaan sukitettuja pölynerottimia. Kastelussa vettä syötetään porausreikään sekä tarpeen mukaan koneesta pölynerottimen kautta ulostulevaan porasoijaan. Muodostunut porasoija peitetään maa-aineksella, joka tarvittaessa kastellaan. [6, s. 118-119.] Kuvassa 9 on nähtävillä esimerkki sukitetusta pölynerottimesta.



Kuva 9. Poravaunun sukitettu pölynerotin [6, s. 119].

Pölynhallintasuunnitelmat laaditaan Työterveyslaitoksen poravaunun käyttö -ohjeistuksen mukaan. Hyödynnettäessä ohjetta eri työvaiheissa on käytettävä ohjeen mukaisia ratkaisuja, jos ratkaisut poikkeavat ohjeesta on niistä suoritettava työhygieeniset mittaukset. Työterveyslaitoksen ohje poravaunun käytöstä on esitetty liitteessä 5.

5.4.3 Louhinta

Louhintatyössä poraustyö aiheuttaa suurimman pölyhaitan ja töiden järjestelyllä pyritään välttämään työskentelyä poravaunun läheisyydessä etenkin tuulen alapuolella työskenneltäessä. Pölynmuodostumista sen lähteellä hallitaan poravaunun pölyntorjuntasuunnitelmien mukaisesti. Jouduttaessa työskentelemään alle 10 metrin päässä poravaunusta käytetään vähintään FFP3-luokan hengityssuojainta. Altistuminen kvartsipölylle otetaan varoetäisyyksissä huomioon, vaikka louhintasuunnitelma mahdollistaisi pienemmän varoetäisyyden. [6, s. 114-115.]

Työn aikana tai sen jälkeen pois siirrettävät porausjätteet sekä maa-ainekset kastellaan pölyämisen estämiseksi. Työkoneilla työskenneltäessä ikkunat pidetään mahdollisuuksien mukaan kiinni ja työkoneiden ohjaamoissa noudatetaan ohjaamotyöskentely ohjetta. Räjähdyksestä muodostuva pöly hälvenee ulkona nopeasti. Räjähdyksen jälkeen vaadittava varoaika on riittävä aika myös pölyn hälvenemiselle. [6, s. 114-115.] Pölynhallintasuunnitelmat laaditaan Työterveyslaitoksen räjäytystyöt -ohjeistuksen mukaan, joka on esitetty liitteessä 6.

5.4.4 Maankaivu ja täyttötöyt

Maankaivu- ja täyttötöissä altistuminen tapahtuu käsiteltäessä kuivia maa-aineksia. Pölynhallinta lähteessä tapahtuu kastelemalla käsiteltävät maa-ainekset esimerkiksi vesisumutuksella. Kastelu on aloitettava riittävän ajoissa siten, että kaikki käsiteltävät maa-ainekset ehtivät kastua. Kastelua pyritään jatkamaan koko työskentelyn ajan, jolloin estetään maa-aineksien kuivuminen. Kuivia maa-aineksia käsiteltäessä voidaan kvartsipölylle altistua merkittävästi ja sitä tulee

mahdollisuuksien mukaan välttää. [6, s. 112-113.] Kastelua voidaan hyödyntää maan optimivesipitoisuuden saavuttamiseen ennen tiivistystä.

Töiden järjestelyllä pyritään minimoimaan maankaivu- tai täyttötöitä tekevien työkoneiden lähellä työskentely, etenkin tuulen alapuolella. Työskenneltäessä lähellä maankaivu- tai täyttöpaikkaa hengityssuojaimia käytetään riskiarvion mukaisesti. Jos joudutaan käsittelemään kuivia maa-aineksia, käytetään vähintään FFP3-luokan hengityssuojainta työskenneltäessä lähellä työkoneita. [6, s. 112-113.] Pölynhallintasuunnitelmat laaditaan Työterveyslaitoksen maansiirto ja tasoitus sekä kivetys -ohjeistuksen mukaan, joka on esitetty liitteessä 7.

5.4.5 Murskaus

Murskauksessa altistuminen voi tapahtua käsiteltäessä murskattavaa materiaalia sekä tehtäessä murskaimelle työn aikana tarvittavia huoltotoimenpiteitä. Pölyn lähteessä pölyä torjutaan kastelemalla murskattavaa massaa ennen työn aloittamista sekä työn aikana. Kuivan materiaalin murskausta pyritään välttämään. Murskattavaa materiaalia kastellaan tarvittaessa murskauksen aikana murskaimeen sijoitetulla kastelujärjestelmällä. [6, s. 110-111.]

Henkilöstön työskennellessä alle viiden metrin etäisyydellä murskaimesta murskauksen aikana käytetään vähintään FFP3-luokan hengityssuojainta. Murskauksessa työskentelevien kaivinkoneiden ja pyöräkoneiden kuljettajat noudattavat ohjaamotyöohjetta. [6, s. 110-111.] Kuvassa 10 on nähtävillä valmista murskettä, jonka kastelusta on tarvittaessa huolehdittava pölyämisen estämiseksi. Valmiin murskeen käsittelyssä noudatetaan maankaivuu ja täyttötöitä -pölynhallintasuunnitelmaa.



Kuva 10. Valmista murskattua kiviainesta [6, s. 111].

Murskaimen huoltotoimenpiteitä tehtäessä hengityssuojain valitaan riskisarvion perusteella. Hengityssuojaimen valintaan vaikuttavat tehtävät huoltotoimenpiteet sekä niihin käytettävä kalusto. Vähimmäisvaatimuksena on kuitenkin FFP3-luokan hengityssuojain. [6, s. 110-111.] Pölynhallintasuunnitelmat laaditaan Työterveyslaitoksen pulverointi ja murskaus -ohjeen mukaan, joka on esitetty liitteessä 8.

5.4.6 Purkutyöt

Purkutyössä altistuminen voi tapahtua, jos purettavaa kohdetta ei kastella riittävästi. Pölynhallinta pölynsyntylähteessä tehdään kastelemalla purettavia rakenteita koko purkutyön ajan. Jos purkutyön aikana muodostuu pölyä kastelusta huolimatta, on kastelua tehostettava esimerkiksi lisäämällä vesisumuttimien

määrää. Muodostunut purkujäte kastellaan aina ennen sen siirtämistä. [6, s. 106-107.]

Jos veden käyttö ei ole mahdollista tai sitä ei voida käyttää riittävästi pölyämisen estämiseksi, estetään altistuvien henkilöiden työskentely alueella tai pidetään henkilöiden määrä mahdollisimman pienenä töiden rytmityksellä. Jos pölyä esiintyy, käytetään työkoneiden ohjaamoiden ulkopuolella vähintään FFP3-luokan hengityssuojainta. Ohjaamotyössä noudatetaan siitä erikseen tehtyä suunnitelmaa. [6, s. 106-107.]

Purettujen rakenteiden pulveroinnissa noudatetaan murskaukseen laadittua pölynhallintasuunnitelmaa. Pölynhallintasuunnitelmat laaditaan Työterveyslaitoksen rakennusten purku koneilla ja ulkotyöt -ohjeen mukaan, joka on esitetty liitteessä 9.

6 Yhteenveto ja pohdinta

Opinnäytetyössä selvitettiin pölynhallintasuunnitelmien laadinnan perusteet sekä laadittiin työvaihekohtaiset pölynhallintasuunnitelmat satama- ja laiturirakentamisen päätyövaiheisiin. Tavoitteena oli yhtenäistää ja helpottaa työmaiden kvartsipölyn hallintaa sekä löytää toimivia ratkaisuja pölyntorjuntaan. Työssä tehtyjä suunnitelmia voidaan hyödyntää työmailla, mutta työmaan olosuhteet ja käytettävä kalusto on aina otettava huomioon. Yleispäteviä kaikissa tapauksissa toimivia pölynhallintasuunnitelmia ei säädettyjen lakienkaan mukaan ole mahdollista tehdä. Tehdyt suunnitelmat voivat myös helpottaa pölynhallinnan jalkauttamista työmaille.

Opinnäytetyössä laadittuja pölynhallintasuunnitelmia ei voitu työn aikana testata käytännössä. Ensimmäinen testaus suoritetaan tulevana keväänä alkavassa projektissa.

Lait ja alan ohjeistus määrittävät selkeät vaatimukset kvartsipölyn hallintaan sekä sen ehkäisyyden. Pääurakoitsijan velvollisuuksiin kuuluu laatia työvaihekohtaiset pölyntorjuntasuunnitelmat, joissa otetaan huomioon työmaan erityispiirteet. Suunnitelmien on pohjauduttava kirjallisiin riskiarvioihin, jotka perustuvat joko itse tehtäviin tai aikaisemmin tehtyihin selvityksiin ja työhygieenisiin mittauksiin vastaavanlaisesta työstä. Olemassa olevaa tietoa kvartsipölynhallinnasta hyödyntämällä työhygieenisiämittauksia työmaalla ei tarvitse tehdä.

Opinnäytetyössä laaditut kvartsipölyhallintasuunnitelmat perustuvat pitkälti Työterveyslaitoksen tekemän tutkimuksen tuloksiin, koska muuta luotettavaa tietoa ei ole tällä hetkellä käytettävissä. Tiedon lisääntyessä muuttuu myös pölynhallinta tehokkaammaksi. Tieto yritysten sisällä lisääntyy tehtyjen toimenpiteiden sekä niihin liittyvien työhygieenisten mittausten myötä, mutta yritysten välinen tiedonvaihto pölynhallintaan liittyen on tällä hetkellä vähäistä.

Työterveyslaitoksen tekemän tutkimuksen mittaukset sekä toimintatapaohjeet ovat kaikkien käytössä ja ohjeiden mukaan toimittaessa altistuminen kvartsipölylle voidaan pitää vähäisellä tasolla. Ohjeita voidaan hyödyntää ja soveltaa eri

työvaiheissa, jos niissä määritellyjä toimenpiteitä ei muuteta. Olosuhteet ja tilanteet ulkona tapahtuvassa infrarakentamisessa muuttuvat kuitenkin koko ajan. Mitä enemmän tietoa erilaisista tilanteista sekä niissä käytetyistä tehokkaista kvartsipölyntorjunta menetelmistä yritysten käytössä on, sitä tehokkaammin altistuminen voidaan estää.

Suomessa käytössä oleva alveolijakoisen kvartsin haitalliseksi tunnettu pitoisuus on alhainen verrattuna useimpiin Euroopan maihin. Työsuojelu viranomaisen on lisäksi määrittänyt tiukempia arvoja arvioitaessa kvartsipölylle altistumisen haitallisuutta. Jos vaatimukseen ei päästä voi työsuojelu viranomaisen tehdä päätöksen väliaikaisesta käyttökiellosta. Kuinka paljon pölynhallintatoimenpiteiden toteuttajille jätetään liikkumavaraa esimerkiksi sovellettaessa Työterveyslaitoksen tekemiä mittauksia ja ohjeita eri tilanteissa on tällä hetkellä epäselvää. Joissain tapauksissa joudutaan todennäköisesti odottamaan työsuojeluviranomaisen tulkintaa toimenpiteiden riittävydestä.

Vaatimusten mukainen pölynhallinta tulee vaatimaan työtapojen mukauttamista pölynhallinnan vaatimuksiin. Pölynhallintaan käytettävissä olevan tiedon lisääntyessä työtapojen mukauttaminen helpottuu ja altistumisen ehkäisy paranee.

Rakennuttajan rooli pölyntorjunnassa on ottaa pölyntorjunta huomioon esimerkiksi työmaan menettelyohjeissa sekä turvallisuusasiakirjoissa. Pölynhallinnan parantaminen sekä tehokas toteuttaminen on tällä hetkellä päätoteuttajan vastuulla ja rakennuttajan roolin merkittävyys vaihtelee. Jos pölyntorjuntaa halutaan kaikilla työmailla saada tilanteeseen, joissa kvartsipölylle altistumisia ei tapahdu tai niitä tapahtuu harvoin, on rakennuttajien otettava suurempi rooli ja vastuu pölynhallinnasta. Tapoja voivat olla esimerkiksi pölyhallinnan huomioiminen jo tarjouspyyntövaiheessa sekä osallistuminen pölynhallinnasta muodostuviin kustannuksiin. Rakennuttajien asettaessa vaatimuksia pölynhallinnalle on urakoitsijoiden pakko vastata näihin vaatimuksiin.

Pölynhallinta liittyy työturvallisuuteen ja työntekijöiden terveyteen. Turvalliset työskentelyolosuhteet ovat varmasti kaikkien osapuolien yhteinen intressi.

Toivottavasti tämä näkyy lähitulevaisuudessa kaikkien osapuolien toiminnassa kaikissa rakennusprojekteissa. Pölynhallinnasta muodostuu väistämättä kustannuksia, jotka kaikkien osapuolien tulisi huomioida tulevaisuudessa.

Pölynhallinnan käytännön toteutuksessa laituri- ja satamarakentamisessa pyritään ensisijaisesti estämään pölynmuodostuminen ja -leviäminen jo sen lähteessä, koska kvartseja sisältävän tuotteen korvaaminen ei yleisesti ottaen ole mahdollista. Pääasiallinen menetelmä estää pölynmuodostuminen sen synty-lähteessä on käsiteltävien massojen sekä materiaalien kastelu. Töiden järjeste-lyllä sekä esimerkiksi massojen pudotuskorkeutta pienentämällä voidaan altistu-misia vähentää, mutta nämä keinot eivät ole yhtä tehokkaita. Kastelu on käytän-nössä ainoa toimenpide, jolla pölyäminen voidaan tehokkaasti estää käsiteltä-essä erilaisia massoja.

Pölyntorjunnan toteuttaminen satama- ja laiturirakentamisessa sekä infraraken-tamisessa yleisesti ottaen on toimintaa, jota joudutaan tekemään koko ajan. Esimerkiksi maankaivaminen ja maa-aineksen siirrot ovat jatkuvia toimenpiteitä, joista muodostuu aina kvartsipölyä. Pintojen korkojen muuttuessa joudutaan ne kastelemaan uudestaan. Kasojen, eri täyttökerrosten, työvaiheissa muodostu-neen jätteen ja muun muassa työmaateiden pitäminen riittävän märkänä koko ajan on haastava tehtävä ja se voi vaikuttaa jopa urakoiden aikatauluihin.

Kasteluun pystytään satama- ja laiturirakentamisessa käyttämään merivettä, jolla voidaan säästää vesijohtoveden käytöstä muodostuvia kustannuksia. Meri-veden käytössä on kuitenkin huomioitava sen aiheuttama korroosio kalustolle. Merivedellä kastellun kaluston huuhtelusta muodostuneet kustannukset voivat olla jopa suuremmat kuin vesijohtoveden käytöstä muodostuneet. Meriveden käytön hyöty kasteluun onkin aina arvioitava tapauskohtaisesti.

Kastelun käyttö on toimiva menetelmä ulkolämpötilan ollessa riittävä, mutta kyl-minä vuodenaikoina kastelun käyttäminen pölynhallintamenetelmänä on ongel-mallista. Märkien massojen jäätyminen hidastaa työtä ja kastelun aiheuttama liukkaus aiheuttaa työturvallisuusriskin. Käytettäessä tehottomampia

pölynhallintamenetelmiä menetelmiä työt hidastuvat ja tämä aiheuttaa kustannusten nousua. Kustannusten noususta aiheutuva taloudellinen haitta jää yleensä päätoteuttajan maksettavaksi, etenkin jos rakennuttajilla ei ole halua ottaa taloudellista vastuuta pölynhallinnasta aiheutuviin kustannuksiin.

Tällä hetkellä massojen kastelujärjestelmien hankinta on käytännössä mahdollista vain ostamalla tarvittava kalusto. Vuokraamoilla on vain vähän tai ei ollenkaan vuokrattavia järjestelmiä, eikä vuokraamoilla ole lyhyen kyselyn perusteella suunnitelmia hankkia laajamittaiseen kasteluun tarvittavaa kalustoa. Johtuuko tämä siitä, että pölynhallintaa kastelulla tehdään vielä toistaiseksi vain vähän vai siitä, että urakoitsijat ovat lähtökohtaisesti tehneet päätöksen hankkia kaluston omaksi? Hankintapäätös on varmasti perusteltu, koska pölynhallintakalustoa tullaan tarvitsemaan koko ajan. Jos hankinta on kuitenkin ainoa keino saada työmaalle kasteluun käytettävää toimivaa järjestelmää, voi se hankaloittaa tai vähentää pölynhallintaan tarvittavien laadukkaiden kastelumenetelmien käyttöä. Työkaluissa käytettäviä kastelumenetelmiä vuokraamoilta on saatavilla.

Laki asettaa vaatimuksia pölyhallintaan liittyen sosiaalituloille ja sosiaalitulojen pölypitoisuutta seurataan myös työterveysviranomaisen tarkastuksissa. Vuokraamot tarjoavat paljon ratkaisuja sisätiloissa tapahtuvan rakentamisen pölynhallintaan esimerkiksi osastointeihin ja alipaineistuksiin liittyen. Näitä ratkaisuja voidaan soveltuvin osin hyödyntää myös työmaakoppien pölynhallinnassa. Työmaat tekevät päätöksen tarvittavista toimisto ja sosiaalituloista, mutta pölynhallinnan kannalta oli hyvä, jos tilojen vuokraajilla olisi esittää useampia eri käyttötarkoituksiin soveltuvia valmiita ratkaisuja myös työmaan sosiaalitulojen ja toimistojen pölynhallintaan.

Talonrakentamisessa pölynhallinta on hoidettu toistaiseksi kokonaisuutena paremmin kuin infrarakentamisessa. Tämä johtuu osittain siitä, että pölynhallintatoimenpiteillä voidaan saavuttaa myös merkittäviä kustannussäästöjä. Satamaja laiturirakentamisessa pölyntorjunnalla kustannussäästöjen saavuttaminen on haastavampaa mutta joitain keinoja on olemassa. Säästöjä voidaan saavuttaa esimerkiksi, jos pölystä johtuvat työkalujen tai jopa koneiden huollot vähenevät,

kuluvien terien ja laikkojen käyttöikä ja työstönopeus kasvaa tai työvaiheita pystytään vähentämään pölyntorjunnalla. Esimerkki työvaiheiden vähenemisestä on betonin porauksessa pölynpoisto reiästä käyttäen pölynhallintaan liittyvää kohdepoistoa, jolloin erillisenä työvaiheena tehtävä reikien puhdistaminen jää pois. Pölynhallinta voi vaikuttaa myös ulkona työskennellessä työmukavuuteen ja parantaa työn laatua sekä nopeutta.

Työntekijöille on tiedotettava kvartsi-altistumisen terveysvaikutuksista ja heidät on perehdytettävä pölyntorjuntaan työvaihekohtaisesti. Pölyntorjunnan toimivuutta on valvottava työmaalla koko ajan ja puutteellisiin tai toimimattomiin menetelmiin on puututtava. Yleinen perehdytys, jossa opetetaan kvartsipölyn haitallisuus ja vaarat, pölynhallintaan käytettävät menetelmät sekä kaikkien työhön osallistujien vastuut olisi hyvä suorittaa jo ennen työmaalle tuloa esimerkiksi e-perehdytyksenä. Tällöin työmaalla voidaan keskittyä vain työvaihekohtaiseen perehdytykseen ja työnohjaukseen.

Asbestin vaarallisuus on otettu rakentamisessa hyvin huomioon. Kvartsipöly ei ole terveydelle yhtä haitallista kuin asbesti, mutta toivottavasti siihen suhtautuminen tulevaisuudessa on samantyyppistä kuin asbestiin tänä päivänä. Hyviä pölyntorjunta keinoja noudattaen kaikki työt on mahdollista suorittaa turvallisesti ja tiedon lisääntyessä pölynhallinta rakennustyömailla varmasti helpottuu ja selkeytyy. Pölynhallinta on loppujen lopuksi vain yksi pieni osa rakennusprojektia. Asia on kuitenkin työturvallisuuden ja työntekijöiden terveyden kannalta tärkeä. Kaikki rakennusalalla työskentelevät haluavat säilyttää terveytensä sekä viettää työuran jälkeen terveitä eläkevuosia.

Pölynhallintakeinot sekä työhygieenisistä mittauksista saadut tulokset ovat yritysten omaisuutta eikä niitä ole velvollisuutta jakaa. Tietoja jakamalla pölynhallintaa voitaisiin kuitenkin todennäköisesti parantaa. Yhtenä vaihtoehtona tietojen jakamiseen voisi olla tietokanta tai tietopankki, jossa saatuja tuloksia ja menetelmiä julkaistaisiin. Tietokannan käyttöoikeuden edellytyksenä olisi esimerkiksi tietojen julkaisu, eli kun olet jakanut tietoja, saat muiden jakamat tiedot käyttöön. Infra- ja talorakentamisen tietokannat olisi todennäköisesti syytä eriyttää

toisistaan. Toinen vaihtoehto on käsitellä erikseen sisällä ja ulkona tapahtuvaa rakentamista.

Tietokannan luotettavuuden kannalta on olennaista, että jaetut mittaustulokset sekä menetelmät arvioi luotettava tahon. Työsuojeluviranomaisen valvonnan kannalta tulostenluotettavuus on oleellista, koska viime kädessä työsuojeluviranomainen päättää onko tehty toimenpiteet riittäviä ja perustuvatko ne riittävästi tietoon kvartsipölylle altistumisesta. Tietojen luotettavuuden arviointia voisi suorittaa esimerkiksi Työterveyslaitos. Työhygieeniset mittaukset ovat oikeiden pölyhallintakeinojen valinnassa oleellisia ja mittauskäytännöt pitäisi todennäköisesti yhtenäistää tietojen luotettavuuden arvioinnin helpottamiseksi. Tietokannan alulle paneminen on suuri projekti, eikä sen toteutuminen lähitulevaisuudessa ole todennäköistä.

Opinnäytetyön aikana nousi esiin kysymyksiä, joita ei tätä työtä tehdessä voitu selvittää. Tulevaisuudessa pohdittava asia voisi olla esimerkiksi edellä mainittu pölyhallintaan varten laadittava kaikkien käytössä oleva luotettava tietokanta tai -pankki, jonka kautta pölyhallintakeinoja ja saatuja mittaustuloksia voidaan jakaa. Toinen työtä tehdessä esiin tullut asia on pölyhallintakeinojen jalkauttaminen työmaille. Toimintatapoja joudutaan varmasti muuttamaan pölyhallinnan takia ja tämä aiheuttaa sopeutumistarvetta kaikille toimijoille.

Lähteet

- 1 Tuomi, Tapani & Kanerva, Tomi. Kvartsi (kiteinen piidioksidi). Verkkoaineisto. Työterveyslaitos. <<https://www.ttl.fi/teemat/tyoturvaluisuus/altistuminen-tyoympariston-haittatekijoille/kemiallisten-tekijoiden-hallinta-tyopakalla/kemikaalit-ja-tyo-altistumistietosivusto/kvartsi-kiteinen-piidioksidi>>. Luettu 8.12.2023.
- 2 Arsenic, Metals, Fibres, and Dusts, IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Volume 100C. 2012. Verkkoaineisto. IARC. <<https://publications.iarc.fr/120>>. Luettu 8.12.2023.
- 3 Kiviainesalue - tunnistaminen, esiintymät ja hyväksikäyttö. Verkkoaineisto. Maanmittauslaitos. <<https://ak.maanmittauslaitos.fi/2023/maapera-ja-pohjavesi/maapera/kiviainesalueiden-arviointi/kiviainesalue-tunnistaminen>>. Luettu 11.12.2023.
- 4 EU-NEPSI. 2020. Good practice guide. The European network on silica.
- 5 Koski, Hannu; Mattila, Inga; Taipale, Hannu. 2013. Pölyntorjunta rakennustyömaalla. Koulutusaineisto. Teknologian tutkimuskeskus VTT.
- 6 Tuomi, Tapani; Johnsson, Tom; Heino, Arto; Lainejoki, Anniina; Salmi, Kari; Poikkimäki, Mikko; Kanerva, Tomi; Säämänen, Arto; Räsänen, Tuula. 2022. Kvartsi-altistuminen ja sen hallinta rakentamisessa. Työterveyslaitos. Tutkimushankkeen loppuraportti.
- 7 Health Risks of Silica Exposure and Medical Monitoring. 2023. Verkkoaineisto. NIOSH. <<https://www.cdc.gov/niosh/topics/silica/risks.html#:~:text=Medical%20monitoring%20or%20surveillance%20of%20workers%20can%20help,can%20also%20impair%20lung%20function%20by%20causing%20COPD.>> Päivitetty 11.7.2023. Luettu 12.12.2023.
- 8 Health Effects of Occupational Exposure to Respirable Crystalline Silica. 2002. Verkkoaineisto. NIOSH. <<https://www.cdc.gov/niosh/docs/2002-129/default.html>>. Luettu 10.12.2023.
- 9 Firda, Aurina; Wardani, Kusuma; Sumardiyono, Murti, Bhisma. 2022. Meta Analysis the Effects of Asbestos and Silica Dust on the Risk of Lung Cancer among Workers. Journal of epidemiology and public health 2022, Vol.7 (2), p.274-287.
- 10 Sosiaali- ja terveysministeriö. 2020. Haitallisiksi tunnetut pitoisuudet. Valtioneuvoston hallintoyksikkö, Julkaisutuotanto.

- 11 Sosiaali- ja terveysministeriön asetus haitallisiksi tunnetuista pitoisuuksista. 2020. 654/1.9.2020.
- 12 Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi työntekijöiden suojelemisesta syöpäsairauden vaaraa aiheuttaville tekijöille tai perimän muutoksia aiheuttaville aineille altistumiseen työssä liittyviltä vaaroilta annetun direktiivin 2004/37/EY muuttamisesta. 2019. Direktiivi 2019/130. Verkkoaineisto. EUR-Lex. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/ALL/?uri=CELEX:32019L0130>>. Luettu 15.12.2023.
- 13 Esitys kiteisen piidioksidin HTP-arvoksi. 2007. Verkkoaineisto. Työsuojelu. <https://tyosuojelu.fi/documents/154017715/168016631/Piioksidi_kiteinen2007.pdf/0603ed24-ea01-58b7-64f1-4db970aa15bb/Piioksidi_kiteinen2007.pdf?t=1524034251718>. Luettu 13.12.2023.
- 14 Occupational Exposure Limits in mg/m³ 8 hours TWA – Respirable dust – in EU+ Norway, Switzerland, Turkey. 2020. Verkkoaineisto. European Network for Silica. <https://nepsi.eu/wp-content/uploads/2022/10/oel_full_table_september_2020_europe.pdf>. Luettu 22.1.2024.
- 15 Laki syöpäsairauden vaaraa aiheuttaville aineille ja menetelmille ammatissaan altistuvien luettelosta ja rekisteristä. 2020. 452/11.6.2020.
- 16 Ohjeet kvartsipölyn hallintaan. 2022. Verkkoaineisto. Työterveyslaitos. <<https://www.ttl.fi/teemat/tyoturvaluisuus/altistuminen-tyoympariston-haittekteijoille/kemiallisten-tekijoiden-hallinta-tyopaikalla/tyoympariston-polyt/ohjeet-kvartsipolyn-hallintaan>>. Luettu. 10.12.2023.
- 17 Infotilaisuus: Näin torjut kvartsipölyä rakennustyömaalla. 27.4.2023. Verkkoaineisto. Työsuojeluhallinnon verkkopalvelu. <https://youtu.be/BlvLaEmR_hs>. Katsottu 14.12.2023.
- 18 Työturvallisuuslaki. 2002. 738/23.8.2002.
- 19 Valtioneuvoston asetus kemiallisista tekijöistä työssä. 2001. 715/9.8.2001.
- 20 Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta. 2009. 205/26.3.2009.
- 21 Valtioneuvoston asetus työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta. 2020. 1267/19.12.2019.
- 22 Agreement on Workers Health Protection through the Good Handling and Use of Crystalline Silica and Products containing it. 2006. Verkkoaineisto. European Network for Silica. <https://nepsi.eu/wp-content/uploads/2022/10/agreement_-_english.pdf>. Luettu 22.1.2024.

- 23 Good practice guide. Verkkoaineisto. European Network for Silica. <<https://guide.nepsi.eu/>>. Luettu 20.12.2023.
- 24 Syöpäsairauden vaaraa aiheuttavat, perimää vaurioittavat ja lisääntymiselle vaaralliset aineet. Verkkoaineisto. Työsuojeluhallinnon verkkopalvelu. <<https://tyosuojelu.fi/tyoolot/kemialliset-tekijat/syopavaara>>. Luettu 18.12.2023.
- 25 Kvartsipitoiselle pölylle altistumisen valvonta rakennusalalla. 2023. Verkkoaineisto. Aluehallintovirasto. < https://tyosuojelu.fi/documents/154017715/168016448/AVI_Kvartsipitoiselle+p%C3%B6lylle+altistuminen.pdf/b3ec0f6b-a164-85ff-ca83-02f91f583022/AVI_Kvartsipitoiselle+p%C3%B6lylle+altistuminen.pdf?t=1682588236804>. Luettu 20.12.2023.
- 26 Kemiallisten tekijöiden valvonta. 2020. Verkkoaineisto. Työsuojeluhallinnon verkkopalvelu. < <https://tyosuojelu.fi/tietoa-meista/toiminta/valvontaohjeet/kemiallisten-tekijoiden-valvonta#maarittelyjatunnusmerkit>>. Luettu 21.12.2023.
- 27 Kvartsialtistuminen ja sen hallinta rakentamisessa. 2023. Verkkoaineisto. Työterveyslaitos. <https://tyosuojelu.fi/documents/154017715/168016448/TTL_Kvartsialtistuminen+ja+sen+hallinta+rakentamisessa_kvartsi+in-fot_huhti_kes%C3%A4kuu+2023.pdf/02b3323d-1b66-2b78-ccd0-df1a3e21ceb7/TTL_Kvartsialtistuminen+ja+sen+hallinta+rakentamisessa_kvartsi+in-fot_huhti_kes%C3%A4kuu+2023.pdf?t=1682588265406>. Luettu 21.12.2023.
- 28 Sosiaali- ja terveysministeriö, Työ- ja tasa-arvo-osasto. 2023. Riskien arviointi ja hallinta työpaikalla -työkirja. Työturvallisuuskeskus.
- 29 Työtehtävät ja kvartsialtistuminen. 2023. Työterveyslaitos. <<https://www.ttl.fi/file-download/download/public/6153>>. Luettu 22.12.2023.
- 30 Tuomi, Tapani. 2024. Johtava tutkija, Työterveyslaitos, Helsinki. Sähköpostihaastattelu. 19.1.2024.
- 31 Houba, Remko; Zilaout, Hicham; Kromhout, Hans. 2021. Respirable Crystalline Silica Monitoring Protocol. Institute for Risk Assessment Sciences (IRAS), Utrecht University; Netherlands Expertise Centre for Respiratory Disorders (NECORD), Utrecht, the Netherlands. European Network for Silica (NEPSI).

- 32 Pölyntorjunta rakennustyössä. 2010. RatuTT 13-00850. Rakennustieto.
- 33 Perekdyttäminen ja työnopastus. 2020. RatuTT 13-01313. Rakennustieto.
- 34 Henkilönsuojainten valinta ja käyttö. 2021. Verkkoaineisto. Työturvallisuuslaitos. <<https://www.ttl.fi/file-download/download/public/2424>>. Luettu 30.1.2024.
- 35 Pölyntorjunta ja -hallinta rakennusalalla. 2016. Verkkoaineisto. Työturvallisuuskeskus. <<https://ttk.fi/wp-content/uploads/2022/06/Polyntorjunta-ja-hallinta-rakennusalalla.pdf>>. Luettu 24.1.2024.
- 36 Lahti, Erno. 2024. Rakennusalan työkalujen asiantuntija, Terra Team, Helsinki. Keskustelu 25.1.2024.
- 37 Vesisumuttimet. Verkkoaineisto. Terra Team. <https://www.terra-team.fi/rakennusala/vesisumuttimet/tera_90_vesisumutin/>. Luettu 30.1.2024.
- 38 Tuotteet. Verkkoaineisto. Hilti. <<https://www.hilti.fi/>>. Luettu 4.2.2024.]
- 39 Syöpävaarallisen kvartsipölyn torjunnan valvontakriteerit muuttuvat. 2024. Verkkoaineisto. Työsuojelu. <<https://tyosuojelu.fi/-/syopavaarallisen-kvartsipolyn-torjunnan-valvontakriteerit-muuttuvat>>. Luettu 2.2.2024.
- 40 Tavi, Juha. Toimialajohtaja, Talonrakentaminen, Hilti, Helsinki. Keskustelu 26.1.2024.
- 41 Metso, Sami. Tuotepäällikkö, Ramirent, Helsinki. Sähköposti 22.1.2024.

Yksinkertaistettu alveolijakoisen kvartsipölyn riskienhallintamalli

Kvartsi-altistuminen ja sen hallinta rakentamisessa. Työterveyslaitos. Tutkimushankkeen loppuraportti. 2022. [6, s. 54]

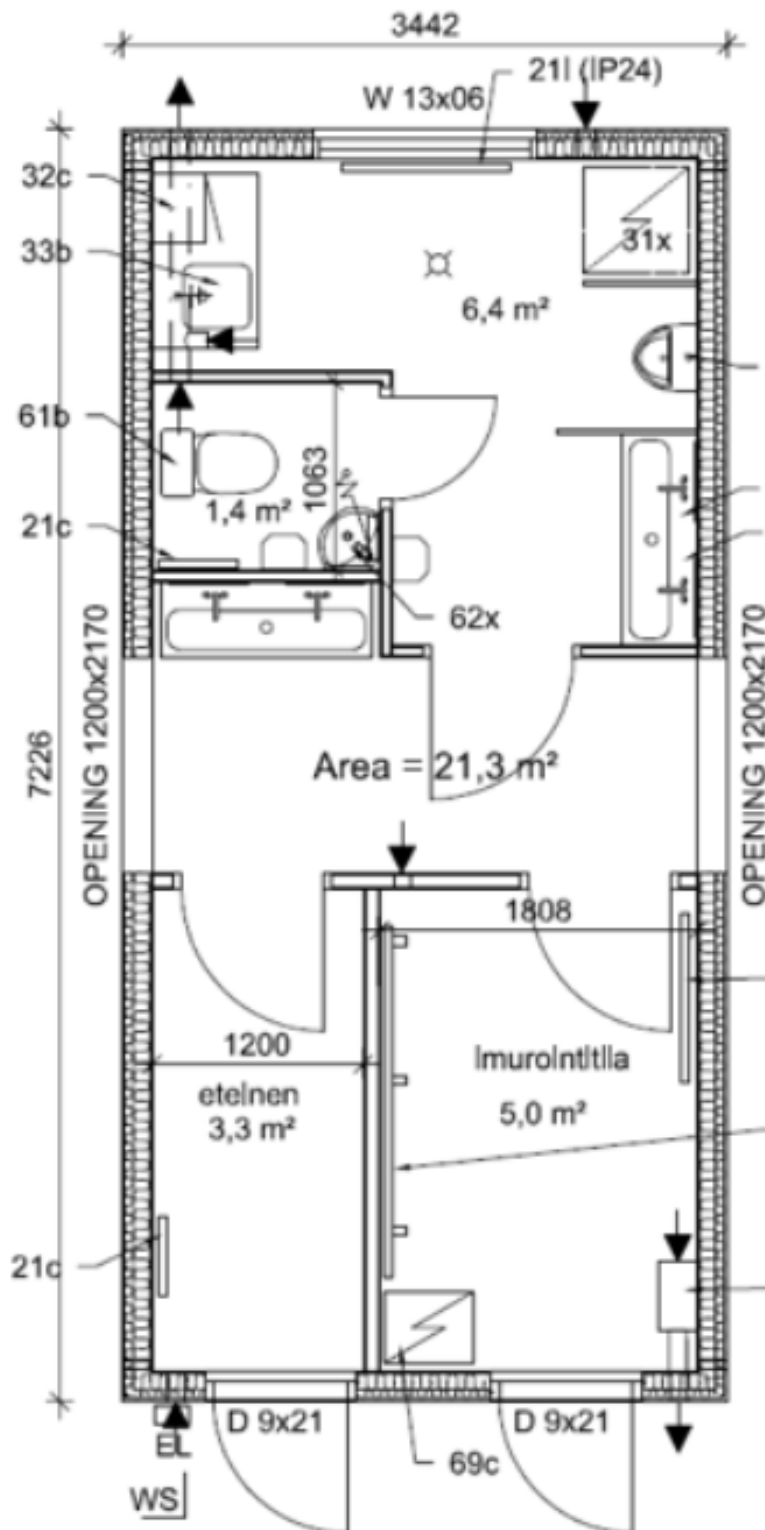
Riskitaso/altistuminen HTP-arvosta [%]	Toiminta
Vähäinen: <10	Ei tarvita toimenpiteitä eikä ASA-ilmoitusta.
Kohtalainen: 10-40	<u>ASA-ilmoitus tehtävä.</u> Noudatetaan hyviä käytäntöjä altistumisen hallintaan. Suojauttava altistavissa tehtävissä. On harkittava parempaa ratkaisua tai parannusta. Valvontaa tarvitaan sen varmistamiseksi, että hallintatoimenpiteitä ylläpidetään.
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</u> ovat tarpeen seurausten monitoroimiseksi ja lisähallintatoimenpiteiden tarpeen määrittämiseksi.
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.
Yli sitovan raja-arvon, "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.

Kvartsipölyaltistumisen hallintasuunnitelmat

Liite on luottamuksellinen.

Esimerkki sosiaalitulojen yhteyteen sijoitetusta puhdistautumistilasta.

Ramirentin esimerkkiratkaisu puhdistautumistilasta [41].



Työkoneiden ja ajoneuvojen ohjaamotyöskentely

Työterveyslaitoksen ohje ohjaamotyöstä [16].



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

Altistumisen tasoja

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

Kvartsi-altistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{0,05} :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

Sementtipölyaltistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP ₁ :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

Ohjeistus

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



HUOMIOITAVAA

- Ohjaamon tuloilmansuodatin 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 varoittava toiminto, muutoin 50 Pa (EN 15695-2:2017).

Porausvaunun käyttö

Työterveyslaitoksen ohje porausvaunun käytöstä [16].



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

Altistumisen tasoja

Työtapa, ilmanvaihto ja hengityssuojainten käyttö	Kvartsi-altistuminen työpäivänä (mg/m ³)	Alveolijakeiselle pölylle altistuminen työpäivänä (mg/m ³)
Poraajan altistuminen railoporausessa ilman ohjaamaa 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 kuivaporausessa.	0,01 – 0,07	0,2 – 0,6
Poraajan altistuminen ampureikiä porattaessa märkäporauksessa, ilman ohjaamaa.	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 märkäporauksena, pölynerottimien ollessa sukitettuina.	alle 0,001 – 0,005	alle 0,05 – 0,1

Kvartsi-altistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _m -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

Sementtipölyaltistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _m -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



Ohjeistus

- Poraajan altistumiselta voidaan välttyä käyttämällä hyönteisiä laitteita, joissa on tuloilmasuodatus (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 TH3P-luokan hengityksensuojainta porattaessa.
 - Porausvaunun etu- ja takapölynerottimet sukitetaan ontolla joustavalla muoviputkella. Takasuodattimen sukan tulee ulottua maahan asti (katso kuva), jotta takaosasta vapautuvaa hienojakoista kvartsiipitoista 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 voiteluaineita.
- On varmistettava, ettei vesivarasto loppu 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 tyhjennettävä 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 sukitettuun takaosan pölynerottimeen liittää erillinen vesisuihku (kts. ensimmäinen kuva).
 - Jos poraus tehdään kuivaporauksena ilman sukitusta, tulee jokaisen tuulen alapuolella alle 10 metrin etäisyydessä vaunusta työskentelevän käyttää vähintään FFP3-luokan hengityksensuojainta. Jos ulostulo on sukitettu, 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.

Räjätystyöt

Työterveyslaitoksen ohje räjäytystöistä [16].



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

Panostajan ja lapiomiehen altistuminen

Työtapa, ilmanvaihto ja hengityssuojainten käyttö	Kvartsi-altistuminen työpäivänä (mg/m ³)	Alveolijakeiselle pölylle altistuminen työpäivänä (mg/m ³)
Ei hengityssuojainta, työskentelee panostusreikiä poraavan porausvaunun lähellä, tuulen alapuolella.	yli 0,05	0,1 - 0,5
Käyttää hengityssuojainta työskennellessään panostusreikiä poraavan porausvaunun lähellä, tuulen alapuolella.	0,005 - 0,02	alle 0,1

Kvartsi-altistumisen luokittelu

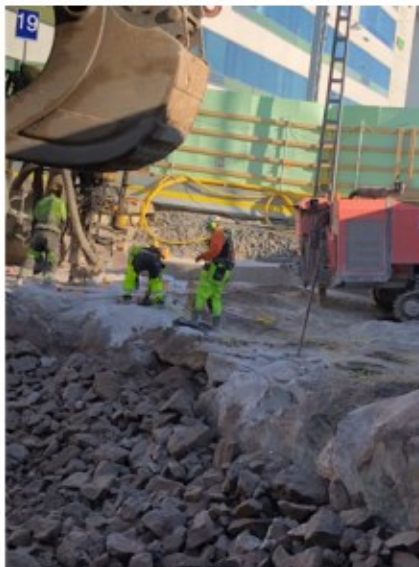
Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{0,05} :sta	Altistumisen suuruus
Alle 0,005	Alle 10 %	Vähäistä
0,005 - 0,02	10 - 40 %	Kohtalaista
0,02 - 0,05	40 - 100 %	Merkittävää
0,05 - 0,1	Yli 100 %	Liiallista
Yli 0,1	Yli 200 %	Ylittää lakisäteisen raja-arvon

Sementtipölyaltistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP ₁ :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

Ohjeistus (panostaja, lapiomies ja räjäytystyön johtaja)

- Jos on työskenneltävä alle 10 m päässä panostusreikiä poraavasta porausvaunusta, käytetään vähintään FFP3-luokan kertakäyttöistä hengityksensuojainta.
- Louhintasuunnitelmaan kirjatut vähintään viiden metrin turvaetäisyydet porattaville rei'ille ja parhaillaan panostettaville rei'ille ovat kvartsialtistumisen kannalta riittämättömiä.
- Työt pitää sen sijaan rytmittää niin, että porausvaunulla porattaessa ei sen lähietäisyydellä, tuulen alapuolella työskentele poraajan lisäksi muita työntekijöitä.
- Siirrettävät porausjätteet ja pölyvät 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 ulkoilmolosuhteissa 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 osoittavasti mitatut häikä- 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 pölynhallintasuunnitelmaan. Viimeistään huollossa suodattimet yleensä vaihdetaan, mutta se ei usein riitä.
- Hengityksensuojaimen tulee istua tiiviisti kasvoille. Parta vähentää suojaimen tehoa.

Maansiirtotyöt

Työterveyslaitoksen ohje maansiirtotöistä [16].



Ohje rakennustyömaalle, maansiirto ja tasoitus sekä kivetys

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

Lapiomiehen, perämiehen, kiviasentajan ynnä muiden työkoneiden 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 ja saumaus ilman hengityksensuojainta.	0,01 - 0,05	0,5 - 1
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
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 _{0,05} :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 %	Yliittää lakisääteisen raja-arvon

Sementtipölyaltistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP ₁ :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

**Ohjeistus (lapiomies, perämies, kiviaSENTAJA
ym. työkoneiden ohjaajojen 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 ovat myös kvartsipölylle altistavia. Varsinkin jos leikkaus tehdään kulmahiontakoneella ja levitys harjaamalla, tyyneellä ja kuivalla säällä. Leikkauksessa pitää käyttää leikkuria kulmahiontakoneen sijaan, aina kun mahdollista. Ja harjan sijaan tulee käyttää lastaa. Kulmahiontakonetta käytettäessä, sekä saumauksen viimeistelyssä tärylätkällä, on käytettävä vähintään FFP3-luokan hengityksensuojainta.
- Maansiirtokoneiden lähetyillä työskennellessä voi myös altistua merkittävästi, jos esim. siirrettävä kivimurska, maa-aines, hiekka tai sora on kuivaa ja ilma seisovaa. Ensisijainen pölyaltistumisen torjuntakeino on kastelu. Siirrettävät porausjätteet ja pölyävät maamassat, hiekat ja sorat tulee kastella ennen maansiirtoitöitä. 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 kvartsi-altistumisen kannalta riittämättömiä. Työt pitää sen sijaan rytmittää niin, että porausvaunulla porattaessa ei sen lähi-etiäisyydessä, tuulen alapuolella työskentele poraajan lisäksi muita työntekijöitä.
- Jos on työskenneltävä alle 10 m päässä panostusreikiä poraavasta porausvaunusta, käytetään vähintään FFP3-luokan hengityksensuojainta.
- Koneiden ja laitteiden huoltotoimenpiteiden aikana on huoltotoimenpiteisiin osallistuvien käytettävä vähintään FFP3-luokan hengityksensuojainta.



HUOMIOITAVAA

- Hengityksensuojaimen tulee istua tiiviisti kasvoille. Parta vähentää suojaimen tehoa.
- Poraus koneen pölypäästöjä voidaan vähentää erillisen ohjeen mukaisesti, jolloin turvaetäisyydeksi riittää 5 metriä.
- Kivien ja laattojen leikkauksesta, ohjaamotyöskentelystä, räjäytystyömaista ja porauksesta on kaikista laadittu erilliset ohjeet, eikä niihin siksi tässä ohjeessa puututa.

Murskaus

Työterveyslaitoksen ohje murskauksesta [16].



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

Myllymiehen ja murskauksen apumiehen altistumisen tasoja

Työtapa, ilmanvaihto ja hengityssuojainten käyttö (mg/m ³)	Kvartsi-altistuminen työpäivänä kvartseille (mg/m ³)	Alveolijakeiselle pölylle altistuminen työpäivänä (mg/m ³)
Ei hengityssuojainta, murskattava massa on kulvaa tai vajavaisesti kosteutettua.	yli 0,05	yli 1
Ei hengityssuojainta, murskattava massa on läpikostea.	0,01 - 0,02	0,1 - 0,5
Hengityssuojain oltaessa alle viiden metrin etäisyydessä myllystä. Murskattava massa on läpikostea.	alle 0,002	alle 0,1

Kvartsi-altistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{0,05} -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

Sementtipölyaltistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP ₁ -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

Ohjeistus (myllymies, 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. erillinen ohje työmaakoneiden ohjaamoista.)
- Myös huoltotoimenpiteiden aikana, murskaimen ollessa pois päältä, on huoltotoimenpiteisiin osallistuvien käytettävä vähintään FFP3-luokan hengityksensuojainta.
- Jos paineilmaa käytetään murskainten siirtohihnojen puhdistukseen, tulee käyttää suodattavaa P3-luokan tai puhaltavaa TH3P-luokan hengityksensuojainta.
- Kaivinkoneissa, pyörökuormaajissa ym. työkonneissa 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.
- Työkoneneiden 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.

Purkutyöt

Työterveyslaitoksen ohje purkutöistä [16].



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

Konekuskin perämiehen (lapiomiehen) altistumisen tasoja

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

Kvartsi-altistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP _{0,05} -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

Sementtipölyaltistumisen luokittelu

Altistuminen (mg/m ³)	Osuus HTP ₁ -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

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 työskentelee mahdollisimman kaukana koneesta ja muista pölylähteistä. Käytetään vähintään FFP3-hengityksensuojainta, tuulen alapuolella murskauksen ja pölyävän rakennusjätteen siirron aikana.



! HUOMIOITAVAA

- Työkoneiden ilmanvaihtojärjestelmän toimivuutta seurataan aina konetta käytettäessä. Suodattimien kunto tulee tarkastaa viikoittain.
- 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 riitä.
- Hengityksensuojaimen tulee istua tiiviisti kasvoille. Parta vähentää suojaimen tehoa.

Haastattelu Työterveyslaitos johtava asiantuntija Tapani Tuomi

1. **Voiko työtehtäväkohtaisia altistumisen mittauksia soveltaa samantyyppisiin tehtäviin, jos järjestelyt pysyvät samoina? Esimerkiksi voiko porausvaunun ohjetta soveltaa porattaessa paaluja?**

Se on arvioitava tapauskohtaisesti. Jos esim. työstettävä materiaali on sama, eikä muitakaan olennaisia muutoksia ole, silloin voi. Mitä tulee esim. paalujen poraukseen, ajattelisin että samat periaatteet pätevät mitä tulee altistumisen torjuntaan. Pitoisuudet porauspäässä voivat mahdollisesti olla jonkin verran pienempiä, jos terän kohdistusta on harvemmin, kuin vähemmän syviä reikiä porattaessa. Mitä tulee muihin altistumiseen vaikuttaviin tekijöihin, niin en usko siinä olevan eroa. En osaa kuitenkaan varmuudella kommentoida, koska en ole sitä mitannut.

2. **Voiko sisätyövaiheiden ohjeita ja mittaustuloksia hyödyntää soveltuvin osin ulkona tapahtuvaan työskentelyyn (ei osastointia, ei alipaineistusta jne.)? Esimerkiksi poraukset betoniin, laastien sekoitus, timanttisahaus ja piikkaus.**

Ulkona riittää yleensä kevyemmät pölyntorjuntakeinot, mutta soveltuvin osin voi usein soveltaa.

3. **Voiko ohjekortteja tulkita pölynmuodostumisen mekanismin mukaan vai vain tiukasti ohjekortissa mainitun työvaiheen mukaan. Esimerkiksi yllä mainittu porausvaunu vs. porapaalutus tai tietyt vs. vastaavat maanrakennustyöt laiture- ja satamarakentamisessa.**

Jos altistumiseen vaikuttavat olosuhteet, käytetyt menetelmät ja pölynhallintakeinot ovat samoja, silloin saattaa voida. Kuten laiture- ja satamarakentamisessa vs. muut tietyt, mahdollisine räjäytys-, asfaltointi- ja maansiirtotöineen.

4. **Suoraan osoittava pölynmittaus.**

- **Onko suoraan osoittavalle pölymittarille asetettu vaatimuksia?**

Ei tietääkseni lainsäädännön puolesta. Mutta niitä menetelmiä ei voida käyttää altistumisen arviointiin kvartsille. Esim. alveolijakeista sementtipölyaltistumista voidaan niiden avulla arvioida, olettaen että käytetty laite erottaa alveolijakeen standardin EN-481 mukaisesti.

- **Suoraan osoittavan pölynmittauksen luotettava suorittaminen arvioitaessa pölynhallinta keinojen tehokkuutta (mittausaika, mittalaitteiden sijoittaminen, mittauskertojen määrä)?**

Tuo on arvioitava tapauskohtaisesti, koska siihen vaikuttaa

olosuhteiden vaihtelu ja ilmavirtaukset. Tärkeintä on, että laite mittaa sitä mitä sen pitää mitata, kuten esim. alveolijaetta eikä pm10 -jaetta tai pm2 -jaetta, jos alveolijaetta on tarkoitus arvioida. On tosiaan otettava huomioon, että pöly ei käyttäydy kaasun lailla ja siksi pitoisuus voi vaihdella suuresti pöylähteen etäisyyden, ilmavirtaus-ten ym. tekijöiden seurauksena. Siksi niitä toistoja on hyvä olla, eikä hetkellinen mittaus ole yleensä kovin luotettava.

5. Hengitysalueelta erillisellä keräimellä tehtävät mittaukset.

- **Kuka tai mitkä tahot saavat suorittaa kvartsipölylle altistumisen mittauksia hengitysvyöhykkeelle sijoitettavalla keräimellä?**

Työterveyslaitoksen lisäksi muutamat muutkin työhygieenisiin mittauksiin erikoistuneet yritykset. Kannattaa selvittää yrityksen referenssit ja käytettyjen menetelmien luotettavuus ja se, että ne ovat esim. EU:n kvartsisopimuksen mukaiset ja sitä kautta myös Työterveyslaitoksen ohjeiden mukaiset. Kvartsisopimuksesta ja sen ohjeista löydät lisätietoa osoitteesta www.nepsi.eu. Siinä kannattaa välttää tahoja, jotka kertovat mittaavansa altistumista suoraan osoittavasti.

- **Kuka tai mitkä tahot saavat analysoida tulokset**

Pääsääntöisesti akkreditoidut laboratoriot, jotka osallistuvat mm. kansainvälisiin vertailukierroksiin; tämä on oma suositukseni, ei la-
kisääteinen velvoite.

- **Riittääkö mittaamiseen yksi työvuoro vai vaaditaanko useampia mittauksia?**

Siitä on olemassa standardeja, kuten SFS-EN 482:2021; SFS-EN 689:2018 + AC:2019

Pääperiaatteita ovat esim., että arvioitaessa työpäivän mittaista altistumista, tulee mittausjakson oltava riittävän pitkä, jotta sitä voi luotettavasti arvioida. Tauot ym. kuuluvat työpäivään, eli niidenkin aikana on syytä mitata ja jos mittaat koko työvuoron tai lähes koko työvuoron, on tulos todennäköisesti edustavampi, kuin lyhyemmän mittausjakson myötä saatu tulos. Paitsi jos päästö ja olosuhteet pysyvät vakiona koko työpäivän ajan. Toiseksi mittausolosuhteiden/ajankohdan pitää olla sellainen, että saat kiinni suurimman mahdollisen altistumisen, jos päiväkohtainen altistuminen lähtökoh-
taisesti voi vaihdella työpaikalla paljon.

- **Noudatetaanko mittauksissa NEPSI ohjetta (Respirable Crystalline Silica Monitoring Protocol) vai onko meillä käytössä tarkempaa ohjeistusta?**

NEPSI:ssä asia ei ole kovin tarkkaan kerrottu. Tarkempi ohjeistus löytyy esim. asiaa koskevista ISO-standardeista, jotka mukailevat NIOSH:n menetelmiä. Tekemässäni mittausohjeessa on muistaakseni viittaukset näihin.

6. Tapahtuuko altistumista kvartsipölylle tuulen yläpuolella työskennellessä ja jos tapahtuu missä olosuhteissa?

Ei yleensä ottaen tapahdu, jos etäisyys on riittävä. Joissain ohjeissani on mainittu etäisyyksiä. Siinä pitää kuitenkin huomioida, että tuuliolosuhteet harvoin ovat kovin vakaat- Pyörteitä voi tulla ja tuulen suunta voi joskus vaihdella.

7. Onko infrarakentamiseen tulossa lisätutkimuksia?

Suunnitteilla on ollut mm. tunnelityöhön liittyen, mutta rahoitus ei ole varmistunut. Teen mielelläni asiassa kanssanne yhteistyötä, jos Teitä sellainen kiinnostaisi. Minulla on siihen alustavia suunnitelmia.

8. Mainitsitte infotilaisuudessa (Helsingissä: Näin torjut kvartsipölyä rakennustyömaalla), että teillä on myös tehokkaampia pölynhallintakeinoja, mutta niistä ei ole mittautuloksia.

- **Liittyvätkö nämä keinot infrarakentamiseen ja jos liittyvät mitä nämä keinot ovat?**

En ole ihan varma mistä on juuri tässä kysymys. Esim. sisärakentamisessa voidaan osastoida ja alipaineistaa ohjeita tarkemmin/tehokkaammin ja myös yleisilmanvaihtoa voi tehostaa. Mutta se tulee yleensä maksamaan jonkin verran enemmän. Varsinkin talvisai-kaan.

- **Onko infrarakentamiseen olemassa tehokkaampia pölynhallintakeinoja kuin tutkimuksessa esille tulleet keinot?**

Ohjeissahan ei ole käsitelty esim. tunnelityötä, jossa on joltain osin tehokkaampia toimia käytössä kuin tehtäessä vastaavia töitä ulkona.

9. Voiko suolaa käyttää pölynhallintamenetelmänä vai onko vedellä kastelu parempi tapa? Esimerkiksi työmaateiden pölyämisen estäminen?

Onhan se tuon mainitun asian osalta tehokas ja pitkäkestoisempi keino, joten kyllä ainakin sen osalta voi.

10. Onko olemassa tai suunnitteilla tietopankki, jossa yritykset voisivat julkaista tehtyjä pölynhallintakeinoja sekä niihin liittyviä mittaustuloksia?

En tiedä, että olisi, mutta se on erinomainen idea minusta! Varsinkin jos joku kohtuudella tarkistaisi, että sinne viedyt tiedot ovat luotettavia ja niiden tehokkuus tarkoitukseen soveltuvien menetelmin arvioitu.

Haastattelu AVI ylitarkastaja Mikko Koivisto

- 1. Voiko Työterveyslaitoksen laatimia työtehtäväkohtaisia altistumisen mittauksia soveltaa samantyyppisiin tehtäviin, jos järjestelyt pysyvät samoina? Esimerkiksi voiko porausvaunun ohjetta soveltaa porattaessa paaluja?**

Minusta niitä voi soveltuvin osin soveltaa, pitää kuitenkin olla tarkkana. Ne ovat ikään kuin suuntaa antavia näissä tapauksissa mielestäni. Vaikka työtehtävä ei ole täysin sama kuin työterveyslaitoksen mittauksessa antaa se suuntaviivoja, mutta yksittäinen olosuhde voi kuitenkin olla erilainen ja ratkaiseva. Esim. poraustapa voi olla erilainen. Toki tästä teidän tulee varmistua kysymällä tätä Työterveyslaitokselta, joka on ohjeen tehnyt.

- 2. Voiko Työterveyslaitoksen laatimia sisätyövaiheiden ohjeita ja mittaus-tuloksia hyödyntää soveltuvin osin ulkona tapahtuvaan työskentelyyn (ei osastointia, ei alipaineistusta jne.)? Esimerkiksi poraukset betoniin, laastien sekoitus, timanttisahaus ja piikkaus.**

Kannattaa varmistaa asia Työterveyslaitokselta. Näkisin, että olosuhde on hyvin erilainen.

- 3. Voiko Työterveyslaitoksen ohjekortteja tulkita pölymuodostumisen mekanismin mukaan vai vain tiukasti ohjekortissa mainitun työvaiheen mukaan. Esimerkiksi yllä mainittu porausvaunu vs. porapaalutus tai tiettyt vs. vastaavat maanrakennustyöt laiturin ja satamarakentamisessa.**

Kannattaa kysyä työterveyslaitokselta. Mielestäni tietyin osin mekanismin mukaan, jos pölyn syntymekanismi on samankaltainen.

- 4. Laadittaessa työvaihekohtaisia pölyhallintasuunnitelmia onko suunnitelmissa hyvä mainita myös päätyövaiheet, jotka eivät altista pölylle (ei-vät pölise)?**

Ei välttämättä. En ole tarkastuksilla vaatinut. Suunnitelmassa tulee kuitenkin ilmetä, että kuinka on estetty se, että pälyä ei ajaudu viereisiin työvaiheisiin.

- 5. Kuinka yksityiskohtaisesti pölyävät työvaiheet on suunnitelmissa esitettävä? Esim. betonipintojen käsittely, riittääkö yleinen suunnitelma timanttileikkauksen, porauksen ja piikkauksen pölyhallinnasta?**

Kunhan suunnitelma on kyseistä työmaata koskeva ja tehty juuri siihen kyseiseen työvaiheeseen huomioiden juuri sen työmaan erityspiirteet. Näissähän voidaan hyödyntää sitten näitä Työterveyslaitoksen ohjekortteja. Yksityiskohtaisuus riippuu työvaiheesta. Joissakin työvaiheissa riittää hyvinkin pelkistetty ilmaus, mutta on tilanteita, joissa työmaa on esim. sellaisessa paikassa, että sen läheisyydessä on esim. päiväkotia. Tällöinhän suunnitelmassa tulee huomioida enemmän asioita.

6. Kasteleminen on yksi tärkeimmistä infrarakentamisen pölyhallintamenetelmistä. Tarkasteltaessa infratyömaan pölyämistä yleisesti onko maa-aineksen kosteana pitäminen riittävä pölyhallinta keino?

Lisäksi vielä maa-aineksen käsittely tulisi olla sellaista, että pölyä syntyy mahdollisimman vähän. Nämäkin tilanteet ovat hyvin erilaisia. Joskus kosteana pitäminen on riittävä ja paras keino torjua pölyä. Talvella taas kosteana pitäminen erittäin haastavaa, jopa mahdotonta. Tällöin on hyvin tärkeää käsitellä maa-ainesta oikein ja työntekijän henkilökohtainen suojaus tulee olla kunnossa. Toki suojaus tulee olla aina kunnossa.

7. Kuka tai mitkä tahot saavat suorittaa kvartsipölylle altistumisen mittauksia?

Ei ole määritelty.

8. Kuka vastaa työmaan viereisen toiminnan aiheuttamasta taustapölyn mittaamisesta? Esim. työmaan ollessa sataman vieressä sataman liikenne aiheuttaa taustapölyä työmaalle. Merkittävästi näkyvää pölyä.

Eli tilanne on se, että rakennustyömaa on sataman vieressä ja sataman liikenteestä aiheutuu rakennustyömaalle taustapölyä. Tämä on asia, jonka rakennuttajan tulee huomioida rakennuttajan asiakirjoissa ja määrittellä, kuinka sen kanssa toimitaan. Se on yksi oleellinen vaaratekijä tällaisella työmaalla. Satamaliikennettä ei voi käytännössä keskeyttää. Tällöin työmaan päätoteuttajan tulee huomioida tästä aiheutuva seikka työmaan turvallisuussuunnitelmassa ja käytännössä järjestää työt siten, että haitallista altistumista ei aiheudu työntekijöille. Ja sitten tuosta mittaamisesta, rakennuttaja arvioi olosuhteet ja määrittää, että mitä mitataan ja kuinka. Toki on tilanteita, että rakennuttajalla ei ole osaamista määrittää tätä ja tarkastaja joutuu ottamaan kantaa. Jos tällainen tilanne tulee tarkastuksella vastaan, lähtisin velvoittamaan asiasta rakennuttajaa ja päätoteuttajaa. Toki jos rakennuttaja ei ole ohjeistanut, jää se mittausvelvollisuus silti päätoteuttajalla ja työnantajalle. Edellä mainittuihin liittyy vna 205/2009 rakennustyön turvallisuudesta ja Valtioneuvoston asetus työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta 1267/2019.

9. Onko olemassa tai suunnitteilla tietopankki, jossa yritykset voisivat julkaista tehtyjä pölyhallintakeinoja sekä niihin liittyviä mittaustuloksia?

Ei ole tiedossa, että tällaista julkista tietopankkia olisi tulossa.

10. Mikä olisi teidän mielestänne oikea taho ylläpitämään edellä mainittua tietopankkia?

Työterveyslaitos.

11. Olenko ymmärtänyt pölynhallinnan valvonnan pääperiaatteet oikein?

Valvonnan pääpaino on:

- Pölyntorjuntasuunnitelmissa, joiden tulee perustua säädettyihin lakeihin ja annettuihin ohjeisiin.
- Henkilöstön perehdyttämisessä sekä yleisesti kvartsialtistumiseen liittyen että työvaihekohtaisesti tapahtuvassa perehdyttämisessä.
- Pölyntorjunnan suunnitelmien mukaisessa käytännötoteutuksessa, jossa arvioidaan suunnitelmien mukainen toteutus ja toiminta.

Kyllä. Valvontaa tehdään sekä yksittäisiin työnantajiin, päätoteuttajiin ja rakennuttajiin.

12. Muuta valvonnasta:

- Tarkastuksissa ei suoriteta tällä hetkellä mittauksia, mutta näkyvään pölyyn kiinnitetään huomiota.
- Valvovan viranomaisen ote on toistaiseksi ohjaava.

Työsuojelutarkastajat eivät suorita mittauksia. Mittausvelvoitteita toimijoille on valtioneuvosto asetuksessa rakennustyöstä ja valtioneuvoston asetuksessa työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta. Valvontaa tarkastajat tekevät laki työsuojelun valvonnasta ja työpaikan työsuojeluyhteistoiminnasta 44/2006, mukaan, jolloin voidaan mm. tehdä asian suhteen väliaikainen käyttökielto.

13. Mainitsitte, että maa-aineksen käsittelyn tulisi tarvittaessa olla mahdollisimman vähän pölyä muodostavaa. Esimerkkinä tapaus, jossa kaste-lua ei voida jostain syystä käyttää pölynhallinta keinona tai se ei ole riittävä keino. Minkä tyyppisiä keinoja tarkoititte?

Jos on vaikka tilanne, että betonirakenteista taloa puretaan -20 asteen pakasessa (veden käyttö ei mahdollista), niin tällöin purkumenetelmänä tulee käyttää sellaista menetelmää, jossa pölyä syntyy mahdollisimman vähän. Esim. siten, että purkaa mahdollisuuksien mukaan siten, että puretaan siten, että viimeisenä reunalla olevat seinät, jotka siis estävät pölyn leviämistä. Esim. maa-aineksen läjitystä siten, että ns. kaatokorkeudet ovat mahdollisimman pienet.