

Sami Jaatinen

SISÄILMAN LAADUN AIHEUTTAMAT TERVEYSHAITAT KORJAUSRAKENTAMISESSA



Insinööri (AMK),

rakennustekniikka

Kevät 2015



KAJAANIN
AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

TIIVISTELMÄ

Tekijä(t): Jaatinen Sami

Työn nimi: Sisäilman laadun aiheuttamat terveyshaitat korjausrakentamisessa

Tutkintonimike: Insinööri (AMK), rakennustekniikka

Asiasanat: Sisäilma, korjausrakentaminen, terveys, pienhiukkaset, työturvallisuus

Huono sisäilman laatu korjausrakentamisen työmailla voi aiheuttaa vakavia terveyshaittoja erilaisille epäpuhtauksille altistuville. Merkittävin ja yleisin pölytyyppi saneeraustyömailla on betonipöly, jolle altistuminen voi aiheuttaa erilaisia oireita sekä rakennustyötä suorittaville työntekijöille että myös rakennussiivojille. Purkutöiden aikana syntyviin pölyihin ja muihin terveysriskeihin tulisi kiinnittää huomiota hyvissä ajoin ennen töiden aloittamista, jotta epäpuhtauksista aiheutuvat haitat voitaisiin minimoida. Erilaisia pölyjä voidaan hallita esimerkiksi osastoimalla ja alipaineistamalla purkutilat, käyttämällä työlaitteissa kohdepoistoa sekä siivoamalla tilat säännöllisesti.

Tässä insinööriyössä paneudutaan niihin asioihin, joilla on merkitystä korjausrakentamisen sisäilman laadulle ja joiden avulla purkutyömaiden pölykuormitusta voidaan hallita ja vähentää. Teoriaosuudessa käydään läpi rakennuspölyjen tärkeimpiä ominaisuuksia, yleisimmät korjausrakentamisen työmailla esiintyvät pölytyypit, niiden hallinta ja vähentäminen, pölyiltä suojautuminen sekä erilaisia ohjeita ja määräyksiä koskien sisäilman laadun hallintaa korjaustyössä. Teoriaosuuden lopussa käydään läpi myös sisäilmastoluokitus, jonka perusteella voidaan luoda tavoitteita korjausrakentamisen yleiselle puhtaudelle ja sisäilman laadulle.

Insinööriyön tilasi Rakennusliike Halonen Oy. Korjausrakentamisen työmaan esimerkkinä käytettiin erästä kerrostalon linjasaneerauskohdetta. Insinööriyön tavoitteena oli saada lisää tietoa rakennuspölyjen aiheuttamista terveyshaitoista sekä sitä kautta osata tarkemmin hallita ja vähentää työmaiden pölykuormitusta. Viimeisessä osiossa kuvataan esimerkkityömaan pölynhallintaa sekä siihen liittyviä asioita. Insinööriyö toteutettiin keräämällä tietoa teoriaosuuteen erilaisista lähteistä sekä hyödyntämällä esimerkkityömaalta saatua tietoa. Rakennusliike Halonen Oy:lle tehtiin myös muutaman sivun mittainen tiivistetty tietopaketti rakennuspölyjen aiheuttamista terveyshaitoista sekä niiden oikeaoppisesta hallinnasta jaettavaksi tuleville korjausrakentamisen työmaille. Tilaaja saa tästä insinööriyöstä hyödyllistä tietoa terveellisempää rakentamisen tulevaisuutta varten. Tämän opinnäytetyön toteutus vaati paneutumista rakennuspölyjen teoriaan sekä tiedonkeruukäyntejä edellä mainitussa linjasaneerauskohteessa. Työn tavoitteessa onnistuttiin varsin hyvin.

ABSTRACT

Author(s): Jaatinen Sami

Title of the Publication: Health issues caused by indoor air quality in repair construction

Degree Title: Bachelor of Engineering, Construction Engineering

Keywords: Indoor air, repair construction, health, particulates, safety at work

Bad indoor air quality at repair construction worksites can cause severe health issues to the people being exposed to various pollutants. The most significant and most common dust type at renovation sites is concrete dust, which can cause different types of symptoms to the workers carrying out the construction work as well as to the cleaning staff. One should pay attention to the dusts and other health risks generated during the demolition work in good time, so that the issues caused by impurities could be minimized. Different types of dust can be controlled for example by compartmentalizing and generating negative pressure to the demolition space, using spot-removal of dust in different working machines and cleaning regularly the spaces being dismantled.

This thesis focuses on the things that are relevant to the indoor air quality in repair construction, and also on the things which can help managing and reducing the dust load at demolition worksites. The theory section covers the most important features of different dust types, the most common dust types occurring at construction sites, management and reduction of dusts, protection from dust, as well as a variety of instructions and regulations regarding indoor air quality management in repair construction. The indoor climate classification, which is the basis for the objectives concerning indoor air quality in repair construction and the overall cleanliness, is undergone at the end of the theoretical section.

This thesis was commissioned by Rakennusliike Halonen Oy. A certain pipe rehabilitation site of an apartment building was used as an example of a typical repair construction site. The objective of this thesis was to gain more information about the health issues caused by construction dusts, and thus be able to more accurately manage and reduce the dust load at construction sites. The last section describes the dust management and other related issues of the site which is being used as an example. The thesis was carried out by collecting information from different sources to the theoretical part as well as making use of the information obtained from the site. A compressed data packet about the proper management of dusts and health issues caused by them was also made for the company to be distributed to future renovation sites. The subscriber receives useful information from this thesis for a healthier future of construction. The implementation of this thesis required dedication to the theory of dusts and health issues, as well as data collection visits to the worksite mentioned above. The objectives of this thesis were achieved.

SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	1
2 PÖLYJEN OMINAISUUDET.....	3
2.1 Laskeutumis- ja leijumisominaisuudet	4
2.2 Ilmanvaihdon vaikutus pölyhiukkasiin.....	6
2.3 Sisäilman hiukkaspitoisuus ja siihen vaikuttavat tekijät	8
3 YLEISIMMÄT RAKENNUSPÖLYT	11
3.1 Betonipöly	13
3.2 Kvartsipöly.....	14
3.3 Eristevillapöly	15
3.4 Puupöly	17
3.5 Tasoitepöly.....	18
3.6 Asbestipöly.....	20
3.7 Kivi-, tiili- ja laastipöly	22
3.8 Maalipöly	23
3.9 Sementtipöly.....	24
4 RAKENNUSPÖLYN HALLINTA	25
4.1 Kohdepoistot	26
4.2 Märkämenetelmät.....	28
4.3 Yleisilmanvaihto ja ilmanpuhdistimet.....	29
4.4 Osastointi ja alipaineistus	31
4.5 Hengityksensuojaimet	34
4.6 Hengityksensuojaimen valintaan vaikuttavia tekijöitä	36
5 RAKENNUSPÖLYISTÄ AIHEUTUVAT TERVEYSHAITAT	38
5.1 Fyysiset haitat	38
5.2 Psykkiset haitat.....	40
5.3 Tuotannolliset ja taloudelliset haitat.....	40
6 MÄÄRÄYKSIÄ JA OHJEITA KOSKIEN SISÄILMAN LAADUN HALLINTAA KORJAUSRAKENTAMISESSA.....	42
6.1 Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta (VNa 205/2009)	42

6.2 Työterveyslaitoksen ohjeita	43
6.3 Pölyntorjunnan tavoitteet	44
6.4 Pölyntorjunnan oleelliset keinot	45
6.5 Pölyntorjunnan tärkeys ja merkitys	46
6.6 Tuotannosuunnittelu ja sen merkitys sisäilman hallinnalle	47
6.7 Rakennuttajan työturvallisuusvelvoitteita pölyntorjunnassa.....	49
7 SISÄILMASTOLUOKITUS.....	50
7.1 Sisäilmaston tavoitearvot	51
7.2 Rakennustöiden puhtausluokitus.....	52
7.3 Vaatimukset rakennustuotteille.....	53
8 LINJASANEERAUS KOHTEESSA BRAHENKATU 12	54
8.1 Yleistietoa kohteesta	54
8.2 Saneerauksen toteutus	55
8.2.1 Valmistelevat toimenpiteet	56
8.2.2 Osastointi ja alipaineistus.....	57
8.2.3 Purkutyöt	61
8.2.4 Uusien putkistojen rakentaminen	62
8.2.5 Vesieristykset ja pinnoitustyöt	64
8.2.6 Lopettavat toimenpiteet	64
8.3 Pölynhallinta työmaalla.....	64
8.4 Siivous.....	67
8.5 Laadunvarmistus	68
9 TYÖN TULOKSET JA NIIDEN ANALYSOINTI.....	70
10 YHTEENVETO	71
LÄHTEET	72
LIITTEET	

SANASTOA

Alipaineistaja = kone, joka siirtää ilmaa tilasta pois samalla luoden sinne alipaineen.

Alipaineistus = korjausrakentamisessa yleisesti käytetty menetelmä, jossa tila tiivistetään ja alipaineistetaan koneen avulla.

Altistuminen = ihmisen joutuminen kosketukseen haitallisen aineen kanssa.

Alveolijae, alveolijakeinen = hienopölyjäte; sellaista pölyä, joka kulkeutuu aina keuhkojen kaasujenvaihto-alueelle eli keuhkorakkuloihin asti. Alveolijakeisen pölyhiukkasen keskimääräinen halkaisija on noin 0,004 mm.

Asbesti = kuitumainen silikaattimineraali. Vaarallinen ihmiselle, aiheuttaa mm. syöpää.

Emissio = materiaalin pinnasta tapahtuva kemiallisten yhdisteiden haihtumisilmiö.

Fenoli-formaldehydiharts = fenolin ja formaldehydin polykondensaatiotuote, joka on väritön ja pistävän hajuinen kaasu. Käytetään mm. eriste- ja muovikuiduissa sideaineena. Voi herkistää ihoa ja limakalvoja.

HEPA-suodatin = suodatin, jossa on todella korkea erotteluaste.

HTP-arvo = haitalliseksi tunnettu pitoisuus. Ilman hiukkaspitoisuus milligrammoina yhden kuutiometrin alueella (mg/m^3). HTP-arvo on pienin ilman kemikaalipitoisuus, jonka sosiaali- ja terveysministeriö arvioi voivan aiheuttavan haittaa tai vaaraa työntekijän terveydelle.

HTP_{8h}-arvo = haitalliseksi tunnettu keskipitoisuus kahdeksan tunnin aikana.

Kreosootti = yleisnimitys useille korkean lämpötilan avulla puusta, kivihiilestä tai

kreosoottipensaana pihkasta valmistetuille kemiallisille aineille. Käytetään mm. puunkyllästysaineena ja vanhoissa rakennuksissa kosteuseristeenä. Kreosootti on terveydelle vaarallista, koska se sisältää syöpää ja perimäaurioita aiheuttavia PAH-yhdisteitä.

Kvartsi = hyvin yleinen hohkasilikaattimineraali, kemialliselta koostumukseltaan piioksidia (SiO₂). Esiintyy mm. betonissa.

Korjausrakentaminen = rakentaminen, joka muuttaa aiemmin rakennettua kohdetta toivotulla tavalla.

Linjasaneeraus = ts. putkiremontti. Linjasaneeraus tarkoittaa rakennusten vesi- ja viemärijohtojen kunnostusta tai uusimista. Linjasaneeraukseen liittyy usein myös rakennuksen ilmanvaihtotekniikan, lämmitysjärjestelmän ja sähköjärjestelmän nykyaikaistamista.

Lyijy = hiiliryhmään kuuluva metallimainen painava alkuaine. Käytetään mm. kaapeleiden vaippoina. Aiheuttaa monia haittoja ihmiskehölle, mm. syöpää. Vaikuttaa lähes kaikkiin kehon kudoksiin.

Orgaaninen = eloperäinen, luonnosta peräisin oleva.

Osastointi = tilojen rajaaminen pienempikokoisiin, erillisiin osastoihin.

PAH-yhdisteet = polysykliset aromaattiset hiilivedyt. Yhteen liittyneistä aromaattisista renkaista koostuvia hiilivetyjä, joista monet aiheuttavat syöpää tai mutaatioita. PAH-yhdisteitä havaitaan mm. rakenteiden vesieristeissä, jotka perustuvat kivihiilitervaan sekä öljypohjaisissa bitumeissa.

PCB-yhdisteet = polyklooratut bifenyylit. Orgaanisia yhdisteitä, jotka ovat myrkyllisiä ihmisille ja muille eliöille. Käytetty yleisesti mm. erilaisissa liimoissa, maaleissa, kondensaattoreissa ja eristeaineina muuntajissa.

Saturaatio = kyllästyminen. Esimerkiksi pölynsidonta-aineet saturoivat pölyhiuk-

kasen tunkeutumalla syvemmälle hiukkasen rakenteeseen.

Silikoosi = kivipölykeuhkosairaus. Tarkoittaa kiteisen piioksidin (kvartsin) aiheuttamaa fibroottista (sidekudoslisä) keuhkosairautta.

Sisäilma = rakenteiden rajaamalla alueella oleva ilma.

Sisäilmasto = laajempi käsite kuin sisäilma. Sisäilmastolla tarkoitetaan sisäilman epäpuhtauksien lisäksi myös ilmanvaihtojärjestelmää ja lämpöolosuhteita.

Ureaformaldehydiharts = käytetään mm. huonekalulevyjen (HDF, MDF) ja lasitulevyjen liima-aineena. Ärsyttää silmiä ja ylempiä hengitysteitä jopa pieninä pitoisuuksina.

1 JOHDANTO

Korjausrakentamisen ja remonttien tarpeen kasvaessa yhä useammat rakennusalan työntekijät joutuvat rakenteita ja rakennusmateriaaleja purkaessaan ja käsitellessään altistumaan monille ihmiskeholle vaarallisille yhdisteille. Aiheutuneet haitat voivat pahimmassa tapauksessa vaikuttaa työkykyyn niin paljon, ettei työntekijä pysty enää jatkamaan samojen työtehtävien parissa. Pahimmillaan pienhiukkasille altistuminen voi olla hengenvaarallista. Vaikutukset voivat olla fyysisten lisäksi psyykkisiä, kun oma kunto heikkenee rajusti. Sisäilman laadun tutkiminen ja ylläpito voivat estää näiden haittojen syntymisen ja parantaa huomattavasti työn viihtyvyyttä, tehokkuutta ja työntekijöiden työkykyä.

Tässä opinnäytetyössä pyrittiin ottamaan selville korjausrakentamisessa varsinkin rakenteita purettaessa aiheutuvia sisäilman laadun heikkenemiseen johtavia tekijöitä sekä erilaisten pienhiukkasten aiheuttamia terveyshaittoja ihmiskeholle. Työssä perehdyttiin myös asianmukaisiin suojausvarusteisiin, suodatinluokkiin, erilaisiin korjaustasoihin, ilmanvaihdon tärkeyteen sekä muihin asioihin, joita tulee ottaa huomioon purettaessa ja korjattaessa tietynlaisia rakennetyyppejä. Tutkimusmateriaalina käytettiin aiheeseen liittyvää kirjallisuutta, virallisia määräyksiä sekä erilaisia Internet-lähteitä. Tulosten pohjalta saatiin selville, mitkä ovat yleisimmät sisäilman laadun heikkenemisen aiheuttamat terveyshaitat ihmiselle korjausrakentamisessa.

Opinnäytetyöhön liitettiin myös pienimuotoinen Word-tiedostomuodossa oleva tietopaketti tulevia korjausrakentamisen kohteita varten. Se sisältää esimerkkejä muutamista eri korjaustilanteista sekä niihin liittyvistä asianmukaisista suojautumis- ja pölynhallintamenetelmistä sekä käytettävistä varusteista. Opinnäytetyöstä on rajattu pois mikrobit, kosteus- ja homevauriot sekä suurin osa rakenteista ja rakennusmateriaaleista haihtuvista kemiallisista yhdisteistä.

Työssä käytettiin korjausrakentamisen esimerkkikohteena Rakennusliike Halonen Oy:n toteuttamaa linjasaneerauskohdetta kajaanilaisessa 1960-luvun alussa rakennetussa kerrostalossa, osoitteessa Brahenkatu 12. Rakennusliike Halonen Oy on perustettu vuonna 1975, ja yhtiömuoto on muutettu osakeyhtiöksi vuonna

1994. Yhtiön toimialueena on Kainuu lähiympäristöineen ja se työllistää keskimäärin 60 henkilöä. Rakennusliike Halonen Oy:n pääasiallinen toimiala on teollisuus-, asuin- ja liikerakentamisen urakointi, niin uudisrakentamisen kuin saneerauksen osalta sekä omaperusteinen asuntotuotanto. Yrityksen asiakkaita ovat valtion ja kuntien rakennuttajatahot sekä yksityiset liike- ja asuinrakennusten rakennuttajat. Rakennusliike Halonen Oy on ollut Rakennusteollisuus RT ry:n jäsen 1980-luvulta lähtien ja Rakentamisen Laatu RALA ry:n päteväksi todettujen urakoitsijoiden rekisterissä vuodesta 1998 lähtien.

2 PÖLYJEN OMINAISUUDET

Käsite aerosoli tarkoittaa ilman ja erilaisten hiukkasten vaihtelevaa seosta. Aerosoleiksi luokitellaan ilmassa olevat pölyt, savut, sumut ja huurut. Näiden käsitteiden välinen raja ei ole välttämättä aina selvä, mutta ainakin puhekielessä pöly on jo saanut yleismerkityksen. Pölyn määritelmä aerosolitieteiden ja työympäristöön liittyvien asioiden keskuudessa on se, että pölyillä tarkoitetaan kiinteitä hiukkasia, joiden läpimitta voi vaihdella alle 1 µm:stä vähintään 100 µm:iin. Pölyjen ilmassa pysymiseen tai sinne joutumiseen vaikuttavat niiden alkuperä, fysikaaliset ominaisuudet sekä muut ympäristön luomat ehdot. [1.]

Tyypillisimpiin työympäristössä havaittaviin pölyihin kuuluvat mineraalipölyt (kvartsi-, kivihiili- ja sementtipöly), metallipölyt (lyijy-, kadmium- ja berylliumpöly), kemikaalipölyt (kemikaalit irtotavarana, torjunta-aineet), orgaaniset ja kasviperäiset pölyt (jauhot, puu, puuvilla, tee, mausteet) sekä home- ja siitepöly. Kuitumaisten pölyjen lähteenä ovat yleensä materiaalit, jotka sisältävät asbestia, vuorivillaa, lasikuitua tai keraamisia kuituja. Pöly määritellään kuitumaiseksi, jos sen hiukkasten muoto havaitaan syyksi sen aiheuttamille terveyshaitoille. Tämä tarkoittaa, että kuidut ovat tarpeeksi ohuita päästäkseen syväälle keuhkoihin (< 3 µm) tai tarpeeksi pitkiä tarttuakseen keuhkorakkuloihin kiinni (> 5 µm). Taulukossa 1 sivulla 4 on esitetty erikokoisten pölyhiukkasten ominaisuuksia. [1.]

Taulukko 1. Erikokoisten pölyhiukkasten ominaisuuksia. [2.]

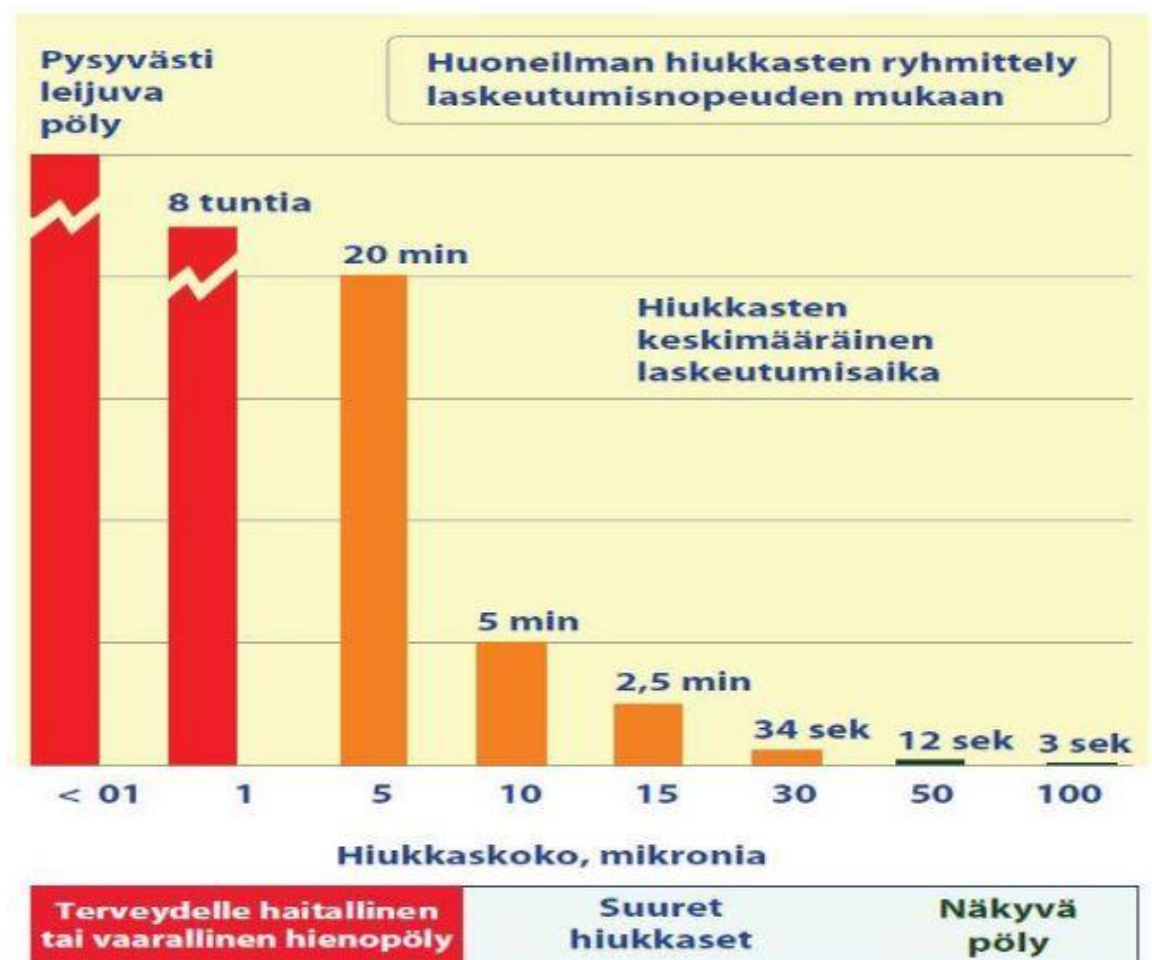
Hiukkanen	Koko	Leijunta-aika	Vaiheet elimistössä	Peräisin
Pintapöly	vaihtelee, yleensä \emptyset 50 μm – 125 μm	vaihtelee koon mukaan	Jäävät nenään ja silmien limakalvoille, iholle, käsien mukana myös ruuansulatuselimistöön	ihmisen toiminnasta ja luonnosta peräisin olevat hiukkaset, niiden rykelmät ja kuidut
Pöly	alle 100 μm	sekunneista tunteihin	Jäävät nenään ja ylimpiin hengityselimiin	katupölyä, hiekkapölyä, mineraalipölyä, siitepölyä, homeitiötä, allergeeneja vaatepölyä kuituja rakennusmateriaaleista
Karkeat hiukkaset	2,5 μm – 10 μm			
Pienhiukkaset	alle 2,5 μm	päivistä viikkoihin	Kulkeutuvat pieniin värekarvattomiin keuhkoputkiin ja keuhkorakkuloihin	palamistuotteita ajoneuvoista, nuotioista, tupakoinnista, noki-, öljy- ja raskasmetallihiukkasia
Ultrapienet	alle 0,1 μm	-	Kulkeutuvat keuhkorakkuloihin ja niistä osiin verenkiertoon	

2.1 Laskeutumis- ja leijumisominaisuudet

Pölyhiukkasten käyttäytyminen ilmassa voidaan jakaa kahteen ilmiöön, depositioon ja resuspensioon. Depositioilla tarkoitetaan hiukkasten laskeutumista pinnalle, mikä vähentää ilmassa leijuvien hiukkasten lukumäärää. Hiukkasten depositioon määrä riippuu mitattavan tilan meteorologisista olosuhteista, ilman pyörteisyydestä, pintojen materiaaleista ja rakenteesta, ilman ja pinnan lämpögradientista (lämpötilaeron jyrkkyydestä) sekä ihmisen toiminnan aiheuttamasta resuspensio-ilmiöstä. [2.]

Resuspensiolla tarkoitetaan tilannetta, jossa hiukkaset nousevat pinnoilta ilmaan yleensä voimakkaan, esimerkiksi ihmisen aiheuttaman liikkeen tai jonkin mekaanisen voiman takia. Karkeiden hiukkasten tiedetään nousevan ilmaan helpommin kuin pienten hiukkasten, koska pienillä hiukkasilla on isoja hiukkasia suuremmat hiukkasen ja pinnan väliset kiinnitys- ja irrotusvoimat. On havaittu, että läpimitataan alle 1 μm hiukkaset eivät nouse ilmaan. Resuspensioituminen on suurimmillaan silloin, kun ilman suhteellinen kosteus on 70-75 RH%. [2.]

Sisäilman hiukkasten jako tapahtuu yleensä kahteen kokoluokkaan: halkaisijaltaan yli 2 μm , eli karkeat hiukkaset, sekä halkaisijaltaan alle 2 μm , eli hienot hiukkaset. Suurempien hiukkaskokojen tiedetään laskeutuvan nopeammin kuin pienten, ja tämän lisäksi ne jäävät hengityselimien yläosiin. Pienet hiukkaset leijuvat pitempään ilmassa, mutta pystyvät liikkumaan helpommin hengitysilman mukana ja näin ollen pääsevät vaivattomammin keuhkoihin asti. Kuvassa 1 on ryhmitelty huoneilman hiukkaset laskeutumisenopeuden mukaan. [3.]



Kuva 1. Huoneilman hiukkasten määrittely laskeutumisenopeuden mukaan. [3.]

Normaalilla huonepölyllä tarkoitetaan laskeutuvaa ja leijuvaa pölyä, joka koostuu orgaanisista ja epäorgaanisista hiukkasista. Epäorgaanisilla kuiduilla tarkoitetaan muun muassa lasikuituja ja mineraalivillakuituja, jotka pystyvät esiintymään sisäilmassa sekä leijuvina että pinnoille laskeutuvina. Leijuva pöly voidaan jakaa karkea- ja hienopölyyn. Karkeapölyllä tarkoitetaan hiukkasia, jotka ovat halkai-

sijaltaan yli yhden mikrometrin. Vastaavasti hienopölyksi luokitellaan hiukkaset, joiden halkaisija on alle 1 μm . Leijuvan pölyn hallintaan käytetään yleisimmin ilmanvaihtoa ja laskeutuneen pölyn poistoon erilaisia siivousmenetelmiä. Enimmäisarvot PM^{10} hiukkaspölypitoisuudelle ovat 20...50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. PM^{10} -hiukkaspitoisuus tarkoittaa huoneilmassa leijuvaa pölyä, jonka hiukkaset ovat aerodynaamiselta halkaisijaltaan alle 10 μm . [4.]

Pölyhiukkasten laskeutumista ja leijumista sekä hiukkasten määrää tietyllä alueella voidaan mitata muutamalla eri tavalla. Yksi tapa arvioida esimerkiksi teollisten mineraalikulitujen esiintymistä on kerätä pinnoilta laskeumanäytteitä. Laskeumanäyte voidaan ottaa joko keräämällä pölyä 1-2 litran Minigrip-muovipusseihin tai teippinäytteillä, jolloin pöly saadaan kerättyä geeliteippien pintoihin. Teippinäytteitä voidaan ottaa paikoista, jotka kuuluvat kohteisiin, joita siivotaan säännöllisesti. Kun näyte on otettu, teippiä tarkastellaan laboratorioolosuhteissa petrimaljassa stereomikroskoopin avulla. Tämän jälkeen lasketaan kaikki yli 20 μm :n pituiset teolliset mineraalikulit ja tulos voidaan ilmoittaa käyttäen yksikköä kpl/cm^2 . [4.]

2.2 Ilmanvaihdon vaikutus pölyhiukkasiin

Ilmanvaihdolla tarkoitetaan tapahtumaa, jossa tietystä tilasta poistuu ja sinne tulee ilmaa. Ilmanvaihto voidaan toteuttaa joko painovoimaisesti eli ”luonnollisesti” tai käyttämällä ilmanvaihtokonetta. Ilmanvaihtoa ja sen tehokkuutta kuvataan yleensä käyttämällä suureena ilmanvaihtokerrointa. Ilmanvaihtokertoimella voidaan kuvata teoreettisesti aikayksikköä kohden vaihtuvan ilman määrää, ts. kuinka monta kertaa ilma vaihtuu tietyssä ajassa. Ilmanvaihtokertoimen laskeminen tapahtuu siten, että huoneeseen tuleva ilmavirta jaetaan huoneen tilavuudella. Esimerkiksi käsitteellä 1/h tarkoitetaan ilman vaihtuvan kerran tunnissa. Ilmanvaihdon suuruuden kuvaamisessa voidaan myös käyttää huoneen läpi kulkevaa ilmavirtaa (l/s), joka määritetään joko huoneen pinta-ala tai henkilöä kohden. Riittämätön ilmanvaihto on yleensä suuressa roolissa, kun tutkitaan syitä tilojen pöly- ja hiukkaspitoisuuksien nousulle. [5.]

Työmaa-alueella havaittavien pölyhiukkasten pitoisuuksia pystytään vähentämään käyttämällä yleispoistomenetelmää eli tehostamalla korjauskohteen ilmanvaihtoa. Kohteessa olevaa ilmaa imetään poistoilmalaitteella, jossa on pölynsuodatin. Poistoilma johdetaan ulkoilmaan käyttämällä muovisukkaa tai -putkea. Yleispoiston avulla ei kuitenkaan voida yksinään vähentää riittävästi pölyaltistumista tai suojata ympäristöä. Viimeisimmät tutkimukset kertovat, että kun yleisilmanvaihto on päällä, alveolijakeisen kvartsin pitoisuus alenee noin 66 % ja alveolijakeisen pölyn pitoisuus 70 % verrattuna tilanteeseen, jossa tilassa ei ole yleisilmanvaihtoa. [6.]

Työmaalla voidaan käyttää myös ilmanpuhdistimia. Ilmanpuhdistuskojeen toimintaperiaate ei perustu ilman ulos johtamiseen, vaan laite pyrkii palauttamaan suodattimien läpi menneen ilman suoraan takaisin huoneilmaan. Jotta tulokset olisivat yhtä hyviä kuin esimerkiksi käytettäessä kohdepoistoa, ilmanpuhdistimen aikaan saaman tehollisen ilmavirran tulisi olla suuri. Ilmanpuhdistimia on kuitenkin hyvä käyttää hieman vähemmän pölyävissä työvaiheissa, koska oikein mitoitettuna ne soveltuvat pienemmän pölymäärän suodattamiseen hyvin. Yleisesti ilmanpuhdistuslaitteita voidaan käyttää kohdepoistolaitteiden rinnalla puhdistuen työskentelytilan ilmaa. Ilmanpuhdistuslaitteen käyttö ei kuitenkaan alenna työskentelytilan pölypitoisuutta yhtä tehokkaasti kuin esimerkiksi tehostettu tuuletus. Tehostettu tuuletus ei tästä huolimatta sovellu käytettäväksi samanaikaisesti silloin, kun työmaalla käytetään osastointi- ja alipaineistusmenetelmää, koska työmaa-alueen ja ympäröivien tilojen väliset painesuhteet tulisi olla hallittavissa. [6.]

Voidaan sanoa, että pienhiukkaset eivät käytännössä laskeudu koskaan ja että niitä voi poistaa yleisesti ilmanvaihdon ja ikkunatuuletuksen kautta. Vaikka sisälähteistä peräisin olevia epäpuhtauksia voidaan vähentää tehostamalla ilmanvaihtoa, on myös mahdollista, että tehostaminen voi lisätä niiden epäpuhtauksien määrää, jotka ovat peräisin ulkoilmasta. Kun tuloilmansuodatus pidetään kunnossa ja hallinnassa, sen avulla pystytään vähentämään merkittävästi ulkoilmasta peräisin olevien hiukkasmaisten epäpuhtauksien siirtymistä sisäilmaan. Vaarana huonosti hoidetussa tai muuten epäkuntoisessa tuloilmajärjestelmässä on se, että se voi alkaa toimia sisäilman epäpuhtauslähteenä. [7.]

2.3 Sisäilman hiukkaspitoisuus ja siihen vaikuttavat tekijät

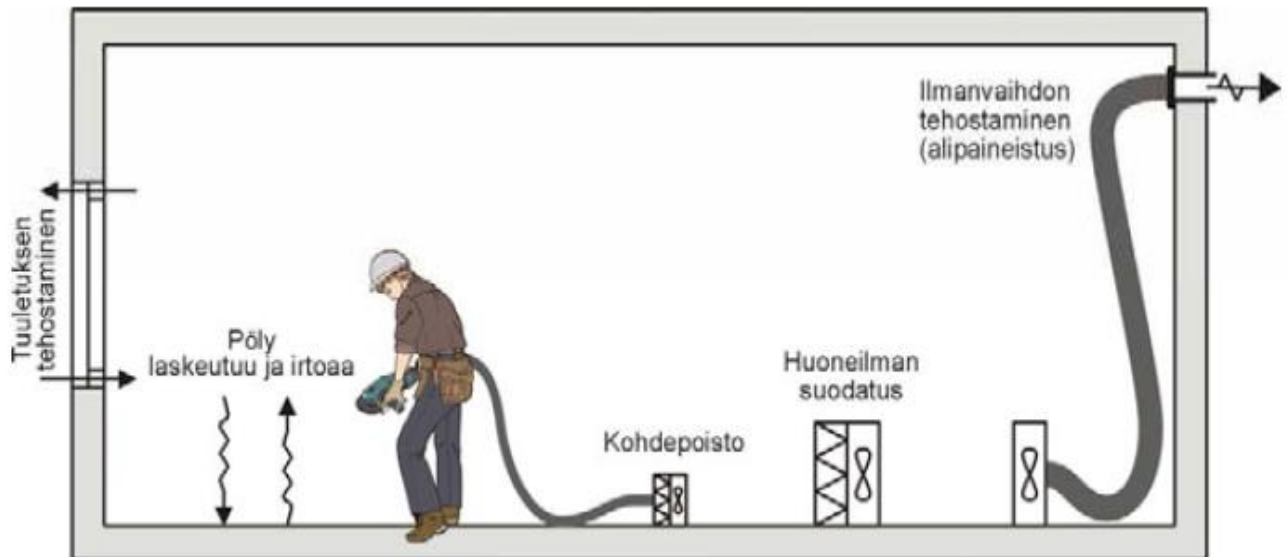
Erilaiset pölyt voidaan jakaa kolmeen ryhmään perustuen niiden hiukkaskokoon sekä siihen, kuinka hyvin ne pääsevät kulkeutumaan hengitysteihin ja miten ne kertyvät sinne. Nämä ryhmät ovat:

- hengittyvä jae, eli hiukkaset, jotka pystyvät yleensä pääsemään hengitysteihin
- keuhkojaje, eli hiukkaset, jotka pääsevät kertymään keuhkoputkistoon
- alveolijaje, eli hiukkaset, jotka pääsevät kulkeutumaan keuhkojen kaasujenvaihto-alueelle eli keuhkorakkuloihin saakka.

Pölylle altistumista sekä sisäilman hiukkaspitoisuutta mitattaessa tulisi mittalaitteiden pystyä ottamaan näyte vain siitä hiukkaskokoluokasta, josta vaaran tiedetään aiheutuvan. Esimerkiksi jos pölyn tiedetään sisältävän kvartssia, tulisi kvartsipitoisuuden määrittämiseen käyttää mittarissa sellaista herkkyyttä, jolla voidaan mitata alveolijakeisia hiukkasia. [8.]

Suurimmat vaikuttavat tekijät sisäilman hiukkaspitoisuuteen ja -koostumukseen ovat yleisellä tasolla pääosin ihmisen oman toiminnan lisäksi myös ulkoilmasta peräisin olevat epäpuhtaudet, kuten esimerkiksi liikenteestä aiheutuvat päästöt. Tämän lisäksi sisäilman pitoisuuksiin vaikuttaa myös luonnosta peräisin olevat epäpuhtaudet, kuten esimerkiksi siitepöly. Jos ilmaa pääsee kulkeutumaan hallitsemattomasti rakennuksen rakenteiden läpi, saattaa sisäilmaan päästä myös rakenteista peräisin olevia epäpuhtauksia. [9.]

Sisäilman hiukkaspitoisuuksiin vaikuttavat muun muassa työkohteessa oleva huoneilmasuodatin, työtilan luonnollinen ilmanvaihto auki olevan ikkunan tai oven kautta, laitteisiin liitettyjen kohdepoistolaitteiden tehokkuus sekä alipaineistajan avulla toteutettu tehostettu ilmanvaihto työtilassa. Lisäksi hiukkaspitoisuuteen vaikuttavat hiukkasten pääsy uudelleen ilmaan, kun käsitellään pölyisiä pakkauksia sekä hiukkasten sedimentaatio eri pinnoille. Kuvassa 2 sivulla 9 on esitetty edellä mainittuja hiukkaspitoisuuteen vaikuttavia tekijöitä. [10.]



Kuva 2. Rakennuspölyn pitoisuuksiin vaikuttavia tekijöitä. [10.]

Työmaan pölykuormituksen vähentämiseksi tehokkain tapa olisi käyttää esivalmistettuja komponentteja tai vaikka sahata puutavara määrämittaan sellaisessa paikassa, jossa puupölyn leviäminen voidaan hallita suljettua tilaa paremmin. Myös laastien sekoittaminen olisi hyvä tehdä mahdollisuuksien mukaan esimerkiksi ulkona. Työmenetelmien valinnalla voidaan vähentää merkittävästi pölykuormitusta ja näin ollen sisäilman hiukkaspitoisuutta. Esimerkiksi tiilet ja kivilaatat voidaan katkaista ja leikata vähän pölyä synnyttävillä katkaisulaitteilla. Eristettyjen rakenteiden rikkoutumisen ja työstön välttäminen sekä sopivan mittaisien, päällystettyjen tuotteiden käyttäminen voi vähentää syntyvän pölyn määrää merkittävästi. Kun työpisteitä siivotaan jatkuvasti ja säännöllisesti sekä kuljetaan pölyävät jätteet pois mahdollisimman nopeasti, työskentelytilat pysyvät puhtaampina ja pölyttömämpinä. Tärkeässä asemassa ovat myös työkoneiden kohdepoistolaitteet, jotka oikealla tavalla toimiessaan ja kunnossa ollessaan pystyvät sieppaamaan suurimman osan työvaiheessa vapautuvista hiukkasista. [10.]

Sisäilman yleiseen laatuun ja hiukkaspitoisuuteen vaikuttaa oleellisesti myös se, miten paljon tai miten usein ja millä menetelmillä tilaa siivotaan. Monien tutkimusten avulla on saatu yhteys ihmiskehossa tapahtuvien terveysoireiden ja pinnoille laskeutuneen pölyn välille. Kun halutaan poistaa tehokkaasti pinnoille laskeutunut pöly ja hiukkaset, siivous on siihen paras keino. Avainasia siivouksessa onnistumiseen on tehdä se säännöllisesti ja määrätyn väliajoin. [2.]

Eri tekijät vaikuttavat sisäilman hiukkaspitoisuuteen eri tavalla, joten on olemassa yhtälö, jonka avulla näiden tekijöiden vaikutusta voidaan arvioida. Yhtälössä ulkoilman hiukkaspitoisuus voidaan olettaa merkityksettömäksi rakennuspölyn kannalta verrattuna sisäilmaan. Tilan ilmanvaihto toteutetaan joko avatun ikkunan tai ulko-oven avulla tai käyttämällä alipaineistusmenetelmää. Tällöin muun vuotoilman osuus ei merkitse laskutoimituksen kannalta mitään. Rakennusten omia koneellisia tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmiä ei voida käyttää rakennustyön aikana, joten niillä ei ole vaikutusta hiukkaspitoisuuteen. Alla olevasta kaavasta voidaan laskea sisäilman teoreettinen hiukkaspitoisuus. [10.]

$$\text{Hiukkaspitoisuus} = [S/V] * [1 / (q_{\text{suodatin}} * \epsilon_{\text{suodatin}} + q_{\text{ulkoilma}} + \beta)], \text{ missä}$$

S on päästönopeus kpl/s

V on tilan tilavuus

β on depositiokerroin 1/h

$\epsilon_{\text{suodatin}}$ on huoneilmasuodattimen erotusaste

q_{suodatin} on suodattimen läpi kulkeva suhteellinen ilmavirta 1/h

q_{ulkoilma} on tilan ilmanvaihtokerroin 1/h

Suhdeluku S/V säilyy vakiona ja se voidaan korvata lukuarvolla 1. Tilan hiukkaspitoisuuden suhteelliseksi alenemaksi saadaan seuraavan yhtälön mukaan:

$$\text{Alenema} = [1 - (q_{\text{ulkoilma}} + \beta) / (q_{\text{suodatin}} * \epsilon_{\text{suodatin}} + q_{\text{ulkoilma}} + \beta)]. [10.]$$

Pölyhiukkasten painosta riippuu se, kuinka paljon nopeammin hiukkaset poistuvat ilmasta kuin tilan ilmanvaihtokerroin edellyttää. Taulukossa 2 on esitetty hiukkaskoon ja hiukkasten massan aiheuttama poistumisnopeus ekvivalenttina, ilmanvaihtokertoimen avulla ilmaistuna. Taulukossa huonekorkeus on 2,5 metriä.

Taulukko 2. Hiukkaskoosta aiheutuva hiukkasten poistumisnopeus. [10.]

Hiukkaskoko (μm)	0,1	0,3	0,5	1	2	5	10	20	50	100
Ilmanvaihtokerroin (1/h)	0,03	0,02	0,04	0,11	0,32	1,8	3,96	14,4	100	360

3 YLEISIMMÄT RAKENNUSPÖLYT

Korjausrakentamishankkeet jaotellaan neljään eri päätyyppiin: putki-, kosteusvaurio- ja energiasaneerauksiin sekä peruskorjauksiin. Korjaus- ja uudisrakentamisen erona on se, että korjausrakentamisessa rakennusta käytetään prosessin aikana, mikä luo haasteita käyttäjien turvallisuudelle myös pölyntorjuntaa ajatellen. Jokaisessa korjaushankkeessa tulisi ehkäistä viihtyisyys- ja terveyshaittojen muodostuminen sekä työntekijöille että rakennuksen loppukäyttäjille. Pölyntorjunnalle asetettavia erityisvaatimuksia aiheutuu muun muassa purettavissa materiaaleissa havaittavien terveydelle ja ympäristölle vaarallisten altisteiden (kreosootti, PCB, lyijy, asbesti, kvartsi ja mikrobit) vuoksi. [6.]

Pöly on hyvin merkittävä riskitekijä rakennuksella työskentelevien ihmisten yleiselle hyvinvoinnille sekä terveydelle. Pölyille altistuminen on erityisen suurta, kun suoritetaan tiettyjä pölyäviä työvaiheita, mutta myös ne työntekijät, jotka tekevät vähemmän pölyäviä työvaiheita, voivat altistua pölylle, joka on peräisin muiden suorittamista pölyävistä työvaiheista. Vuosien varrella kehittyneestä suojaus- ja pölynhallintateknologiasta on ollut merkittävää apua rakennuspölylle altistumisen vähentämiseen, mutta useilla rakennustyömailla havaitaan silti ongelmalliseksi työntekijöiden välinpitämätön asenne ja käyttäytyminen työturvallisuutta ja varsinkin suojainten käyttöä kohtaan. [10.]

Kuopion yliopiston ympäristötieteen laitoksen tekemän tutkimuksen mukaan ylivoimaisesti pölyävimmäksi havaittu työvaihe on tasoitetyö, joka sisälsi kolme vaihetta: tasoitteen sekoitus, levitys ja hionta. Esimerkiksi betonin piikkausta ja hiontaa pölyävämpänä työvaiheena pidettiin myös jälkien puhdistustyötä. Rakennustyömaiden työskentelyolosuhteissa on merkittävää parantamisen varaa kuten myös pölyn siirtymisen vähentämisessä siivottaville pinnoille. [10.]

Pölynhallinnan onnistuneella toteutuksella on valtavan suuri vaikutus korjausrakentamissa syntyvien terveysriskien vähentämiseen. Kun pölynpoisto hallitaan ja suunnitellaan hyvin, pölyn pääsy puhtaisiin tiloihin tai työntekijöiden keuhkoihin saadaan estettyä tehokkaasti. Onnistuneeseen pölynhallintaan tosin tarvitaan hyvässä kunnossa olevat, oikeanlaiset ja riittävän tehokkaat laitteet sekä asian-

mukaiset varusteet. Tärkeää olisi myös painottaa työntekijöille varusteiden ja suojausten käytön tärkeyttä ja syitä niiden käytölle. [10.]

Yleisimmät rakennustyön aikana syntyvät pölyt ovat puu-, betoni-, kivi-, eristekuitu- sekä tiilipöly, kuten kuvassa 3 esitetään. Näitä pölyjä pääsee syntymään muun muassa hionta- ja tasoitetyöissä, piikkauksessa, laikkaleikkauksessa, kivi- materiaalien työstössä, sahauskassa, telineiden rakentamisessa sekä varsinkin siivouksessa. Rakennustyömaalla syntyville pölyille altistuminen voidaan yhdistää tiettyjen työvaiheiden ajanjaksoihin ja sitä kautta myös sellaisiin työntekijäryhmiin, jotka altistuvat erityisen paljon rakennuspölylle. [10.]

RAKENNUSPÖLY				
	Betonipöly	Tiili- ja kivi- pöly	Puupöly	Eristekuitupöly
Altistavat työvaiheet	<ul style="list-style-type: none"> - hionta- ja tasoitetyöt - piikkaus - elementtiasennus - laikkaleikkaus - siivous 	<ul style="list-style-type: none"> - tiilien leikkaus /lohkominen - kivimateriaalin työstö - piikkaus - siivous 	<ul style="list-style-type: none"> - levyasennukset - sahaus - hionta - telineiden rakentaminen - sisäpanelointi - kalusteasennus - parkettiasennus - listoitus - siivous 	<ul style="list-style-type: none"> - eristeiden leikkaus ja asennus - puhallusvillan levitys - eristystöiden jälkeiset työt - siivous
Altistuva työntekijäryhmä	<ul style="list-style-type: none"> - betonirakentajat - elementtityöntekijät - talonrakentajat - hionta- ja tasoitustyöiden tekijät - siivoojat 	<ul style="list-style-type: none"> - muurarit ja apumiehet - siivoojat 	<ul style="list-style-type: none"> - kirvesmiehet - parkettimiehet - kalusteasentajat - siivoojat 	<ul style="list-style-type: none"> - eristäjät - rakennusmiehet - siivoojat
Terveysvaikutukset	<ul style="list-style-type: none"> - hengitystie- ja ihoärsytys - kvartsi- pöly: silikoosi, syöpävaara - sementin nikkeli, kromi, ja koboltti: allergia 		<ul style="list-style-type: none"> - hengitystieärsytys - herkistyminen - kovapuupöly: syöpävaara 	<ul style="list-style-type: none"> - hengitystie-, iho- ja silmä-ärsytys - nenän tukkoisuus - limakalvoärsytys
HTP _{sh} – arvo (STM, 2009)	Epäorgaaninen pöly 10 mg/m ³ Kvartsi 0,05 mg/m ³		Puupöly 2 mg/m ³ Kovapuupöly 5 mg/m ³ (sitova raja-arvo)	1 kuitu/cm ³

Kuva 3. Rakennuspölylle altistavat työvaiheet, altistuvat työntekijäryhmät, terveysvaikutukset sekä HTP-arvot. [10.]

3.1 Betonipöly

Rakennuspöly koostuu pääasiallisesti betonipölystä. Työntekijät altistuvat voimakkaimmin yleensä purkuvaiheessa, jos purut toteutetaan käyttämällä piikkauskonetta, sahaa tai lekaa. Altistumisen vähentämiseksi suositellaan yleensä timanttileikkausta sekä murtamista. Betonipöly ärsyttää usein ihoa ja hengitysteitä, koska se on emäksistä. Betoni koostuu kvartsipitoisesta kiviaineksesta, vedestä, sementistä ja erilaisiin tarkoituksiin lisättävistä lisäaineista. [11.]

Betonin käsittelyä siihen tarkoitetulla piikkauskoneella kutsutaan piikkaukseksi. Se on yksi niistä työvaiheista, joissa syntyy merkittävä määrä betonipölyä. Piikkauksella voidaan poistaa esimerkiksi betonointityössä syntyviä valuroiskeita ja valun huomattavimpia epätasaisuuksia. Hiontatöissä on betonin osalta yleisesti käytetty timanttilaikalla varustettuja hiontakoneita. [10.]

Erilaisissa tutkimuksissa hengitysvyöhykkeellä alveolijakeiselle (keuhkoihin asti kulkeutuvalla, hienojakoisella) pölylle altistuminen on vaihdellut välillä 0,2–40,9 mg/m³. Työskentelytiloissa on mitattu pitoisuuksia 0,02–43,2 mg/m³. Hengitysvyöhykkeen suodatinkeräystä tutkimusmenetelmänä käyttäen betonin kuivakatkaisussa (kohdepoistolla varustettu laite) on mitattu pitoisuuksia välillä 1,9–3,6 mg/m³. [10.]

Eniten betonipölylle altistavat työvaiheet ovat tasoite- ja hiontatyöt, piikkaus, laikaleikkaus, levyjen ja elementtien asentaminen, kattojen ja seinien tasoitus, levysaumojen ja lattioiden tasoitus sekä siivoaminen. Edes laitteiden kohdepoistot eivät aina estä pöly- ja kvartsipitoisuuksien ohjearvojen ylittymistä. Suurimmat ryhmät, jotka altistuvat betonipölylle, ovat purkutöitä tekevät rakennusmiehet, betonimiehet, siivoojat sekä hiontatöitä suorittavat työntekijät. Jokaisessa työvaiheessa tulisi ottaa huomioon asianmukaiset ja työvaiheeseen soveltuvat suojavarusteet. Kuvassa 4 sivulla 14 on esitetty ohjeita betonirakenteiden yleisimpien purkutöiden sekä jätteiden käsittelyn suorittamiseksi turvallisesti. [11.], [12.]

Betonirakenteiden purkutöitä

Purkumenetelmä	Pölyn määrä	Pölynpoisto ja ympäristön suojaaminen	Henkilökohtaiset suojavaarusteet	Pölytyyppi: terveysvaara ja HTP-arvo ¹⁾
Piikkaus	suuri tai erittäin suuri	osastointi, eristäminen, kostutus vedellä tai pölynsidonta-aineella	pölyväisissä työväi-heissa moottoroitu hengityksensuojain ja P2- tai P3-luokan suodatin, suojavaatetus	kvartsipöly: silikoosi (pölykeuhko), 0,2 mg/m ³
Timanttisahaus ja -poraus, käsin purku piikkaamalla tai lekalla	vähäinen	matala- tai korkeapaineinen kohdepoisto		sementtipöly: limakalvojen ärsytys, allerginen kosketusihottuma, ärsytyskosketusihottuma, 10 mg/m ³
Hionta, jyrästä	suuri	korkeapaineinen kohdepoisto, osastointi, eristäminen, matalapaineinen kohdepoisto	lyhytkestoisissa töissä puolinaamarillinen hengityksensuojain, P2-luokan suodatin, suojavaatetus	
Vesipiikkaus	vähäinen			
Jätteiden käsittely	<ul style="list-style-type: none"> - purkuvaiheessa betoni, raudoitteet ja muut materiaalit erotellaan toisistaan - ahtaissa kohteissa jätteet siirretään jätevaunuilla tai -kärryillä tai pudotetaan purkukuilua pitkin peitetylle jätelavalle - purkukohteissa, joissa rakenteet ja kulkutiet sallivat, betoni- ja teräsjäte siirretään pienkuormaajalla tai vastaavalla jätelavalle, jossa betonijäte kostutetaan pölyn leviämisen estämiseksi - betonijäte kuljetetaan uudelleen käytettäväksi tai maankaatopaikalle (maahan hautaaminen edellyttää ympäristökeskuksen lupaa) - raudoitteet kuljetetaan metallijätettä vastaanottavaan jätehuoltoyritykseen tai romuliik-keeseen - muu purkujäte kuljetetaan kaatopaikalle 			

Kuva 4. Ohjeita betonirakenteiden purkutöitä varten. [12.]

3.2 Kvartsipöly

Kvartsilla tarkoitetaan yleisesti hohkasiliikaattimineraalia, joka on kemialliselta koostumukseltaan piioksidia (SiO₂). Monet rakentamisessa muodostuvat pölytyypit betonipölyn lisäksi saattavat sisältää merkittävän määrän piioksidia, jonka määrä voi vaihdella eri rakennusmateriaalityyppien mukaan. Kiteistä piioksidia esiintyy luonnossa kolmessa eri muodossa, tridymiittinä, kristobaliittina ja kvartsina. Näistä kolmesta muodosta rakennuspölyssä esiintyy pääosin vain kvartsia. [10.]

Kvartsipitoisen rakennuspölyn muiden aineiden pitoisuus ja pölyn koostumus saattaa vaihdella merkittävästi työstettävän materiaalin osalta. Vaihtelu määräytyy työstettävässä materiaalissa, kuten betoni-, kivi- tai laattamateriaalissa olevan koostumuksen mukaan. Kvartsi on merkittävässä roolissa erilaisia rakennuspölyjä ajatellen, koska usein monien sairauksien, kuten silikoosin eli keuhko-

pölysairauden sekä keuhkosityövän yhteyteen on liitetty alveolijakeisen kvartsipölyn hengittäminen eri rakennusmateriaaleja työstettäessä. [10.]

Aiempina vuosina tehtyjen tutkimusten tuloksista voi huomata, että varsinkin betonointityön aikana muodostuvan alveolijakeisen kvartsin pitoisuus voi nousta jopa yli 200-kertaiseksi verrattuna HTP-arvoon. Alveolijakeisen, eli keuhkorakku-loihin saakka kulkeutuvan kvartsin HTP_{8h} -arvo on $0,05 \text{ mg/m}^3$. Erityisesti betonin sahaustyö on hyvin paljon kvartsipölyä tuottava työvaihe. Sahauksen lisäksi selvä altistumisrajan ylitys on nähtävissä myös hiekkapuhalluksen ja betoniseinien hionnan aikana. [10.]

Jos kvartsipölylle altistuminen on erityisen pitkäkestoista ja voimakasta, se voi aiheuttaa ihmisen keuhkoille pysyviä vaurioita ja sairauksia. Monien rakennus-töiden, varsinkin betonin hionnan, purkutöiden sekä siivouksen aikana, altistu-taan kvartsipölylle sen takia, koska monet eri kivilaadut sisältävät kvartsia. Näi-den työvaiheiden aikana pölypitoisuudet ovat nousseet arvoihin 80 mg/m^3 ja kvartsipitoisuudet noin 3 mg/m^3 . Sen lisäksi, että kvartsipölylle altistuminen ai-heuttaa etenkin keuhkosityöpää, on sen huomattu myös olevan laukaisevana teki-jänä tietyissä reumaattisissa sairauksissa sekä munuaissairauksissa. [11.]

Betonin sisältämälle kvartsille altistumisen vähentämiseen on olemassa tiettyjä työnsuunnitteluun ja työmenetelmiin liittyviä torjuntamenetelmiä. Esimerkiksi ti-manttileikkaus sekä murtaminen ovat suositeltavia työmenetelmiä vähäisemmän pölyntuottonsa vuoksi. Piikkauskoneisiin ja hiomalaikkoihin olisi suotavaa asen-taa kohdepoistot. Varsinkin hiontalaitteissa tulisi aina olla kohdepoisto. Jätteen raivaaminen heti purkutyön jälkeen pois työmaalta vähentää myös kvartsipölylle altistumista huomattavasti. [11.]

3.3 Eristevillapöly

Teollisesti valmistettuja mineraalikuituja on käytetty suurissa määrin äänen- ja lämmöneristeenä. Teollisten mineraalikuitujen eli epäorgaanisten tekokuitujen teollinen käyttötarkoitus pohjautuu niiden kuitumaiseen rakenteeseen. Kuidut omaavat epäsäännöllisen muodon ja koon. Mineraalivillojen jako tapahtuu käyte-

tyn raaka-aineen mukaisesti lasi- ja kivivilloihin. Lasivilla valmistetaan yleensä kvartsihiekkasta, soodasta ja kalkkikivestä, mutta nykypäivänä pääraaka-aineena toimii kierrätyslasi. Kivivillan eli vuorivillan valmistuksessa taas käytetään pääasiallisesti emäksisiä kivilajeja. [11.]

Eristevillojen kuidutus tehtaalla tapahtuu yleensä linkoamalla. Kuitujen yhteen sitomiseksi käytetään erilaisia sideaineita, jotka sisältävät ihmiselle haitallisia yhdisteitä kuten esimerkiksi fenoliformaldehydihartsia, joka ärsyttää ja herkistää silmiä ja ylempiä hengitysteitä. Selluvillassa esiintyy noin 80 % kierrätyspuukuituja sekä noin 20 % haihtumattomia boorimineraaleja. Boorimineraalien tehtävänä eristeessä on toimia lahon- ja palonsuojana. Mineraalivillaeristeissä käytetyt kuitupaksuudet ovat noin 3-6 µm ja vain pienehkö osa kuiduista pääsee etenemään keuhkoihin asti. Villapölystä suurin osa jää ylempiin hengitysteihin. [11.], [13.]

Eristekuitupölylle altistuminen voi aiheuttaa ihmisille monia terveyshaittoja, kuten esimerkiksi hengitystie-, silmä- ja ihoärsytystä, äänenkäytön ongelmia, nenän tukkoisuutta tai limakalvoärsytystä. Samalla ne voivat altistaa monille eri ylähengitysteiden infektioille. Eristevillakuidut poistuvat elimistöstä muutamien viikkojen tai kuukausien sisällä. Sisäilman mineraalikuiduista ei nykytietämyksen mukaan aiheudu pysyviä terveyshaittoja ihmiskeholle. [13.]

Mineraalivillasta aiheutuvaa pölyämistä pystytään vähentämään karttamalla eristeiden työstöä ja etenkin sisätiloissa on suositeltavaa välttää rikkomasta eristeiden rakennetta. Jos villaa tarvitsee kuitenkin työstää, sitä on hyvä leikata terävällä veitsellä käyttäen alla puhdasta työtasoa. Mikäli leikkaus täytyy suorittaa koneellisesti, tulee laitteissa olla kohdepoistot. Hengityksensuojaimen käyttö kannattaa pölyävissä tiloissa, eristevillapölylle yleensä riittää suodatusluokka P1. Työntekijöiden tulisi työsuorituksen jälkeen peseytyä kunnolla ja vaihtaa puhtaat työvaatteet päälleen. [14.], [15.]

Eristeiden työstön aiheuttaman mineraalikuiduille altistumisen lisäksi altistuminen voi johtua myös työtilaan jätetystä eristevillajätteestä, joka mekaanisen liikkeen tai vaikkapa päälle astumisen vaikutuksesta vapauttaa pölyä hengitysilmaan ja sitä kautta tilassa olevien henkilöiden keuhkoihin. Kuvassa 4 sivulla 17 näkyy

saneeraustyömaan eräässä työtilassa oleva eristevillapalanen, pienempiä paloja sekä eristevillapölyä.



Kuva 4. Eristevillaa työtilassa.

3.4 Puupöly

Puupöly kuuluu korjausrakentamisessa ja yleisesti rakennusalalla merkittävimpiin havaittaviin pölytyyppeihin. Huonekaluteollisuuden lisäksi korkeimmat altistumistasot puupölylle arvioidaan olevan juuri rakennussektorilla. Puupölylle altistuminen voi tapahtua monessa eri rakennushankkeen vaiheissa, kuten erilaisissa purkutöissä, materiaalien sahaamisessa, erilaisten levytyyppien asentamisessa, hiontatöissä sekä viimeistelyvaiheissa. Rakennustyöntekijöiden lisäksi myös yksi puupölylle altistuva työntekijäryhmä on siivoojat. [15.]

Suomessa rakentamisessa eniten työstetyt puulajit ovat havupuut eli kuusi ja mänty. Muista puutyypeistä eniten käytetty on koivu. Tiettyjen huonekalujen, puulevyjen ja parkettien valmistuksessa käytetään erityyppisiä kovapuulaatuja, kuten pyökkiä ja tammea sekä myös hieman eksoottisempia puulaatuja. Puuta

työstettäessä ilmaan vapautuu pölyn lisäksi myös vaihtelevissa määrin muita sisäilman epäpuhtauksia, kuten erityyppisiä hartsihappoja sekä tanniineja. [16.]

Suomessa tuotettujen puutuotteiden pölylle altistuminen aiheuttaa ärsytystä hengitysteissä. Ylempiin hengitysteihin jäävä karkeampi sahauspöly poistuu yleensä ilman mukana. Hionnassa muodostuva hienojakeisempi puupöly pystyy myös kulkeutumaan keuhkoihin puuta työstettäessä. Jos käsiteltävä puutyyppi on lämpökäsiteltyä, sen työstöpöly ärsyttää hengitysteitä pölyhiukkasten pitkänomaisuuden, sälemäisyyden tai rosoisuuden takia, sillä pöly ei pääse kunnolla poistumaan ilman mukana ylähengitysteistä. [16.]

Kun sahataan puuta tai levyjä, tulisi aina käyttää sellaisia sahoja, katkaisuteriä, hiomakoneita tai muita laitteita, joissa on toimiva kohdepoisto. Kovapuulajeja sisältäviä pölyä ei koskaan saisi kierrättää takaisin tilaan jossa työskennellään. Jos työstön kohteena on MDF-kalustelevyjä, tulee kohdepoistoa myös käyttää. Laitteiden kohdepoistoissa esiintyy myös vuotoja, yleisimmin puulattioiden tai parkettien reunoja hiottaessa. Kun laitteen suodatinta puhdistetaan työn aikana, pitäisi työn suorittajan kasvoilla olla P2-luokan hengityksensuojain. Puupölyn siivoamisessa tulisi ottaa huomioon, ettei puupölyä pitäisi siivota kuivaharjaamalla, vaan suurimmat puupalat ja roskat tulee kerätä käsin tai lastaa käyttämällä. Pintapuolisen siivouksen jälkeen työstötila tulee imuroida tarkoitukseen sopivalla teollisuus- tai keskuspölyimurilla. [16.]

3.5 Tasoitepöly

Tasoihteella tarkoitetaan erilaisten rakennusosien tasoittamiseen käytettävää runkoaineesta, sideaineesta ja lisäaineista koostuvaa tuotetta. Tasoihteet jaotellaan yleisesti kahteen pääryhmään, jotka ovat:

- valmistasoihteet, jotka työmaalle saapuessaan ovat heti valmiita käytettäväksi sekä
- kuivatasoihteet, joista tehdään valmista tasoihtetta työmaalla lisäämällä kuiva-aineeseen vettä ja sekoittamalla. [17.]

Tasoitetyön vaiheita ovat normaalisti pohjustus, tasoitteen sekoittaminen, levittäminen, tasaus, hionta, pölynpoisto sekä jälkityöt. Tasoitustyö voidaan toteuttaa joko kokonaantasoituksena, eli ns. ylitasoituksena, jolloin koko tasoitettavalle pinnalle levitetään tasoite kerralla, tai osittaintasoituksena, jolloin tasoitettavasta alasta käsitellään vain korkeintaan 30 prosenttia. Osittaintasoitus voidaan suorittaa joko ennen kokonaantasoitusta tai sen jälkeen. [17.]

Erilaiset tasoitetyöt ovat eräitä todella merkittäviä rakennuspölyjen lähteitä. Tasoitetyöllä voidaan taata lattioiden, kattojen sekä seinien epätasaisuuksien tasointaminen ja peittäminen, ja se on tyypillisesti monta eri vaihetta käsittävä prosessi. Esimerkiksi seinien ja kattojen tasointamisessa ensimmäinen kerros ruiskutetaan pintaan, minkä jälkeen tasoite liipataan ja annetaan kuivua. Sen jälkeen tasoitteen pinta hiotaan ja päälle levitetään uusi kerros tasoitetta. Tasoitetoissa joudutaan hiomaan tasoitteen pintaa aina kerroksen kuivuttua, ja seinä- ja kattopintojen tasointaminen tarvitsee yleensä kolmesta neljään käsittelykertaa, joten työn suorittaja joutuu olemaan paljon tekemisissä tasoitepölyn kanssa. Viimeisimpänä vaiheena seinäpinnoissa pinta hiotaan ja kattopintojen tasoituksessa pintaan ruiskutetaan ns. pintakerros. Tasoitetyön aikana tapahtuvan pölylle altistumisen lisäksi altistumista voi tapahtua myös silloin, kun valmistetaan tasoitteita erilaisista kuiva-aineista. Kun tasoitetyövaihe on ohi, tasoitepölylle voidaan altistua myös siivouksen aikana. [10.]

Se, millaisia terveysvaikutuksia tasoitepölyllä on ihmiseen, riippuu tasoitteen koostumuksesta. Seinien tasointamiseen käytettävissä tasoitteissa on yleensä sideaineena orgaaninen muovilateksi tai sementin ja orgaanisen sideaineen sekoitus. Lattioille käytetyissä tasoitteissa on usein sementtiä ja 10–50 prosenttia hiekkaa, joka sisältää kvartsia. Joidenkin erityistapausten kohdalla voidaan myös käyttää tasoitteita, jotka sisältävät liuottimia. Tällöin tasoitteen levitys täytyy tehdä samalla huolellisuudella kuin liuotintöitä tehdessä. Tasoitepölyn kohdalla pysyttään soveltamaan orgaanisen, epäorgaanisen tai kvartsipölyn HTP-arvoa, riippuen siitä, millainen koostumus tasoitteessa on. [18.]

Ellei tasoitteen pH ole neutraali, hiontapölyn tai ruiskutussumun pitkään kestävä hengittämisen on todettu ärsyttävän hengityselimiä. Tämän lisäksi altistuminen tasoitepölylle voi saada aikaan silmien ärsytystä ja ihon kuivumista. Jos tasoite-

pöly on lievästi emäksistä, sille altistuminen voi aiheuttaa myös ärsytystä limakalvoissa ja yskää. Mikäli altistuminen lievästi emäksiselle tasoitepölylle on pitkäaikaista, se voi aiheuttaa myös allergiaa. Tasoitteiden sisältäessä liuottimia on huomattu, että hionnan aikana syntyvät epäpuhtaudet ja pölyt voivat sen lisäksi laukaista päänsäryn tai aiheuttaa pahoinvointia. [18.]

3.6 Asbestipöly

Asbestilla tarkoitetaan erästä kuitumaista silikaattimineraalia. Sana asbesti tulee kreikan kielen sanasta *asbestos* ja tarkoittaa ”palamatonta”. Asbestia löytyy monessa eri tyypissä, joista yleisimmät ovat antofyliitti, amosiitti, krysotiili ja krokidoliitti. Edellä mainituille käytetään yhteisnimitystä *asbestimineraalikuidut*. Louhokset ja kaivokset ovat asbestin lähde. Asbestituotteita on tuotettu ympäri maailmaa, ja myös Suomessa on aikoinaan ollut asbestikaivoksia. Asbestin käytön aloittaminen ajoittuu jo ajanlaskun alkuvaiheille saakka, mutta laajamittaisempi käyttö aloitettiin 1800-luvun lopulla höyrykattiloiden, teräslaivojen ja useiden erilaisten koneiden eristyksen tarpeen vuoksi. [19.]

Asbestilla tiedetään olevan todella haitallisia vaikutuksia ihmiskehölle. Asbestikuidut ovat kooltaan noin 0,05–3 µm paksuisia, ja sen vuoksi ne pystyvät kulkeutumaan keuhkoissa aina keuhkorakkuloihin saakka. Kaikki asbestilajit luokitellaan terveydelle vaarallisiksi. Jos ihminen altistuu asbestipölylle, se voi aiheuttaa muun muassa asbestoosia eli pölykeuhkosairautta, keuhkopussin mesoteliomaa, keuhkosityöpää sekä muutamia muita haittoja ja keuhkojen muutoksia. [20.]

Entisaikaan putkieristeet tehtiin yleisesti eristysmassasta. Keskuslämmityskattiloissa eristys toteutettiin piimassalla, asbestilevyllä ja lasivillalla, ja päälle asennettiin rautalevy. Lämminvesivaraajissa oleva eristys tehtiin piimaamassaa tai lasivillaa ja asbestipahvia käyttäen. Mineraalivillat korvasivat 1960-luvulla asbestia sisältävät massat, joiden käyttökohteita olivat enää erikoiskohteet, kuten putkat, venttiilien vierustat sekä asennuksen kannalta ahtaat paikat. [21.]

Asbestin purku toteutetaan aina omana purkutyönään, ja sen ajankohta on yleensä ennen muiden purkutöiden aloittamista. Asbestipurkutytöt ovat aineen

vaarallisuuden takia tarkasti säädelyjä. Työmenetelmänä käytetään yleensä osastointimenetelmää, jossa alipaineistuksen avulla voidaan estää asbestipölyä leviämstä osastoinnin ulkopuolelle. Alipaineistuskoneissa käytetään tehokkaita HEPA-suodattimia, ja tarvittaessa osastoitu ilma voidaan puhdistaa sellaisilla ilmanpuhdistimilla, joissa on aktiivihilisuodatin. Asbestipurkutyö on aina luvanvaraista, ja työsuojelupiirin työsuojelutoimisto voi myöntää urakoitsijoille valtuutukset purkutyön toteuttamiseen. Ennen kuin purkutyöt voidaan aloittaa, on tehtävä asbestikartoitus, jonka tulokset laitetaan liitteeksi rakennustyön turvallisuusasiakirjaan sekä tarjouspyyntöihin. Tällöin tarjouksissa voidaan ottaa asbestityön erityisvaatimukset huomioon. Purkua suorittavien työntekijöiden tulee olla koulutettu ja opastettu oikeaoppiseen asbestipurkutyöhön ja -menetelmiin. Asbestia purettaessa otetaan huomioon työterveyshuoltolain (743/78) mukaiset työterveyshuollot, terveydentarkastukset sekä jatkuva seuranta. [20.]

Asbestia voi havaita monissa eri rakennusmateriaaleissa, kuten esimerkiksi:

- lämmöneristemassoissa: putkieristeissä, kattiloissa ja varaajissa
- ruiskutetuissa eristeissä: akustisissa katoissa, ilmanvaihtokanavissa ja paloalueiden rajoissa
- asbestisementtituotteissa: seinä- ja kattolevyissä, tuulensuojalevyissä, vesi- ja viemäriputkissa sekä ilmanvaihtokanavissa
- lattiamateriaaleissa: vinyylisasbestilaatoissa, joustovinyylimatoissa ja magnesiummassalattioissa
- bitumituotteissa: liimoissa, huopakatteissa, vedeneristysaineissa ja bitumimaaleissa
- muissa tuotteissa: tasoitteissa, julkisivumaaleissa, laattojen kiinnityslaasteissa sekä asbestipahveissa. [20.]

3.7 Kivi-, tiili- ja laastipöly

Kivi-, tiili- ja laastipölylle altistuvat työntekijäryhmät ovat yleensä muurarit, heidän apulaisensa sekä siivoojat. Tiilen ja kiven osalta altistuminen tapahtuu muuraustöiden lisäksi myös sellaisissa purkutöissä, joissa käytetään sahaa, lekaa tai piikkauskonetta. Näiden lisäksi pölyisiksi työtehtäviksi luetaan myös tiilen leikkaaminen ja kivien työstäminen. Kuten muidenkin pölyjen kohdalla, suuressa kivi-, tiili-, ja laastipölylle altistumisen vaarassa ovat myös siivoojat. [10.]

Kivi-, tiili- ja laastipölyjen tiedetään sisältävän noin 4-10 prosenttia terveydelle vaarallista kvartsia, jonka pitoisuus voi vaihdella työstettävän ja käytettävän materiaalin laadun mukaan. Muuraustöissä käytettävät laastit ovat emäksisiä, ja näin ollen laastipölyn haittavaikutuksia ihmiselle ovat voimakas ihoärsytys sekä hengitysteiden ja silmien ärsytys. Pahimmassa tapauksessa laasteilla ja niistä muodostuvilla pölyillä voi olla jopa syövyttäviä ominaisuuksia. Kalkki- ja sementtilaastit luokitellaan erityisen ärsyttäviksi. Kivi-, tiili- ja laastipölyjen sisältämä kvartsi voi olla myös syöpävaaran tai silikoosin, eli kivipölykeuhkosairauden aiheuttajana. Sementtiä sisältävissä laastipölyissä oleva kromi, koboltti ja nikkeli voivat laukaista allergiaoireita. [18.]

Laastin käyttö kohdistuu pääosin kaakelilaattojen ja tiilien kiinnitykseen, ja sillä voidaan myös tasoittaa betoniseinissä olevia epätasaisuuksia. Laastipölyjen koostumukset voivat vaihdella laastissa käytetyn sideaineen mukaan. Laastit myös jaotellaan sideaineiden mukaan sementtilaasteihin, kalkkilaasteihin, muurausmenttilaasteihin sekä kalkkisementtilaasteihin. Lisäksi laasteissa voidaan tarpeen mukaan käyttää myös lisäaineita, joilla saadaan aikaan esimerkiksi parempi pakkasenkestävyys. Ennen kuin laastiin lisätään työmaalla vesi ja se sekoitetaan esimerkiksi betonimyllyssä, kuiva laasti on todella hienojakoista ja tämän vuoksi se pölyää helposti. Yleisellä tasolla kaikkien laastien tiedetään olevan emäksisiä, ja laastipölyille voidaan soveltaa samaa HTP_{8h} -arvoa kuin muille epäorgaanisille pölyille, eli 10 mg/m^3 . Tämän lisäksi laastipölylle sovelletaan hienojakoisen kvartsin HTP_{8h} -arvoa $0,05 \text{ mg/m}^3$. [10.]

Kivi-, tiili- ja laastipölyltä voidaan suojautua muun muassa tiputtamalla tiilijätteet tiiviiden putkistojen läpi hyvin suojattuun säiliöön. Kivipölyn leviäminen voidaan

estää käyttämällä samoja työmenetelmiä kuin esimerkiksi betonin purkutyössä. Kivilaattojen ja tiilien leikkaukseen ja katkaisuun on hyvä käyttää vähän pölyä tuottavia katkaisulaitteita. Laikalla leikatessa ja hiomakonetta käytettäessä tulee käyttää kohdepoistolaitetta. Tiloja tulisi siivota säännöllisesti ja riittävässä määrin, mutta siivous kannattaisi tehdä mieluummin lastan kuin harjan avulla, ettei harjausliike nostaisi enempää pölyä sisäilmaan. Lastauksen jälkeen tilat tulee imuroida tehokkaalla, suodattimella varustetulla imurilla. Laastien sekoitus tulisi aina mahdollisuuksien mukaan tehdä esimerkiksi ulkoilmassa, jossa haitallisten pölyjen pitoisuudet pääsevät laimenemaan nopeasti ja lentämään tuulen mukana pois. Laastien ja sementin parissa työskenneltäessä tulee käyttää suojaavia käsineitä sekä tarvittaessa hengityksensuojaimia. Kuvassa 5 näkyy, kuinka laasti pölyää sekoitettaessa. [18.], [10.]



Kuva 5. Laastin pölyäminen sekoitettaessa. [22.]

3.8 Maalipöly

Ruiskumaalauksessa muodostuva maalisumu voi kuivuessaan muuttua pölymäiseksi. Viimeisten vuosikymmenten aikana vesiohenteiset maalit ovat korvanneet rakennusalalla liuotinpohjaiset maalit. Rakennusalalla käytetään edelleen

pienissä määrin myös liuotinpohjaisia maaleja, joista eniten käytetään alkydi-maaleja. Vesiohenteisten maalien sideaineena on yleensä käytetty polyvinyyliasettaattia, styrenoitua akrylaattia tai polyakrylaattia. Edellä mainittujen aineiden lisäksi vesiohenteisissa maaleissa voi olla myös pieni määrä orgaanisia liuottimia, kuten esimerkiksi glykolieetteriä. Uudemmissa maaleissa voi myös olla erilaisia lisäaineita, ja maalaustyön aikana voidaan altistua myös pienille ammoniakki-, metalliyhdiste- tai formaldehydipitoisuuksille. [10.]

Ruiskumaalaus- ja maalien hiontatöissä sovelletaan orgaanisten pölyjen HTP_{8h} -arvoa 5 mg/m^3 . Maalipölyä voi vapautua sisäilmaan myös silloin, kun hiotaan tai puretaan esimerkiksi maalattuja puurakenteita. Epoksi- ja polyuretaanimaaleja hiottaessa tai ruiskuttaessa voi muodostua haitallista pölyä. Maalaus- ja maalien hiontatöissä aiheutuvaa pölyä voidaan hallita hyvällä ja toimivalla kohdepoistolla. [10.]

3.9 Sementtipöly

Sementtipölylle altistuminen voi lisätä allergisoitumista nikkelille, sementille, koboltille ja kromille. Sementtipöly sisältää myös muita lisäaineita, joiden tiedetään ärsyttävän ihoa. Koska sementtipöly on emäksistä (pH 10–12), se voi lisätä myös hengitystieärsytystä. Maailmalla on myös havaittu, että sementtipölylle altistumisen ja nielualueen syövän esiintymisen välillä on yhteys. [18.]

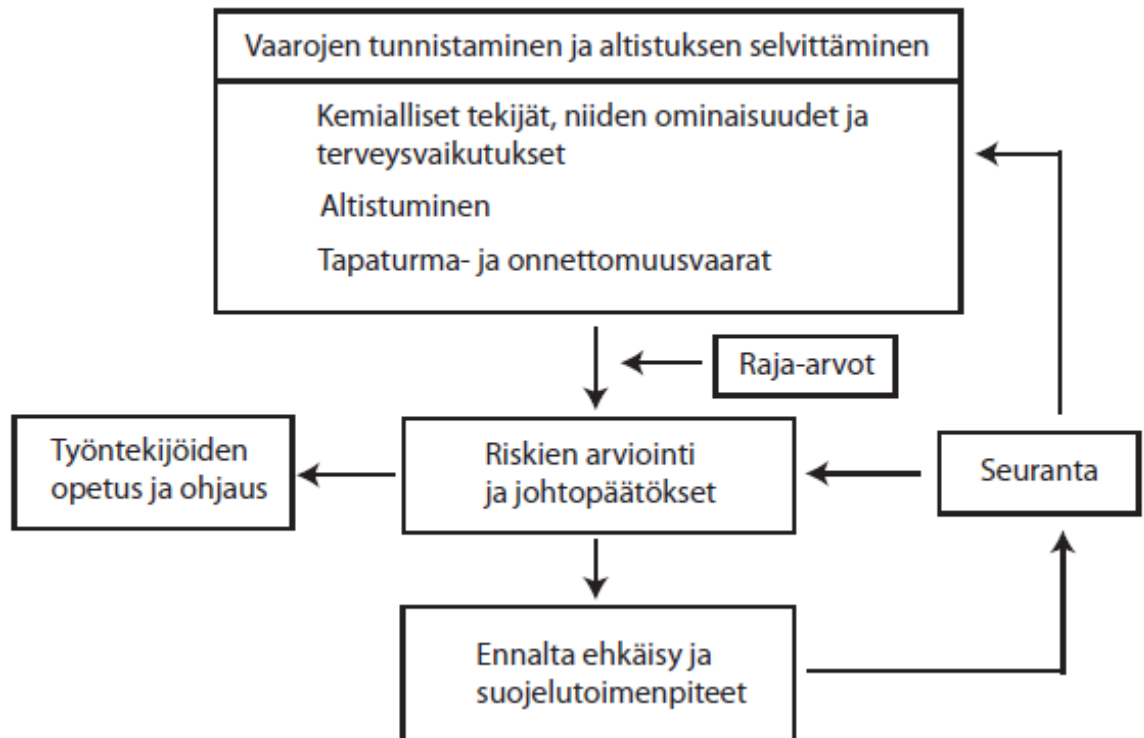
Sementtipölylle altistumista voidaan vähentää samoilla keinoilla kuin betonipölynkin kohdalla, eli piikkaamisen sijaan käytetään esimerkiksi timanttileikkausta tai murtamista. Hiontalaitteiden kohdepoistosta huolimatta sementtipölyn ohjeartot voivat ylittyä useassa tapauksessa. Työskentelyalueen eristäminen ja alipaineistaminen ovat avainasemassa sementtipölyn leviämisen estämisessä. Sementtiä sisältävät purkujätteet kannattaa mahdollisuuksien mukaan pudottaa tiiviitä purkukuiluja pitkin suojattuun säiliöön. Sementtipölyn siivoamisessa ei tule käyttää kuivaharjausta, vaan suuremmat roskat on hyvä kerätä käsin tai lastan avulla. Tilat, jossa on sementtipölyä, tulee lopuksi imuroida tehokkaalla imurilla. Sementtiä käsiteltäessä on tarvittaessa käytettävä hengityksensuojaimia. [18.]

4 RAKENNUSPÖLYN HALLINTA

Jos pölyn syntymisen estäminen käyttämällä pölyämättömiä työmenetelmiä ei ole työvaiheen luonteesta johtuen mahdollista, on olemassa erilaisia keinoja, joilla syntyvää pölyä voidaan hallita tai vaikkapa ohjata muualle. Pölynhallintaan tulisi kiinnittää rakennustyömaalla huomiota monesta syystä:

- Pölyt ovat vaarallisia sekä työtä suorittaville että muille tilassa oleville henkilöille.
- Terveyshaittojen lisäksi pöly saattaa likaannuttaa korjattavia ja niiden ympärillä olevia tiloja sekä haitata oleellisesti korjaustyön suorittamista.
- Työnaikaisella pölynhallinnalla voidaan säästää kuluissa, kun hankkeen loppuvaiheessa ei enää tarvitse siivota ja puhdistaa työmaata.
- Pölynhallinta toteutetaan yhteistyöllä, eli pölyn hallitseminen on yhtä hyvää ja tehokasta kuin sen heikoin lenkki. Toimivakaan suojausratkaisu ei toimi, jos työntekijät tai muut työmaalla liikkuvat esimerkiksi jättävät suoja- seinät auki ja altistavat kaikki lähellä olevat pölyille. [23.]

Purkutyömenetelmän valintaan vaikuttavat purettavan rakenteen, purkukohteen ja materiaalien koko. Työmenetelmän valinnassa otetaan huomioon myös henkilöt, jotka toimivat purkutyön vaikutuspiirissä sekä kohteen käyttö. Purkutyössä vapautuvien terveydelle haitallisten ja vaarallisten aineiden määrä sekä toimintaympäristö vaikuttavat pölynpoisto- ja ympäristön suojaamistapaan. Suojaamistapaa valittaessa tulee ottaa huomioon se, ettei purkutyö aiheuta purkutyötä tekeville henkilöille tai purkutyön vaikutuspiirissä oleville terveydellisiä haittoja tai vaaraa. Kuvassa 6 sivulla 26 on esitetty rakennustöiden pölyntorjunnan yleinen arviointimenettely. [8.]



Kuva 6. Pölyntorjunnan arviointimenettely. [8.]

4.1 Kohdepoistot

Terveydelle haitallisia aineita sisältäviä rakenteita purettaessa tulisi hyödyntää kohdepoistomenetelmiä, joilla voidaan vähentää työntekijöiden altistumista ja rajata epäpuhtauksien leviämistä työmaalla. Kohdepoistomenetelmiä ohjeistetaan käyttämään muiden tavallisten purkutöiden (kuten esimerkiksi lämmöneristeiden ja betonisten rakenteiden purku) yhteydessä. [6.]

Varsinkin mekaanisessa työssä kohdepoiston käyttäminen esimerkiksi hiomalaitteessa on ehdotonta pölyhallinnan kannalta. Purkutyön aikana vapautuva pöly saadaan kerättyä talteen käyttämällä tehokkaita pölynerottimia, jotka on varustettu sekä hieno- että HEPA H13 -suodattimilla. Kohdepoistomenetelmien jaottelu tapahtuu työssä käytettävien laitteiden sekä niiden avulla muodostetun alipaineen mukaisesti korkea- ja matalapaineisiin järjestelmiin. [8.]

Kohdepoistojen päätehtävänä on poistaa epäpuhtaudet muodostumispaikaltaan ennen kuin ne pääsevät leviämään työntekijöiden tai muiden tilassa olevien henkilöiden hengitysalueelle. Yleisesti ottaen kohdepoistolaitteet ovat tehokkaita pölynpoisto-ominaisuuksiltaan. Korkeapaineisen kohdepoistomenetelmän osiin kuuluvat muun muassa esierottimella ja mikrosuodattimella varustettu liikuteltava rakennusimuri tai keskuspölynimurijärjestelmä. Kohdepoisto pystytään liittämään purkutyön aikana käytettävään työstökoneeseen, kuten sirkkeliin, sahaan, jyrtimeen ja erilaisiin hiontalaitteisiin. Esierottimen avulla voidaan estää suodattimien tukkeutuminen sekä lisätä oleellisesti imurin suorituskykyä. Kuvassa 7 näkyy HEPA H13 -suodattimella varustettu korkeatehoinen pölynimuri, joka voidaan muun muassa liittää kohdepoistolaitteeseen. [6.]



Kuva 7. Työmaalla oleva pölynimuri, joka on varustettu HEPA H13 -suodattimella.

Matalapaineisen kohdepoiston ideana on, että työskentelytilassa kohteen välittömään läheisyyteen sijoitettuun, mikrosuodattimella varustettuun ilmanpuhdistuslaitteeseen yhdistetään pölyä sieppaava pölynkerääjä, jossa on karkea suodatin. Kohdepoiston toteuttamiseksi pystytään käyttämään osastoinnin alipaineistukseen ja ilman puhdistamiseen tarkoitettuja laitteita. Kohdepoistolaitteen

poistoilma voidaan johtaa pois työskentelytilasta joko muovisukkaa tai muovista poistoputkea käyttämällä. [6.]

Ratkaiseva asia kohdepoistolaitteissa on se, kuinka hyvin ne toimivat yhdessä pölynimurin kanssa. Jos yhdistelmä ei toimi, sisäilman pölypitoisuudet saattavat nousta korkealle ja työturvallisuutta ajatellen haitalliselle tasolle. Kohdepoistolaitteisto voi esimerkiksi tiilien saumojen hionnassa vähentää syntyneen pölyn määrää jopa 20-kertaisesti, mutta siitä huolimatta muun muassa alveolijakeisen kvartsipölyn kohdalla menetelmä ei ole tarpeeksi tehokas. Toinen tärkeä seikka kohdepoistolaitteissa sekä niihin liitettävissä imureissa on niiden yleinen kunto ja toimivuus. Työmaalla kannattaa kiinnittää huomiota siihen, että pölynimureihin ja niiden suodattimiin kertyy paljon jätettä, joka voi aiheuttaa ilmavirran heikkene- mistä. [10.]

4.2 Märkämenetelmät

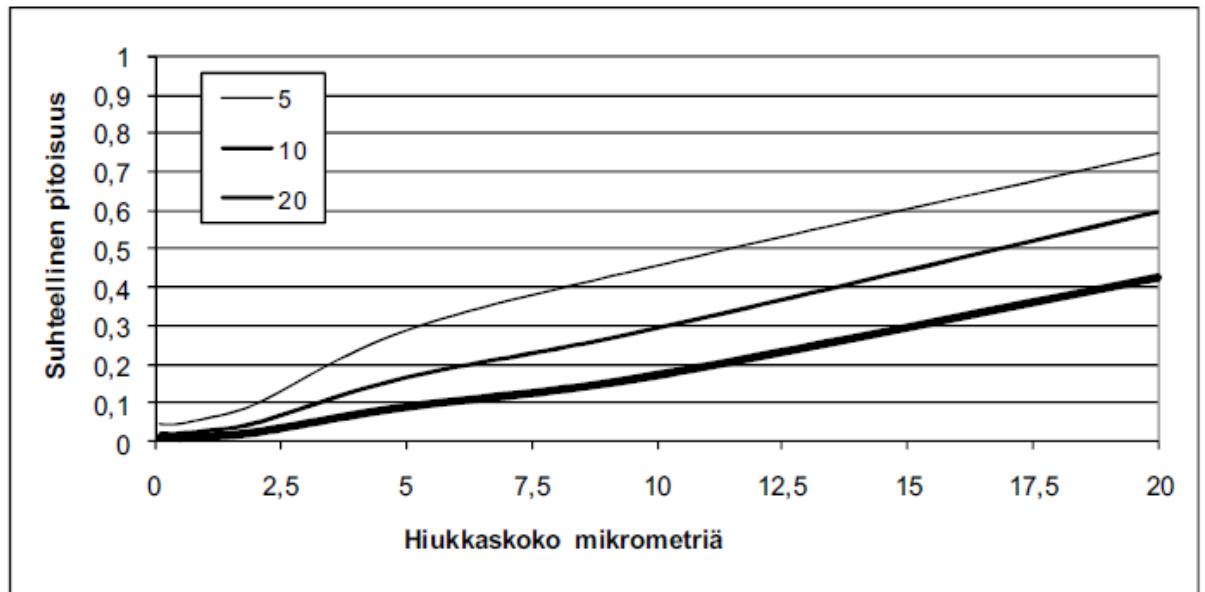
Märkämenetelmiä käyttämällä voidaan alentaa merkittävästi syntyvän pölyn määrää. Materiaaleja voidaan kostuttaa pölyn syntypaikalla, ja se on tehokkaampi keino kuin esimerkiksi vapautuneen pölyn kaappaaminen vesisuihkujen tai sumun avulla. Jotta kostutus olisi mahdollisimman tehokasta, sen on oltava jatkuvaa. Kostutus tulee kohdistaa suoraan pölyn syntymispisteeseen ennen sen leviämistä ympäröivään ilmaan, sillä pienten hiukkasten tiedetään kiinnittyvän toisiinsa kosteuden vaikutuksen vuoksi. Tällöin hiukkaset muodostavat yhdessä suurempia hiukkasia, ja näin ollen menettävät kykynsä leijua ilmassa. Kostutusta sekä pölyisyyden vähentämistä pystytään tehostamaan myös käyttämällä erilaisia kostutusaineita tai öljyä. Pölynsidonta-aineiden vaikutus perustuu siihen, että ne vähentävät pintajännitystä, jolloin vesi pystyy läpäisemään hiukkaskerroksen paljon syvemmälle saturoiden ne. Eräs esimerkki markkinoilla olevasta pölynsidonta-aineesta on kalsiumformiaattipohjainen Kemion Oy:n valmistava Kemdust F50 tai normaali kalsiumkloridi, jolla on myös pölyhiukkasia sitovia ominaisuuksia. [6.]

Käytettäessä vettä pölyntorjuntamenetelmänä pölyävä materiaali kastellaan vedellä ennen sen käsittelyä. Kuitenkaan aina ei voida käyttää kastelua, jolloin muiden pölyntorjuntamenetelmien lisäksi voidaan kostutus hoitaa vesisumutusta käyttämällä. Vesisumutuksen teho perustuu siihen, että vesi hajoaa pieniksi sumupisaroiksi, ja näin ollen vaikutuspinta-ala kasvaa suuremmaksi. Jotta vesisumutus saataisiin toimivaksi, täytyy pölyhiukkaset saada ensin tarttumaan vesipisarihin. Vesipisarassa oleva keräystehokkuus määräytyy muun muassa pölyhiukkasen ja pisaran koosta sekä pisaran ja hiukkasen välisistä nopeuseroista. Yleisesti voidaan sanoa, että keräystehokkuus kasvaa suoraan verrannollisesti kerättävien hiukkasten kokoon nähden. Sumutusta on kannattavin käyttää sellaisessa tilassa, joka on osastoitu, ja jossa ilman virtaukset ovat verraten heikkoja. Tämä estää vesipisaroiden virtaamisen muualle ennen kuin ne tarttuvat pölyhiukkasiin. [6.]

4.3 Yleisilmanvaihto ja ilmanpuhdistimet

Ilmanvaihdon tarkoituksena on tuoda tiloihin puhdasta ilmaa ja samalla poistaa sisäilman hiukkasmaisia ja kaasumaisia epäpuhtauksia. Toimivalla yleisilmanvaihdoilla voidaan luoda perusta hyvälle sisäilmalle. Ilmanvaihtojärjestelmä voi olla joko painovoiman avulla toimiva, koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto tai koneellinen poistoilmanvaihto. [24.]

Hyväksi ilmanvaihtojärjestelmäksi luokitellaan laitteisto, joka on tarpeeksi tehokas, ei aiheuta melua eikä vetoa, on helposti säädettävissä ja huollettavissa eikä aiheuta terveys- tai viihtyvyyshaittoja. Yksittäisillä laitteilla, kuten esimerkiksi liesituulettimella tai jonkin tilan erillisellä huippuimurilla voidaan tehostaa ilmanvaihtoa paikallisesti. Kuvassa 8 sivulla 30 on esitetty ilmanvaihdon tehostuksen vaikutus sisäilmaan hiukkasten koon sekä suhteellisen pitoisuuden funktiona. [24.]

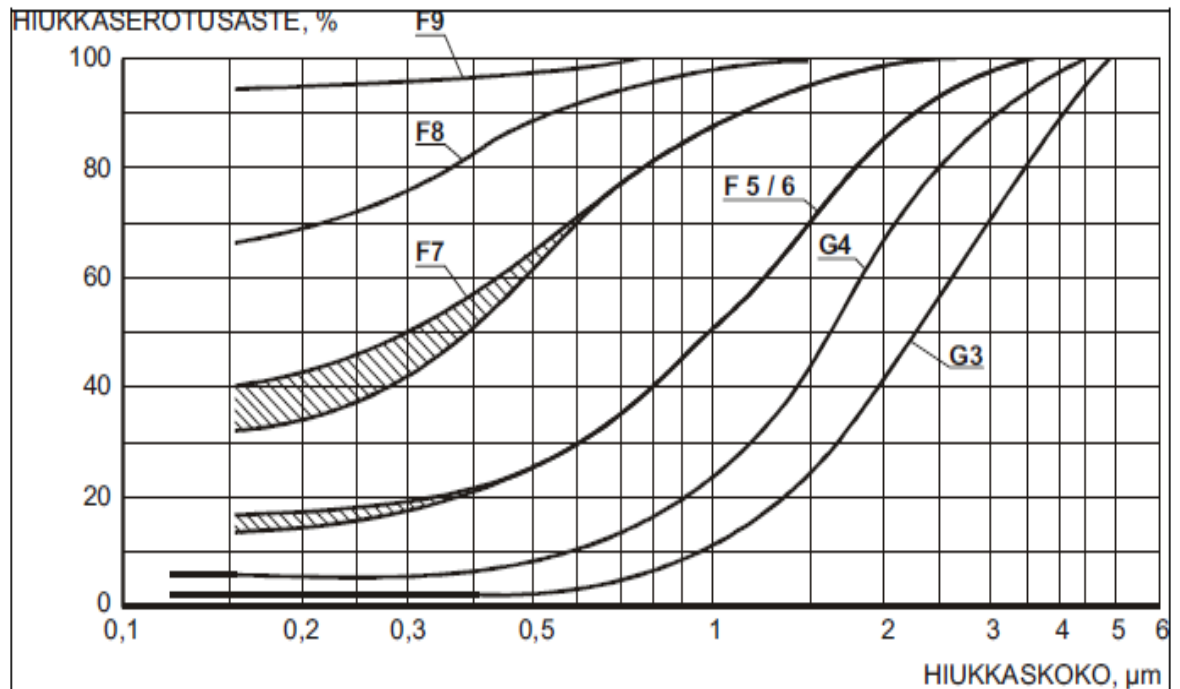


Kuva 8. Ilmanvaihdon tehostuksen vaikutus sisäilman hiukkaspitoisuuksiin, kun ilmanvaihtuvuus on 5, 10 ja 20 1/h. [10.]

Tiloihin sijoitettavien ilmanpuhdistuslaitteiden efektiivisen ilmavirran tulisi olla sen verran suuri, että se vastaisi ainakin yhtä ilmanvaihtoa tunnissa (1/h). Ilmanpuhdistimen suodattimen tehokkuutta kuvataan efektiivisenä ilmavirtana, joka on suodattimen läpi virtaavan ilmamäärän ja suodattimen hiukkaserotusasteen välinen tulo. Jos ilmansuodatin pääsee jostain syystä tukkeutumaan nopeasti, efektiivinen ilmamäärä heikkenee oleellisesti. Yleisesti sanottuna tehollisen ilmanvaihtokertoimen tulisi olla melko suuri, jotta voitaisiin päästä samanlaisiin tuloksiin kuin esimerkiksi kohdepoistoa käytettäessä. Ilmanpuhdistimissa käytetyt suodattimet jaotellaan neljään pääluokkaan ja sen jälkeen numeroituihin alaluokkiin suodatustehonsa ja muiden ominaisuuksiensa perusteella:

- Karkeasuodattimet, luokat G1 – G4,
- Hienosuodattimet, luokat F5 – F9,
- HEPA-suodattimet, luokat H10 – H14 sekä
- ULPA-suodattimet, luokat U15 – U17. [10.]

Kuvassa 9 sivulla 31 on esitetty erilaisten suodatinluokkien erottelukyky hiukkaskoon sekä hiukkaserotusasteen funktiona.



Kuva 9. Karkea- ja hienosuodattimien erotusasteet hiukkaskoon funktiona. [10.]

Ilmanpuhdistajilla toteutetun yleispoiston lisäksi yhdeksi yleispoistomenetelmäksi voidaan lukea myös työkohteeseen järjestetty ristiveto. Tämä voidaan toteuttaa avaamalla esimerkiksi useita ikkunoita kerrallaan. Yleispoisto on yksinään yleensä aina riittämätön menetelmä pölyaltistumisen vähentämiseksi ja ympäristön suojaamiseksi, kun puretaan terveydelle vaarallisia tai haitallisia aineita sisältäviä materiaaleja tai rakenteita, joten sen rinnalle tarvitaan muita menetelmiä. [12.]

4.4 Osastointi ja alipaineistus

Korjattavan tilan osastointi tarkoittaa, että tila erotetaan ilmanvaihdoollisesti ympäröivistä tiloista korjaustyön ajaksi. Osastointi voidaan toteuttaa rakennuksen huonejakoa hyväksi käyttäen tai rakentamalla tilapäiset, kestävät ja pölytiivit suojaseinät tai -rakenteet. Suojaseinä koostuu yleensä rimoista sekä muovikalvosta tai vanerista. Osastointimenetelmää käytettäessä on hyvä ottaa huomioon pölyn siirtyminen muihin tiloihin esimerkiksi alaslasketun katon tai muiden näkyvässä olevien vuotoreittien kautta. Jotta pölyn leviäminen voidaan minimoida, osastoidun ja ympäröivän tilan väliin tulee rakentaa suojahuone tai lisäosasto esimerkiksi jätteiden kuljetuksen tai materiaalsiirtojen yhteydessä. Osastoidulla

alueella olevat ilmanvaihtokoneet on suljettava ja kaikki pääte-elimet on pidettävä tukittuina. Tämän lisäksi kaikki tilan ikkunat tulee olla suljettuina. Osastointimenetelmää käytetään päätyömenetelmänä, kun puretaan terveydelle haitallisia ja vaarallisia aineita sisältäviä tai kosteus- ja mikrobivaurioituneita rakenteita, jotta hiukkasmaisten epäpuhtauksien leviäminen saadaan estettyä. [6.]

Tilapäisten osastointiseinien rakentamiseen voidaan yksinkertaisimmillaan käyttää menetelmää, jossa kiinnitetään muovikalvo teippaamalla olemassa olevaan rakenteeseen. Muovikalvo voidaan myös pingottaa puurimojen avulla lattia- ja kattorakenteiden väliin. Näiden osastointitapojen on kuitenkin huomattu kestävän ainoastaan lyhytaikaista käyttöä, koska suojaseinä voi rikkoutua helposti jos esimerkiksi työntekijät kävelevät työkalujen tai muiden tarvikkeiden kanssa suojaseinien ohi varomattomasti. Lisäksi teippaukset eivät kestä paikallaan kovin pitkiä aikoja, kun teipin liimapinta alkaa kuivua. Kun rakennetaan suojaseinää pidempiaikaiseen käyttöön, on järkevintä tehdä se kokonaan rakennuslevystä, kuten esimerkiksi vanerista. Kuvassa 10 näkyy rikkonainen ja vuotava suojaseinä, joka mitätöi osastoinnin alipaineistuksen vaikutuksen. [6.]



Kuva 10. Rikkonainen suojaseinä.

Pelkkä tilojen osastointi on yleensä riittämätön keino pölyaltistumisen vähentämiseksi ja ympäristön suojaamiseksi, joten osastoituun tilaan täytyy saada aikaiseksi alipaine. Alipaineistusmenetelmässä osaston työskentelytilan ilmaa poistetaan niin, että korvausilma virtaa aina puhtaasta tilasta likaista tilaa kohti. Alipaineistuksessa pyritään saamaan aikaan noin 6–10 kertainen ilmanvaihtuvuus tunnissa. Alipaineistuksessa syntyvä poistoilma puhdistetaan karkeiden sekä hieno- tai mikrosuodattimien avulla. Alipaineistuslaite sijoitetaan aina osaston ulkopuolelle. Yleensä alipaineistuskoneeseen liitetään pölynkerääjä joustavan imuletkun avulla. Pölynkerääjä sijoitetaan osastossa purkukohteen lähelle ja sitä voidaan liikuttaa sen mukaan, kun purkukohde siirtyy. Kuvassa 11 näkyy osastoidun tilan ulkopuolelle sijoitettu alipaineistuslaite. [12.]



Kuva 11. Osastoidun tilan ulkopuolelle asetettu alipaineistaja.

Jos alipaineistuslaite on varustettu hienosuodattimella, tulee poistoilma ohjata aina ulkoilmaan. Mikrosuodattimella varustetun alipaineistuslaitteen poistoilma pystytään johtamaan myös sisätiloihin, mutta yleisesti poistoilman johtaminen tapahtuu muovisukkaa tai muoviputkea käyttäen ulkoilmaan siten, ettei ympäröivän tilan pölyjä saateta liikkeeseen pinnoilta tai ilmasta. Alipaineistus tulee kytkeä päälle ennen kuin työntekijät menevät osastoon. Alipaineistusta ylläpidetään

tarpeeksi pitkään lopullisen siivouksen päätyttyä niin, etteivät tilassa olevan ilman pölypitoisuudet pääsisi ylittämään niille suunnitelmassa asetettuja tavoitearvoja. Alipaineistuksen tulisi säilyä osastossa kaikissa olosuhteissa. Alipaineistusmenetelmän tehokkuutta pystytään seuraamaan myös silmämääräisesti varmistamalla, että osaston ja sulkutilan muoviseinät ovat painuneet jonkin verran alipaineistettuun tilaan päin. [12.]

4.5 Hengityksensuojaimet

Hengityksensuojaimet jaotellaan moniin erilaisiin luokkiin käyttötarkoitustensa sekä ominaisuuksiensa perusteella. Pölynsuodattimien eli hiukkassuodattimien jaottelu tapahtuu niiden tarjoaman suodatustehon perusteella kolmeen eri luokkaan. Näitä luokkia ovat vanhan merkintätavan mukaan P1, P2 ja P3. Tämän luokkatunnuksen voi löytää suodattimessa muiden tunnusten yhteydessä olevien merkintöjen avulla. Esimerkiksi kertakäyttösuojaimien (suodattavien puolinaamareiden) merkintä voi olla uudemman merkintätavan mukaan FFP1, FFP2 tai FFP3. [14.]

Suodattimien tehomerkitöjen lisäksi niistä löytyy yleensä myös joko kirjainyhdistelmät NR tai R. NR-merkinnällä tarkoitetaan sitä, että jokaisen työvuoron päätyttyä on suodatin vaihdettava uuteen. R-merkinnällä tarkoitetaan sitä, että suodatinta pystytään käyttämään toistuvasti niin pitkään, kunnes suodatin on täyttynyt tiettyyn rajaan saakka. Suodattavien puolinaamareiden tunnuksissa voi myös olla merkintä D, joka merkitsee sitä, että suodatin täyttää suuren pölynsitomiskapasiteetin testausvaatimukset. [14.]

Korjaushankkeen purkutyövaiheessa syntyy normaalisti niin paljon pölyä, että purkutyöntekijöiden sekä myös muiden samassa tilassa työskentelevien rakennustyömaan työntekijöiden täytyy käyttää henkilökohtaiseksi tarkoitettuja hengityssuojaimia. Suojaimia tulee käyttää, vaikka työmaalla käytettäisiinkin kohdepoistolaitteita. FFP2-luokan pölynsuojaimia käytetään normaalin purkutyön aikana, jossa esimerkiksi haitallisia kaasuja ei pääse syntymään. Asbestipölyn, ho-

meiden ja muiden erityisen haitallisten tai vaarallisten pölyjen altistumisriskin pienentämiseksi tulee käyttää FFP3-luokan hengityksensuojaimia. [25.]

Jos pölynsuodattimien suodatusluokat ovat riittävän korkeita (FFP3), tarkoittaa se, että suodattimet pystyvät suodattamaan ilmasta pölyjen lisäksi savuja, huuruja, sumuja, utuja, kuituja ja joissain tapauksissa jopa viruksia ja bakteereita. Karkeasti voidaan sanoa, että mitä suurempi numero suodattimesta löytyy, sitä korkeampi on suodattimen suodatuskyky. Pelkän suodattimen oikea valinta ei välttämättä ratkaise sillä saavutettavaa suodatustehoa, vaan saavutettu hyöty ja suojaus koostuvat koko suojaimen ominaisuuksista. Kuvassa 12 näkyy Scott Health & Safety Oy:n valmistama Autoflow-puhallinsuojain, jonka suojausluokka on EN 12941 TH2 ja puhaltimen suodatin on luokkaa FFP3. Kyseinen järjestelmä vastaa EN 146- sekä EN 147-vaatimuksia, joiden mukaan puhaltimessa voi käyttää ainoastaan niitä suodattimia, joiden kanssa laite on testattu. Toisin sanottuna nämä vaatimukset täyttyvät, kun käytetään saman valmistajan suodatinta ja puhallinta. [14.]



Kuva 12. FFP3-luokan suodattimella varustettu Autoflow-puhallinsuojain.

4.6 Hengityksensuojaimen valintaan vaikuttavia tekijöitä

Hengityksensuojaimia on olemassa montaa eri tyyppiä ja mallia eri ominaisuuksineen. Tiettyyn työtehtävään tai työvaiheeseen suojainta valittaessa on otettava monta eri asiaa huomioon. Tärkein huomioitava seikka suojaimen valinnassa on suodattimien käyttötarkoitus. Tiedetyt suodattimet ovat tarkoitettuja ainoastaan hiukkasten suodattamiseen ja jotkut voivat olla yhdistelmäsuodattimia, jotka pystyvät suodattamaan myös kaasumaisia epäpuhtauksia. Tärkeää on myös tietää, millaisin väliajoin suodattimet tulee vaihtaa ja millainen saatavuus suojaimen varaosilla sekä vaihtosuodattimilla on. Puhallinsuojaimien osalta ilmoitetut suojauskertoimet ottavat huomioon koko laitteen kaikkine osineen, ei siis pelkkää suodattinta. Taulukon 3 avulla pystytään arvioimaan tarvittava suojaustaso, jos tiedetään haitallisten hiukkasmaisten tai kaasumaisten epäpuhtauksien pitoisuus työn suorittajan hengitysvyöhykkeellä sekä haluttu pitoisuuden taso hengitysilmassa. [10.]

Taulukko 3. Henkilösuodattimien suojauskertoimia. [10.]

Suojaintyyppi	Suojaimen tai suodattimen merkintä	Suojauskerroin (käytännön suojauskerroin) Suurin pitoisuus, jossa suojain suojaa ilmoitettuna HTP-arvon monikertana
Suodattava puolinaamari	FFP1	4
	FFP2	10
	FFP3	30
Puolinaamari	P1	4
	P2	10
	P3	30
Kokonaamari tai suukappale	P1	4
	P2	15
	P3	400
Puhallin ja kypärä tai huppu	TH1P	5
	TH2P	20
	TH3P	100
Puhallin ja neljäsosa-, puoli- tai kokonaamari	TM1P	10
	TM2P	100
	TM3P	500

Kun hengityksensuojainta valitaan, täytyy ensimmäiseksi ottaa huomioon, onko työkohteessa riittävästi happea. Hapenpuute voi tulla työskennellessä esimerkiksi tunneleissa, säiliöissä sekä sellaisissa kohteissa, joissa jokin muu kaasu on päässyt syrjäyttämään hapen. Happea tulisi olla vähintään 17 tilavuusprosenttia,

jotta voidaan käyttää suodattavia suojaimia. Muissa tapauksissa tulee käyttää eristäviä suojaimia, kuten esimerkiksi paineilmalaitteita. Toisena huomioon otettavana asiana on se, mitä epäpuhtauksia työtilassa on tai sinne voi syntyä, millainen on epäpuhtauksien pitoisuus ilmassa sekä onko työkohteessa räjähdysvaaraa. Nyrkkisääntönä on hyvä ottaa huomioon, että hiukkasille tarkoitetut suojaimet eivät suojaa kaasuilta ja höyryiltä eivätkä kaasuille tarkoitetut suodattimet kykene suojaamaan hiukkasilta, kuten erilaisilta pölyiltä. Korkea pitoisuus vaatii paljon tehokkaamman suodattimen kuin matala pitoisuus. Tavanomaisten kaasu-suodattimien avulla ei voi poistaa typen oksideja tai häkää. Tarvittaessa työkohteessa olevat epäpuhtaudet ja niiden pitoisuudet kannattaa selvittää työhygieenisten mittausten avulla. Tärkeänä asiana suojainta valittaessa on myös se, pääseekö epäpuhtaus vaikuttamaan myös limakalvoihin tai ihon läpi. Tällöin on valittava esimerkiksi kokonaamarimallinen suojain sekä lisäksi työn aikana on käytettävä suojakäsineitä tai -asua, riippuen tilassa olevien epäpuhtauksien ominaisuuksista. [14.]

Suojaimen valinnassa on myös huomioitava se, onko työ raskasta, joudutaanko siinä liikkumaan, onko työn aikana kylmä tai kuuma sekä miten laajalla alueella tarvitaan suojausta. Hengityksensuojaimen kanssa työskentely voi olla yllättävän raskasta. Käyttämällä joko puhallinsuojainta tai paineilmalaitteita pystytään välttämään suodatinsuojaimien aiheuttamalta hengitysvastukselta. Jos työ on kuumaa ja raskasta, voi paineilmalaitteen käyttö vähentää merkittävästi myös kuumuuden vaikutusta. Jos työn aikana joudutaan liikkumaan laajalla alueella, paineilmalaitte ei letkunsuoksi sovellu käytettäväksi. Kun käytetään hengityksensuojaimia, on tärkeää pitää välillä taukoja, jolloin voi hengittää ilman maskia puhdasta ilmaa. Suojainta valittaessa tulee huomioida myös se, joudutaanko käyttämään samanaikaisesti myös muita suojaimia tai tarvitseeko työn aikana puhua paljon. Eri suojainten yhteensopivuus täytyy varmistaa ennen suojaimien yhteiskäytön aloittamista. Hengityksensuojaimet heikentävät oleellisesti puheen kuuluvuutta, jota voi tosin parantaa vaikkapa radiovarustuksella. Käyttäjän mahdolliset allergiat kumille tai muille suojaimen materiaaleille on myös hyvä varmistaa, ettei esimerkiksi joidenkin suojainten neopreeni- tai luonnonkumiosat pääsisi aiheuttamaan oireita. Tärkeintä kuitenkin on, että oikeita ja tilanteeseen soveltuvia suojaimia käytetään aina haitallisille epäpuhtauksille altistuttaessa. [14.]

5 RAKENNUSPÖLYISTÄ AIHEUTUVAT TERVEYSHAITAT

Rakennuspölyjen terveysvaikutuksista ihmiskeholle on tehty useita tutkimuksia vuosien varrella. Pölyjen aiheuttamat haitat voivat fyysisten haittojen lisäksi olla myös psykologisia tai tuotannollisesti ja taloudellisesti merkittäviä. Nämä haitat olisi hyvä tunnistaa ja pitää mielessä korjausrakentamishankkeeseen tai mihin tahansa sellaiseen työhön ryhdyttäessä, jossa joudutaan olemaan tekemisissä haitallisten aineiden sekä sisäilman epäpuhtauksien kanssa. Jo suunnitteluvaiheessa huomioon otetut asiat ovat haittojen ehkäisyn kannalta ratkaiseva asia.

5.1 Fyysiset haitat

Varsinkin korjausrakentamisessa työntekijät ja työtiloissa olevat henkilöt voivat altistua erilaisille terveyteen haitallisesti vaikuttaville altisteille. Haitalliset altisteet olisi hyvä tunnistaa sekä paikallistaa, kun kartoitetaan haitallisia aineita. Tunnistamisen jälkeen tulee arvioida, mitä pölyjä tietyn rakenteen purkamisesta voi syntyä sekä se, miten pölyt pääsevät muodostumaan. [6.]

Koska raskaan työn aikana hengittäminen tapahtuu pääosin suun kautta, jää nenäkarvojen hiukkasia suodattava vaikutus pois. Jos esimerkiksi pölyhiukkasten pitoisuus on 10 mg/m^3 , raskaan työn aikana hengitetty pölymäärä on jopa 192 mg. Keuhkot puhdistavat itseään muutamilla tavoilla: nenäkarvojen ja limakalvojen avulla, yskänrefleksillä, värekarvatoiminnalla, syöjäsoluilla (makrofageilla), imuteilla sekä kehon oman immuunijärjestelmän avulla. [26.]

Pölyt voivat yleisesti aiheuttaa niille altistuville henkilöille muun muassa ylä- ja alahengitystieoireita kuten nuhaa, kurkun ärsytystä, äänen käheyttä sekä yskää. Näiden lisäksi rakentamisessa syntyvien pölyjen tiedetään aiheuttavan erilaisia pölykeuhkosairauksia, astmaa, keuhkohtaumatautia sekä tappavan vaarallista keuhkosityöpää. Pölykeuhkosairaudet voidaan jaotella kahteen luokkaan: fibrotisoiviin eli sidekudosmuodostusta kehittäviin sekä hyvänlaatuisiin. Fibrotisoivia keuhkopölynsairauksia ovat muun muassa asbestoosi, silikoosi, kovametallikeuhko, alumiinoosi sekä kaoliinipölykeuhko eli kaolinoosi. Hyvänlaatuisiin keuhkopö-

lysairauksiin luetaan esimerkiksi antimonin, bariumin, boorin, mangaanin, raudan, tinan, titaanin tai vismutin aiheuttamat oireet. Eräs todella vaarallinen, esim. vanhoissa putkieristeissä yleensä esiintyvä asbesti voi aiheuttaa myös keuhkopussin paksuuntumia eli pleuraplakkeja, keuhkopussin ja vatsakalvon syöpää (mesotelioomaa) sekä kurkunpääsyöpää. Taulukossa 4 on esitetty yleisimpiä korjausrakentamisessa havaittavia terveydelle haitallisia ja vaarallisia aineita, niiden esiintyminen, tutkiminen, luvanvaraisuus sekä pääpurkumenetelmät. [26.]

Taulukko 4. Yleisimmät terveydelle haitalliset ja vaaralliset aineet. [8.]

Vaarallinen aine	Esiintyminen	Tutkiminen	Luvat	Pääpurkumenetelmä
Asbesti	Julkisivut, putkien eristysmateriaalit, katot, lattiat ja sisäverhouslevyt.	Ennen vuotta 1988 valmistuneet rakennukset.	Luvanvarainen työlaji: asbestipurkutyötä saa tehdä vain työsuojelupiirin työsuojelutoimiston valtuuttama työnantaja tai itsenäinen työsuorittaja.	Osastointi. Osaston sisällä käytetään kohdepoistoa ja kohdepoistolla varustettuja työkaluja.
Kivihiiplikki	Rakennusten ja perustusten kosteuden- ja vedeneriste: kellari-kerrosten lattiarakenteissa, tiilisaumoissa sekä muuratuissa seinissä.		Noudatetaan maankäyttö- ja rakennuslakia sekä paikallisten työsuojelu- ja ympäristöviranomaisen ohjeita.	Osastointi. Osaston sisällä käytetään kohdepoistoa ja kohdepoistolla varustettuja työkaluja.
PCB	Julkisivuelementtien, ikkunoiden ja ovien saumatukset.	Vuosien 1958-1979 välisenä aikana valmistuneet tai korjatut rakennukset.	Noudatetaan maankäyttö- ja rakennuslakia sekä paikallisten työsuojelu- ja ympäristöviranomaisen ohjeita.	Kohdepoisto ja kohdepoistolla varustetut työkalut.
Lyijy	Maalit, saumat, viemäriiitosten juotokset, sähköjohtojen suoja-putket.	Vuosien 1958-1989 välisenä aikana valmistuneet tai korjatut rakennukset.	Noudatetaan maankäyttö- ja rakennuslakia sekä paikallisten työsuojelu- ja ympäristöviranomaisen ohjeita.	Kohdepoisto ja kohdepoistolla varustetut työkalut (saumamassojen poistot).

Eräs merkittävä vaaratekijä pölyisissä olosuhteissa työskennellessä on epäpuhauksien aiheuttamien biologisten vaikutusten lisäksi myös pölyräjähdysten vaara. Pölyräjähdyksellä tarkoitetaan ilmiötä, joka syntyy, kun tarpeeksi suuri määrä hiukkasia suljetun tilan sisällä syttyy palamaan joko kipinän tai liekin takia. Melkein minkä tahansa ilmassa leijuvan pölyn, kuten esimerkiksi sahajauhon, metallipölyn tai hiilen tiedetään voivan syttyä, jos pitoisuus on vähintään 10 g/m³ sekä sillä on tarpeeksi happea saatavilla. Eräs peruskorjaustyömailla havaittu pölyräjähdysten aiheuttaja on hienojakoisten täyteaineiden siirtäminen imulaitteiden avulla muoviputkissa. Pölyräjähdysten vaara voidaan torjua säännöllisellä pintojen ja tilojen siivoamisella pölyä. Siivoaminen olisi hyvä suorittaa huolellisesti pölyä tuottamattomia ja niitä pinnoilta nostattamattomia menetelmiä käyttäen. [8.]

5.2 Psyykkiset haitat

Pölyille ja muille sisäilman epäpuhtauksille altistuminen voi fyysisten terveyshaittojen lisäksi aiheuttaa altistuneille ja oireileville henkilöille myös psykologisia haittoja. Työpaikkojen hyvä sisäilman laatu on yhtä tärkeä asia kuin yleinen työergonomia. Jos sisäilman laatu on huono, työ tulee tehdyksi heikommin ja se voi aiheuttaa myös sairaslomien tarvetta. Tilanne on sama myös muita tekijöitä ajatellen. Yksityisten työntekijöiden tai myös heidän perheidensä kohdalla sisäilman aiheuttamat altistumiset ovat aiheuttaneet erilaisia sairauksia tai pahentaneet entisiä, mutta asiantuntijat ovat voineet vähätellä ongelmia. [27.]

Sisäilman epäpuhtauksille altistumisen aiheuttamat terveyshaitat sekä yleisen voinnin huononeminen voivat olla työntekijälle tai muulle sairastuneelle henkilölle traaginen kokemus. Jatkuva yskiminen, sairaslomalla oleminen ja peruskunnon sekä työkyvyn heikkeneminen voivat pahimmassa tapauksessa aiheuttaa masennusta, alakuloisuutta, itsetunnon alenemista sekä muita psykologisia oireita. Epäpuhtauksille altistuminen voi pahentaa astmaa tai sellaisia allergioita, jotka ovat olleet ennen niin vähäisiä, ettei niistä ole ollut haittaa normaalille elämälle. Esimerkiksi koiranomistaja voi työssään tapahtuneen altistumisen vuoksi tulla yliherkäksi koiran hilseelle, eikä enää voi pitää lemmikkiään tai olla samassa tilassa sen kanssa. Myös yleiskunto voi heikentyä niin paljon, että urheilua vapaa-ajallaan harrastava työntekijä ei voi enää jatkaa liikuntaharrastustaan samalla tavalla kuin ennen. Valitettavasti joissain tapauksissa taloudellisen hyödyn tavoittelu on ollut syynä terveyshaittojen liioitteluun. [27.]

5.3 Tuotannolliset ja taloudelliset haitat

Työntekijöiden sairastelu ja oireilu vaikuttavat oleellisesti myös työmaan kustannuksiin sekä heikentävät työn tuottavuutta, puhumattakaan työn mielekkyydestä. Oireileva työntekijä ei välttämättä pysty suorittamaan työtään yhtä tarkasti, nopeasti, työturvallisesti tai ergonomisesti kuin ilman työn aiheuttamaa epäpuhtauksille altistumista. Sairaslomapäivät tarkoittavat aina lisäkustannuksia työnantajalle sekä saattavat pahimmillaan aiheuttaa työn aikataulusta myöhästymisen.

Pölyntorjunnan kustannuksiin vaikuttavat korjaushankkeen laajuus, aikataulu sekä hankkeen ominaispiirteet. Merkittävimmäksi yksittäiseksi kustannuseräksi saneeraustyömailla muodostuu työnaikainen siivoaminen. Siitä tinkiminen ei kuitenkaan ole järkevää, sillä se voi heikentää muiden pölyntorjuntamenetelmien vaikutusta sekä lisätä loppusiivouksen kustannuksia. [23.]

Erään laskentamallin mukaan asuinkerrostaloon suoritettava täydellinen linjasaneeraus eli kansankielellä putkiremontti maksaisi noin 500 €/m², joka olisi kokoluokaltaan 80 m²:n asunnon kohdalla noin 40 000 €. Putkiremontin pölyntorjuntakustannuksiksi tulisi noin 2000 € asuntoa kohden, eli noin 5 % korjaustyön kokonaishinnasta. Kyseessä olevat pölyntorjuntakustannukset pitävät sisällään alipaineistuksen, osastoinnin, kohdepoiston, ylläpitosiivouksen kahtena kertana viikossa sekä loppusiivouksen. Siivoaminen työpäivän päätteeksi siis vähentää pölykuormituksen ja pintojen likaantumisen lisäksi oleellisesti loppusiivouksen kustannuksia. Kuvasta 13 voidaan nähdä, millainen ero on kunnollisen pölyntorjunnan kustannuksilla ja niillä, jotka aiheutuvat pölyntorjunnan laiminlyönnistä. [23.]

PÖLYNTORJUNNASTA AIHEUTUVAT KUSTANNUKSET	PÖLYNTORJUNNAN LAIMINLYÖNNISTÄ AIHEUTUVAT KUSTANNUKSET
Siivoustkustannukset	Pölystä ja pölyn leviämisestä aiheutuvat siivoustkustannukset, jotka voivat olla jopa suuremmat kuin pölyä torjuttaessa
Alipaineistus- ja kohdepoistolaitteiden asennus-, vuokra- ja käyttökustannukset sekä rakennuksen lämmitysenergiakustannukset alipaineistusta käytettäessä	Vahingonkorvaukset kolmansille osapuolille pölystä aiheutuneista haitoista (korvausvastuut)
Osastointien työ- ja materiaalikustannukset	Työn hitaampi eteneminen, koneiden käyttöiän lyheneminen
Hengityssuojaimien kustannukset	Sairauspoissaolokustannukset, ammattitautien kustannukset

Kuva 13. Pölyntorjunnasta ja vastaavasti sen laiminlyönnistä aiheutuvat kustannukset. [28.]

6 MÄÄRÄYKSIÄ JA OHJEITA KOSKIEN SISÄILMAN LAADUN HALLINTAA KORJAUSRAKENTAMISESSA

Korjausrakentamisen sisäilman laadun hallintaan sekä oikeaoppiseen pölyntorjuntaan liittyviä ohjeita ja määräyksiä on annettu kattava määrä erilaisissa lähteissä. On olemassa myös yleisempiä, työntekoon liittyviä määräyksiä, joista esimerkiksi yksi on Työturvallisuuslaki (738/2002) 8 §, jossa määrätään työnantajan yleisestä huolehtimisvelvollisuudesta. Kyseisessä pykälässä työnantaja esimerkiksi veloitetaan ”tarpeellisia toimenpiteitä” käyttäen huolehtimaan työntekijöidensä turvallisuudesta sekä terveydestä työssä. [29.]

6.1 Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta (VNa 205/2009)

Valtioneuvosto on sosiaali- ja terveysministeriön esittelyn mukaisesti tehnyt päätöksen rakennustyön turvallisuudesta, josta säädetään 23 päivänä elokuuta 2002 annetun työturvallisuuslain (738/2002) nojalla. Kyseisessä valtioneuvoston antamassa, rakennustyöhön liittyvässä asetuksessa käsitellään sisäilman laadun hallintaan liittyvänä asiana esimerkiksi luvun 10 pykälässä 5 muun muassa purkujätteiden käsittelystä sekä purkaessa syntyvän pölyn hallinnasta seuraavasti:

”Tiilet, betonikappaleet ja purettaessa irtoavat muut rakenneosat on siirrettävä turvallisesti. Pölyävä aine on pudotettava alas riittävän tiiviitä putkia pitkin suojattuun tilaan tai suoraan ajoneuvoon taikka koottava ja vietävä pois säkeissä tai astioissa.” [30.]

”Pöly on poistettava ilmastoinnilla, kohdepoistoilla tai muilla tarkoituksenmukaisilla toimenpiteillä. Tarvittaessa pölyn leviäminen on estettävä käyttämällä rakennustyön aikaisia suojaseiniä. Pöly on siivottava riittävän usein työtiloista.” [30.]

Asetuksen luvun 13 pykälässä 70 mainitaan muun muassa työmaalla suoritettavista haitallisten aineiden pitoisuuksien mittauksista seuraavasti:

”Jos työntekijöiden altistumista vaarallisille pölyille ja kemiallisille tekijöille ei voida muutoin luotettavasti arvioida, on työnantajan suoritettava mittauksia säännöl-

lisesti ja aina kun olosuhteissa tapahtuu työntekijän altistumista lisäävä muutos. Mittaustuloksia on verrattava kemiallisista tekijöistä annettuihin raja-arvoihin. Vaaraa aiheuttavat tekijät on poistettava siten kuin niistä erikseen säädetään.” [30.]

”Jos työhygieenisten mittausten mittaustulokset osoittavat, että raja-arvot eivät ylity, on tilanteen pysyvyyden toteamiseksi suoritettava tarvittaessa sopivin välein uusintamittauksia. Mitä lähempänä ilman epäpuhtauksien mittausten tulokset ovat raja-arvoa, sitä useammin mittauksia on suoritettava.” [30.]

6.2 Työterveyslaitoksen ohjeita

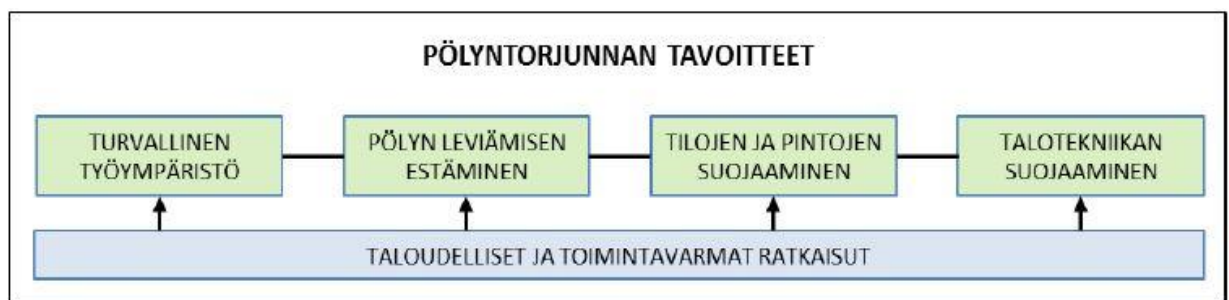
Työterveyslaitos ohjeistaa korjausrakentamishankkeeseen ryhtyviä rakennuttajia ja rakennusurakoitsijoita ihmisten terveyden näkökulmasta. Ohjeet sopivat tietenkin myös yksityiselle rakentajalle. Työterveyslaitos on yhdessä Itä-Suomen yliopiston sekä Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n kanssa mukana ”*Epäpuhtauksien hallinta saneeraushankkeissa - Puhdas ja turvallinen saneeraus*” (PUTUSA) -nimisessä hankkeessa, jolla pyritään kartoittamaan saneeraustyömailla työntekijöihin ja työympäristöön kohdistuvaa haitta-aineille altistumista. Hankkeen avulla pyritään myös samaan aikaan määrittämään erilaisia toimintamalleja epäpuhtausista aiheutuvien haittojen minimoimiseksi eri työvaiheiden aikana. Tutkimushankkeen lopputuotteena on kattava määrä ohjeita kohti pölyttömämpää korjausrakentamista. [6.]

Pölyttömämpää korjausrakentamista ajatellen hankkeessa kehitettiin rakennusyrityksille toimintamalli osallistavaan työhön, jonka tavoitteena on työntekijöiden motivointi oman työnsä kehittämiseen sekä turvallisen työympäristön ylläpitoon. Hankkeessa tuotettiin kyselylomake, jonka avulla urakoitsija, tilaaja ja aliurakoitsijat voivat seurata, miten laadukasta heidän tekemänsä työ on sekä saada arvokasta tietoa siitä, kuinka he voisivat kehittää omaa toimintaansa. Hankkeeseen osallistui hyödyntäjäorganisaatioiden asemassa kiinteistönomistajia, laitetoimittajia, rakennusurakoitsijoita, puhtaudenhallinta- ja rakennusterveysasiantuntijayrityksiä sekä erilaisia alaan kuuluvia liittoja. [31.]

Työterveyslaitos antaa hanketoimintansa lisäksi sivuillaan kattavasti tietoa korjausrakentamiseen sekä yleiseen rakentamiseen liittyvistä turvallisuus-, työergonomia- ja terveysasioista. Ohjeistuksissa otetaan esille rakennustyömaiden erilaiset terveysriskit ja niiden aiheuttajat, oleellimmat pölyntorjuntamenetelmät, työergonomia, siivouksen merkitys sekä työntekijöiden motivointi oman työnsä sekä työturvallisuutensa jatkuvaan kehittämiseen. Työterveyslaitoksen Internet-sivuilta löytää paljon oleellista rakentamiseen liittyvää tietoa, jota rakennusurakoitsijat, rakennuttajat tai kuka tahansa rakennushankkeeseen ryhtyvä voi hyödyntää – silloin kun oma tai muiden terveys kiinnostaa. [31.]

6.3 Pölyntorjunnan tavoitteet

Pölyntorjunnan kannalta on hyvin oleellista, että kohteessa käytettävät menetelmät ja teknologiat valitaan ja mitoitetaan niin, että pölyntorjunnasta tulee asetettujen tavoitteiden mukaista ja taloudellista. Pölyntorjunnan onnistumisen todentamisessa tulisi käyttää luotettavia menetelmiä, kuten mittauksia. Tärkeäksi nousee myös korjaustyöntekijöiden kouluttaminen, perehdyttäminen ja motivoiminen siten, että he osaavat valita oikeat työmenetelmät kuhunkin työvaiheeseen. Pölyntorjunnan toimivuudesta tulisi huolehtia koko korjaushankkeen ajan. Kuvassa 14 on esitetty pölyntorjunnan päätavoitteet. [25.]



Kuva 14. Pölyntorjunnan tavoitteet. [25.]

Saneeraustyömaan puhtaudelle on annettu erilaisia tavoitearvoja, joiden avulla voidaan arvioida tietyn työmaan pölyntorjunnan ja -hallinnan onnistumista. Korjaushankkeen puhtautta voidaan tarkastella kahdesta eri näkökulmasta: ilman pölypitoisuudesta korjaustyön aikana sekä tilojen pölykertymistä, kun korjaustyö

on päättynyt. Ratu 1225-S -ohjekortissa on esitetty määräyksiin perustuvia HTP-arvoja pölypitoisuuksien enimmäisarvoiksi, joita on hyödynnetty muun muassa PUTUSA-hankkeessa. Kyseiset tavoitearvot voidaan saavuttaa hyviä pölyntorjuntaratkaisuja käyttäen. Tavoitearvot näkyvät taulukossa 5. [25.]

Taulukko 5. Tavoitteet pölypitoisuuden enimmäisarvoiksi. [25.]

Hengittyvä pöly	5 mg/m ³	Voi ylittyä hetkellisesti, ei kuitenkaan yli 10 mg/m ³
Alveolijakeinen pöly	0,5 mg/m ³	
PM ₁₀ -pitoisuus	50 µg/m ³	Korjausalueen viereiset tilat

6.4 Pölyntorjunnan oleelliset keinot

Onnistuneen pölyntorjunnan tavoitteiden saavuttamiseksi voidaan käyttää viittä pääkeinoa: pölyn syntymisen estäminen mahdollisimman hyvin, syntyvän pölyn määrän vähentäminen, syntyneen pölyn leviämisen rajoittaminen, tilojen säännöllinen siivoaminen hyviä menetelmiä käyttäen ja henkilökohtaisten suojainten käyttö. Pölyntorjunnan pääkeinoja voidaan toteuttaa käytännössä valitsemalla kohteeseen sopivat, vähän pölyävät työmenetelmät sekä suunnittelemalla korjaustyön vaiheistus, ajoitus ja osastoinnit niin, että pölyntorjunta saadaan jatkuvaksi ja hallituksi koko korjaushankkeen ajaksi. [25.]

Tärkeimpiin pölyntorjuntatekniikoihin kuuluvat ensisijaisesti pölyämättömät työmenetelmät, kuten esimerkiksi katkaisu leikkurilla tai murtaminen sahauksen sijaan. Työssä käytettyjen koneiden kohdepoistot sekä korjattavaan tilaan sijoitetut ilmanpuhdistajat ovat pölyntorjunnan kannalta hyvin oleellisia korjausrakentamisessa muistettavia asioita. Säännöllinen siivoaminen hyviä menetelmiä käyttäen (esim. ei harjaamalla) korjaushankkeen luonteen mukaisesti sekä henkilökohtaisten hengityksensuojaimien käyttäminen myös kuuluvat oleellisimpiin pölyntorjunnan tekniikoihin korjausrakentamisessa. [25.]

Muita keinoja korjausrakentamisen pölynhallintaan ovat:

- Vesisumutus, jota voidaan käyttää ensisijaisesti ulkotiloissa, mutta myös tietyn työkohteen rajattu kastelu onnistuu sisätiloissa. On otettava huomioon, että liiallisesta vesisumutuksesta aiheutuva ilmankosteuden nousu

voi heikentää ilmanpuhdistimien ja niissä olevien suodattimien toimivuutta sekä pahentaa yleisesti työolosuhteita.

- Jätekuilut, joiden avulla jätteet saadaan ohjattua pois työpisteestä rakennuksen ulkopuolelle. Jätekuiluna toimii yleensä muovista valmistettu putki, jota pitkin purkujätteet voidaan pudottaa kerroksista esimerkiksi pihalla olevaan suljettuun jätelavaan. Jätekuilua käytettäessä voidaan pölyämistä estää muun muassa vesikastelun avulla, käyttämällä pressulla suojattuja jätelavoja tai käyttämällä pudotuskontteja, jotka ovat alipaineistettuja.
- Näiden kahden lisäksi voidaan purkutyössä käyttää pölyä sitovia mattoja. Yleisin käyttökohte pölyä sitoville matoille on osastoidun alueen sisäänkäynti. [25.]

6.5 Pölyntorjunnan tärkeys ja merkitys

Pölyntorjunta ja siihen panostaminen ovat todella tärkeitä asioita varsinkin korjausrakentamishankkeessa. Onnistuneella pölyntorjunnalla ja -hallinnalla voidaan vähentää oleellisesti korjaustyötä suorittaviin työntekijöihin ja korjauskohteen välittömässä läheisyydessä oleviin henkilöihin kohdistuvaa erilaisille pölyille sekä muille vaarallisille aineille altistumista. Jos pölyntorjuntaan tai työmaan yleiseen siisteyteen ei panosteta, se voi aiheuttaa fyysisten haittojen lisäksi myös tuotannollisia, taloudellisia tai jopa psykologisia haittoja. [6.]

Nykyään valitettavan monessa rakennushankkeessa ei kiinnitetä tarpeeksi huomiota kunnolliseen pölyntorjuntaan tai sen tarjoamiin etuihin. Rakennusurakoitsijoille yritetään painottaa pölyntorjunnan tärkeyttä useiden erilaisten lakien, asetusten ja kaupunkien säännösten avulla, ja ehkäpä juuri tästä syystä asia koetaan usein negatiiviseksi. Pölyntorjuntaa pidetään useassa tapauksessa kalliina, hankalana ja työn etenemistä hidastavana. Suurimmaksi ongelmaksi pölynhallintaan ja -torjuntaan liittyvässä ohjeistuksessa havaitaan tiedonpuute: pyydetään noudattamaan erilaisia säädöksiä, mutta ei kerrota kunnolla, miten tämä tulisi toteuttaa. Aina ei ole edes selvää, saako urakoitsija pölyntorjunnasta minkäänlaisia hyötyä, vai tarkoitetaanko sillä taas yhtä lisäkustannusta muutenkin kalliin ra-

kentämisen lisäksi. Tämä ongelma nousee esille usein niissä tilanteissa, joissa urakoitsija ei voi suoraan laskuttaa ketään toimijaa tämän kaltaisista lisäinvestoinneista. [32.]

Nykypäivänä liian moni rakennusalan työntekijä joutuu jäämään ennenaikaiselle eläkkeelle tai vaihtamaan alaa sen takia, että on pölyisellä työmaalla työskennellessään joutunut altistumaan vaarallisille aineille ja erilaisille haitallisille pienhiukkasille. Tällä asialla ei aina ole niinkään suurta merkitystä työnantajille, koska työntekijöitähän tulee ja menee. Heitä saa aina palkattua lisää. Jos asiaa pohditaan toiselta kannalta, eli kuinka suuri hyöty ja merkitys kunnolla toteutetulla pölyntorjunnalla voi urakoitsijalle olla, aletaankin huomata siinä seikkoja, joiden avulla voidaan todellisuudessa säästää merkittävästi kustannuksissa. [32.]

Pölyntorjunnalla ja siihen panostamisella voidaan myös saavuttaa yrityksenä kilpailuetu jatkuvasti kiristyvässä asiakkaiden tarpeiden ja vaatimusten täyttämisen ”kilpailussa”. Kannattaakin miettiä, millainen merkitys pölyttömällä työmaalla voi oikeasti olla tilaajalle? Jos esimerkiksi tarjouskilpailussa ovat vastakkaisina osapuolina rakennusliikkeet, joista toinen lupaa minimoivansa asukkaille ja naapurustolle aiheutuvat pölyhaitat, muodostuu tämä asia yleensä ratkaisevaksi tarjouskilpailun voittajaa ajatellen. Hyvin toteutetulla pölynhallinnalla pystytään saamaan jopa korkeampi urakkahinta, kun sitä vain osataan ”myydä” oikealla tavalla. Rakennusurakoitsijat voisivatkin itse ajatella, millaista olisi asua sellaisessa kerrostalossa tai naapurustossa, jossa joutuu jatkuvasti koko työmaan ajan kärsimään pölyistä aiheutuvista haitoista. Kaikilta osa-alueiltaan hyvin hoidetun työmaan ansiosta asiakkaat ovat tyytyväisempiä ja saattavat suositella kyseistä urakoitsijaa muillekin mahdollisille asiakkaille. [32.]

6.6 Tuotannonsuunnittelu ja sen merkitys sisäilman hallinnalle

Ennen korjaustöiden aloittamista terveydelle haitalliset ja vaaralliset altisteet on tunnistettava haitallisten aineiden kartoituksen avulla. Kartoituksen jälkeen korjaustyölle laaditaan suunnitelma, jonka avulla pyritään pienentämään työntekijöiden sekä kohteen lähellä olevien henkilöiden altistumista haitallisille aineille. Kor-

jaus- ja purkutöiden aikana pölyn leviäminen täytyy estää ihmisten hengittämisyöhykkeelle sekä korjauskohteen ympärillä oleviin tiloihin. Pölyntorjuntamenetelmät tulee valita työkohteessa suoritettavien toimenpiteiden mukaisesti. Tärkeintä on valita oikeat menetelmät, suojaimet, laitteet ja koneet. [6.], [10.]

Tuotannosuunnittelussa täytyy pölyntorjunnan kannalta kiinnittää huomiota ainakin seuraaviin asioihin:

- Valitaan sellaiset työmenetelmät, jotka aiheuttavat mahdollisimman vähän pölyä.
- Suunnitellaan, kuinka korjaustyön ajoitus, osastoinnit sekä vaiheistus toteutetaan niin, että pölyntorjunta saadaan jatkuvaksi ja toimivaksi koko hankkeen ajaksi.
- Varataan tarpeeksi aikaa ja resursseja ennen korjaustöiden aloittamista, että pölyntorjunta ja osastoinnit saadaan suoritettua huolettomasti.
- Valitaan ja mitoitetaan siivouksen jatkuvuus ja taajuus sekä käytettävät pölyntorjuntamenetelmät sillä tavalla, että asetetut tavoitteet voidaan saavuttaa.
- Varataan riittävä määrä aikaa loppusiivousta, toimintakokeita sekä kohteen luovutusta varten. [25.]

Työmenetelmien suunnittelusta vastaa päätoteuttaja. Kaikki toteutusratkaisut tulee suunnitella niin, ettei niistä voi aiheutua haittaa työntekijöille tai ympäristölle. Tuotannosuunnittelun avulla voidaan saavuttaa ne taloudelliset, laadulliset ja ajalliset tavoitteet, joista on sovittu urakkasopimuksessa. Korjauskohteiden ja uudiskohteiden tuotannosuunnittelut poikkeavat toisistaan siinä, että korjauskohteessa lähtötiedot voivat olla hieman epävarmoja sekä tuotantomenetelmien valinta voi aiheuttaa erilaisia ongelmia. Kun suunnitellaan purkutyötä, on tehtävä riittävä määrä selvityksiä purkukohteesta ja purettavista rakenteista sekä siitä, kuinka purkutyö vaikuttaa kohteeseen, ympäristöön ja ympäristössä olevien ihmisten turvallisuuteen. [8.]

6.7 Rakennuttajan työturvallisuusvelvoitteita pölyntorjunnassa

Rakennuttajalla tarkoitetaan sellaista organisaatiota tai henkilöä, joka ryhtyy rakentamishankeeseen tai sellaista toimijaa, joka valvoo tai ohjaa rakennushanketta. Näiden puuttuessa rakennuttajalla voidaan tarkoittaa tilaajaa. Rakennuttajan on huolehdittava, että rakennustyö suunnitellaan ja toteutetaan rakentamiseen liittyvien säännösten, määräysten sekä työlle myönnetyn luvan mukaisesti. [33.]

Työturvallisuuteen liittyvät vaatimukset ja reunaehdot laatii rakennuttaja. Rakennuttaja myös vastaa suunnittelun lähtötiedoiksi tehtävistä selvityksistä sekä riskianalyyseistä. Näiden selvitysten perusteella suunnittelijat tunnistavat vaaroja sekä listaavat ne ja ottavat ne huomioon suunnittelussa. Joko rakennuttaja tai tämän asiantuntija kokoaa tietoja turvallisuusasiakirjaan tunnistetuista vaara- ja haittatekijöistä. Turvallisuusasiakirjaan tulee myös liittää esiselvitykset, sekä rakennuttajan täytyy määrittellä siinä myös työhygieenisiin mittauksiin liittyvät menettelyt. [8.]

Rakennuttajan tulee valita tarpeeksi pätevät suunnittelijat ja urakoitsijat. Hän myös huolehtii, että turvallisuusasiakirja tulee toimitettua urakoitsijoille samassa tarjouspyyntöasiakirjojen mukana. Hyvin tärkeää on, että rakennuttaja organisoi ja varmistaa tiedonkulun sujuvuuden hankkeen eri osapuolten välillä. Tiedonkulun puutteet voivat aiheuttaa myöhästymisiä, lisäkustannuksia tai jopa vaaratilanteita. Näiden asioiden lisäksi rakennuttajan vastuulla ovat seuraavat asiat:

- Suunnitelmien ja asiakirjojen hyväksymismenettelyn järjestäminen.
- Aikataulusuunnittelussa siitä huolehtiminen, etteivät pölyävät työvaiheet satu olemaan päällekkäin muiden töiden kanssa.
- Terveydelle vaarallisten aineiden kartoituksen, kuntotutkimusten sekä kosteusvaurioselvitysten järjestäminen korjauskohteessa.
- Purkutyöselostuksen sekä purkuohjelman laatiminen.
- Rakennesuunnittelijan velvoittaminen tarkastamaan urakoitsijoiden laatimat purkutyösuunnitelmat vaativissa kohteissa. [8.]

7 SISÄILMASTOLUOKITUS

Sisäilmasto jää liian usein vaille huomiota suunnittelu- sekä rakentamisvaiheessa. Sisäilman puhtauden huomiotta jättäminen voi aiheuttaa monia terveyshaittoja, melua, vetoa tai hajuja. Myös korjausrakentamishankkeissa tulisi asettaa tavoitteita sisäilmaston laadun lisäksi muun muassa akustisille olosuhteille ja lämpöoloille. Sisäilmayhdistys ry on julkaissut *Sisäilmastoluokitus*-oppaan, josta rakentajat voivat löytää käyttöön kelpaavia tavoitetasoja jaettuna kolmeen eri laatu-luokkaan. Kyseistä luokitusta täydentää *Terveen talon toteutuksen kriteerit* – opas, jota voidaan pitää tarkastuslistana, kun halutaan varmistaa riittävä sisäilmaston laatu. [34.]

Terveellisen sisäilmaston laadun varmistamisessa kolme merkittävintä tekijää ovat kosteuden hallinta, epäpuhtauspäästöjen vähentäminen sekä toimiva ja oikein mitoitettu ilmanvaihto. Korjausrakentamiseen liittyvät sisäilmastotavoitteet tulisivat olla samalla tasolla uudisrakentamisen tavoitteiden kanssa, koska niillä on sama merkitys. Käytännöllisesti ajatellen korjausrakentamishankkeen aikana joudutaan kuitenkin huomioimaan rakennuksen nykyisten rakenteiden ja teknillisten ominaisuuksien tuomat rajoitukset. Hyvää sisäilmastoa voidaan pitää kaiken rakentamisen tärkeimpiin kuuluvana tavoitteena. Se edellyttää sisäilmaston hallintaan liittyvien asioiden huomioimista jokaisessa vaiheessa rakentamisen sekä myös rakennuksen käytön aikana. [34.], [35.]

Sisäilmastoluokitus-opas on tarkoitettu rakennus- ja taloteknisen urakoinnin ja suunnittelun sekä rakennustarviketeollisuuden avuksi, kun halutaan rakentaa sellaisia rakennuksia, joissa on terveellistä ja viihtyisää olla. Opasta voidaan käyttää uudisrakentamishankkeiden lisäksi myös korjausrakentamisessa niiltä osin, kuin se siihen soveltuu. Huomioitavan arvoinen seikka oppaassa on se, ettei luokitus kumoa viranomaisten määräyksiä tai niiden pohjalta julkaistuja tulkintoja. [35.]

7.1 Sisäilmaston tavoitearvot

Sisäilmastolle on asetettu tiettyjä tavoitearvoja, joiden perusteella voidaan arvioida tietyn tilan sisäilmasto-olosuhteiden tasoa. Osaa sisäilmaston tavoitearvoista voidaan tilanteen mukaan käyttää myös kiinteistöhoitosopimusten liitteenä. Tässä yhteydessä on hyvä huomata se, ettei sisäilmastoluokista käytetä vain niiden lyhenteitä (esim. ”S1”), vaan ko. sopimuksessa tulee määritellä tarkemmin käytettävät suureet, kuten esimerkiksi ilman hiilidioksidipitoisuudet sekä lämpötila. Tavoitearvojen asettamisessa on pyritty siihen, että ”huonoin” luokka S3 vastaa maankäyttö- ja rakennuslain sekä terveydensuojelulain vaatimuksia. [35.]

Sisäilmasto pystytään jakamaan kolmeen eri sisäilmastoluokkaan: S1, S2 ja S3. Tarkemmat määritelmät näille luokille ovat:

- S1: Yksilöllinen sisäilmasto

”Tilan sisäilman laatu on erittäin hyvä eikä tiloissa ole havaittavia hajuja. Sisäilmaan yhteydessä olevissa tiloissa tai rakenteissa ei ole ilman laatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä. Lämpöolot ovat viihtyisät eikä vetoa tai yllämpenemistä esiinny. Tilan käyttäjä pystyy yksilöllisesti hallitsemaan lämpöoloja. Tiloissa on niiden käyttötarkoituksen mukaiset erittäin hyvät ääniolosuhteet ja hyviä valaistusolosuhteita tukemassa yksilöllisesti säädettävä valaistus.”

- S2: Hyvä sisäilmasto

”Tilan sisäilman laatu on hyvä eikä tiloissa ole häiritseviä hajuja. Sisäilmaan yhteydessä olevissa tiloissa tai rakenteissa ei ole ilmanlaatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä. Lämpöolot ovat hyvät. Vetoa ei yleensä esiinny, mutta yllämpeneminen on mahdollista kesäpäivinä. Tiloissa on niiden käyttötarkoituksen mukaiset hyvät ääni- ja valaistusolosuhteet.”

- S3: Tyydyttävä sisäilmasto

”Tilan sisäilman laatu ja lämpöolot sekä valaistus- ja ääniolosuhteet täyttävät rakentamismääräysten vähimmäisvaatimukset” [35.].

7.2 Rakennustöiden puhtausluokitus

Rakennustyöt voidaan jakaa Sisäilmastoluokituksen mukaan kahteen eri puhtausluokkaan: P1 ja P2. Puhtausluokan P1 edellytyksenä on, että rakennus on korjaustöiden päätyttyä puhdas eikä pinnoilta saa löytyä likaa tai pölyä ennen ilmanvaihdon päätelaitteiden suojauksien poistoa ja toimintakokeiden aloittamista. P1-luokan toteutuminen edellyttää sitä, ettei sisäilmaan yhteydessä olevien tilojen pinnoille tai ilmaan ole jäänyt suurempia pölykertymiä, ja että rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä toimii puhtausluokan P1 määräysten mukaisesti. P1-puhtausluokkaa varten on myös määriteltä maksimiarvot pölykertymille geeliteipin avulla mitattuna ennen kuin ilmanvaihtolaitteiston toimivuuden tarkastamista ja rakennuksen luovutusta. Nämä kyseiset arvot näkyvät taulukossa 6. [23.], [6.]

Taulukko 6. Puhtausluokan P1 sallitut pölykertymät työskentelytiloissa. [25.]

Tarkastusajankohta	Arvioitavat pinnat	Pölykertymä [%]*
Ennen ilmanvaihdon toimintakokeita	Alakaton yläpuoli ja muut kuin lattiapinnat	5,0
Ennen rakennuksen luovutusta	Muut kuin lattiapinnat	1,0
	Lattiapinnat	3,0

Kun rakennustyöt halutaan toteuttaa ilman erityistä puhtausvaatimusta, puhutaan rakennustöiden puhtausluokasta P2. Tässäkin tapauksessa rakennustyö tulee suorittaa Suomen Rakentamismääräyskokoelman vaatimusten ja asetusten mukaisesti. Tällä tavalla toteutettuna rakennustyön lopputuloksesta saadaan varsin moitteeton. Puhtausluokan P2 mukaan suoritettavalle rakennustyölle ei kuitenkaan ole määritetty tarkkoja toimintaohjeita tai luotettavalla tavalla mitattavia raja-arvoja erilaisille sisäilman epäpuhtauksille. Tämä voi aiheuttaa jonkin verran epätietoisuutta sekä erimielisyyksiä esimerkiksi tilaajan ja eri urakoitsijoiden välille. Yleisesti sanottuna P2-puhtausluokka rakentamisessa vastaa normaalisti toteutettua, hyvän rakentamistavan mukaista menettelyä. [23.]

Sisäilmastoluokitus 2008 -asiakirjan mukaan P1 puhtausluokan toteuttamiseksi työmaalla tulee kiinnittää huomiota esimerkiksi rakennustarvikkeiden ja osien suojausmenetelmiin sekä puhtaisiin asennusolosuhteisiin. Toimintakoetta varten valmiina olevat tilat tulee erottaa omiksi osastoiksi, jos muissa tiloissa on meneillään pölyä tuottava työvaihe. Kaksivaiheinen loppusiivous edesauttaa puhtaita

ilmanvaihdon toimintakoeolosuhteita sekä tilojen yleistä puhtautta ennen kuin rakennus voidaan vastaanottaa. Luokan P1 toteutumista tukee oikein toteutetun jätehuollon lisäksi myös onnistunut ja huolellinen pölyntorjunta erilaisten työvaiheiden aikana sekä tupakoimattomuus tiloissa. [6.]

7.3 Vaatimukset rakennustuotteille

Epäpuhtauspäästöjä pystytään hallitsemaan, kun käytetään sellaisia rakennusmateriaaleja ja -kalusteita, jotka ovat vähäpäästöisiä. Rakennusmateriaaleille sekä ilmanvaihtotuotteille on asetettu omat päästöluokat, jotka ovat M1, M2 ja M3. Materiaalien päästöluokituksen avulla pyritään edistämään rakennusmateriaalien kehitystä kohti vähäpäästöisempää ja terveellisempää tulevaisuutta. Päästöluokituksen ensisijainen tarkoitus on asuin- ja työhuoneissa käytettävien materiaalien luokittelu terveellisen sisäilman laadun varmistamiseksi. Ennen kuin korjausrakentamishanke toteutetaan, tulee jo suunnitteluvaiheessa ottaa huomioon mahdollisimman vähän päästöjä tuottavat materiaalit. [34.]

Jos tuote on vähäpäästöinen, siitä kertoo merkintä M1. Päästöluokitus perustuu *Sisäilmastoluokitus 2008* -oppaan voimassa oleviin kriteereihin ja perusteisiin. Tuotteiden emissiivisiä eli haihduttamiseen liittyviä ominaisuuksia testataan puolueettomasti laboratorioissa. Tuotteista testataan monia ominaisuuksia, kuten esimerkiksi haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (TVOC), erilaisia hajuja sekä ammoniakkin, karsinogeenien sekä formaldehydin pitoisuuksia. Päästöluokitusmerkintää M1 voidaan käyttää tuotteessa vain silloin, kun tuote on hyväksytysti läpäissyt testit. M1-merkin myöntää ja merkintää valvoo testauksen jälkeen puolueeton rakennustietosäätiö. Rakennustietosäätiö on laatinut myös listan niistä tuotteista, jotka ovat saaneet M1-merkinnän. Yleisimpiä M1-merkittyjä materiaaleja ovat muun muassa betonituotteet, lattiapäällysteet, maalit, muovieristeet, ovet, mineraalipohjaiset lämmöneristeet, kipsilevyt sekä liimapuutuotteet. Ilmanvaihtotuotteille käytetään yleisesti vain yhtä puhtausluokkaa. Luokituksen mukaan ilmanvaihtotuote ei saa lisätä sisäilmaan haitallisia hiukkasmaisia tai kaasumaisia epäpuhtauksia tai hajuja sekä sen tulee olla helposti puhdistettavissa. [34.], [36.]

8 LINJASANEERAUS KOHTEESSA BRAHENKATU 12

8.1 Yleistietoa kohteesta

RAKENNUS

Osoite:	Brahenkatu 12, 87100 Kajaani
Asunto-osakeyhtiö:	Asunto Oy Kajaanin Brahenkatu 12
Tyyppi:	Kerrostalo, 32 huoneistoa
Päärakennusmateriaali:	Betoni (kantavat rakenteet)
Rakennusvuosi:	1961
Energialuokka:	E
Lämmitysmenetelmä:	Kaukolämpö
Ilmanvaihtojärjestelmä:	Koneellinen poistoilmapuhallin
Tontin pinta-ala:	1859,00 m ²
Kerroslukku:	7

TYÖMAA

Pääurakoitsija:	Rakennusliike Halonen Oy
Rakennuttaja:	Asunto Oy Kajaanin Brahenkatu 12
Vastaava työnjohtaja:	Ville Alasalmi
Työmaan/urakan tyyppi:	Linjasaneeraus (muutos- ja peruskorjaustyö)
Alustava aikataulu:	09/2014 – 05/2015
Tilaaajan vaatimukset:	Puhtausluokka P2 sekä sisäilmaluokitus S2

8.2 Saneerauksen toteutus

Tässä opinnäytetyössä esimerkkitilanteena käytetyn työmaan perusteena on peruskorjaus, tarkemmin linjasaneeraus. Linjasaneerauksella tarkoitetaan rakennusten vesi- ja viemärijohtojen kunnostusta tai uusimista. Linjasaneeraukseen liittyy usein myös rakennuksen ilmanvaihtotekniikan, lämmitysjärjestelmän ja sähköjärjestelmän nykyaikaistamista. Pölynhallinta linjasaneerauksen aikana on erittäin merkittävässä roolissa, sillä purkutöiden aikana syntyvien epäpuhtauksien lisäksi on otettava huomioon, että rakennusta käytetään myös remontin aikana.

Linjasaneeraus kohteessa Brahenkatu 12 käsittää koko rakennuksen viemäristön, vesijohtojen ja sähkövarusteiden uusimisen sekä kosteiden tilojen pintarakenteiden uusimisen. Samassa uusitaan myös sähkösyöttö ja rakennetaan valo-kaapeliverkko. Sähköosuus sisältää myös mittarikeskusten sekä huoneistojen kaikkien johtimien uusimisen.

Rakennuksen ilmastointijärjestelmä uusitaan niin, että siinä tulee olemaan lämmöntalteenotto. Samalla myös hissi modernisoidaan. Keittiöt uusitaan osittain huoneistokohtaisesti. Rakennuksen saneeraus toteutetaan neljässä pystylinjassa. Urakan alustava hinta-arvio on 865 000 €, mutta kustannuksiin tullaan lisäämään vielä huoneistokohtaiset keittiön kalusteiden muutostyöt.

Tämän opinnäytetyön tekemisen aikana työmaata ei keretä saada täysin valmiiksi asti (arvioitu valmistumisaika vasta toukokuun puolivälin jälkeen), joten tässä työssä on käytetty vain ajan tasalla olevia tietoja työmaasta, sekä sen tämänhetkisestä tilasta ja vaiheista. Tässä työmaata kuvaavassa osiossa käsitellään työmaahan liittyviä asioita nimenomaan pölynhallinnan ja -torjunnan, pölyisyyden, terveyden sekä puhtaan korjausrakentamisen näkökulmasta. Kuvassa 15 sivulla 56 näkyy saneerattavan rakennuksen julkisivu.



Kuva 15. Julkisivukuva kohteesta Brahenkatu 12, Kajaani.

8.2.1 Valmistelevat toimenpiteet

Ennen purkutöiden aloittamista kohteessa suojattiin pahvien, muovien sekä teip-
pausten avulla kaikki ne pinnat, joiden ei haluta likaantuvan. Suojattuja raken-
nuksen osia ovat muun muassa eteiskäytävän lattiat, koko rakennuksen portaik-
ko, asuinhuoneistojen lattiat sekä kaikki sellaiset pinnat, jotka voivat korjaustyön
aikana joko likaantua tai vaurioitua.

Ennen työskentelyn aloittamista kohteen sekä työmaan perustiedot on kirjattu,
otettu huomioon paikkakuntaiset ohjeet sekä lupa- ja lainsäädännölliset asiat,
kartoitettu pölyä tuottavat työvaiheet, tehty purkutyösuunnitelma purettavista ra-
kenteista sekä suoritettu asbestikartoitus. Samalla on järjestetty purkujätteiden
keräys ja lajittelu. Työmaalle tehtiin myös lisäksi asbestipurkusuunnitelma.

8.2.2 Osastointi ja alipaineistus

Yhdeksi tärkeimmäksi syntyvien pölyjen hallintamenetelmäksi tälläkin työmaalla valikoituu korjattavien tilojen jakaminen erillisiin osastoihin sekä niiden alipaineistaminen käyttämällä siihen tarkoitettuja alipaineistajia. Osastoinnilla purkukohde on eristetty ilmastollisesti muista tiloista ja alipaineistettu. Osastoivat suojaseinät on rakennettu suurimmilta osin käyttäen 22x50 mm puurimoja, läpinäkyvää muovia sekä eristysteippiä. Joissakin kohdissa on pystytty käyttämään hyväksi myös oviaukkoja muovien kiinnityskohtina. Kuvassa 16 näkyy erään suojaseinän ri-
moista tehty tukirakenne.



Kuva 16. 22x50 mm rimoista tehty tukirakenne suojaseinille.

Osastovien tilojen ulkopuolella oleviin alipaineistuskoneisiin on liitetty teippaamalla muovisukka, jota pitkin pölyinen ilma johdetaan tilasta pois. Kaikki alipaineputkien ja -sukkien liitokset ja teippaukset ovat tarpeeksi tiiviitä, joten sitä kautta purkutilaan luotu alipaine ei ainakaan pääse karkaamaan. Kohteessa on käytetty myös muutamaa erilaista alipaineistuslaitetta, joissa osassa on HEPA H13 -luokan suodatin. Tämä kyseinen suodatin soveltuu erityisesti puu-, kvartsi- ja

kivipölylle sekä myös homeille ja asbestikuiduille. Kuvassa 17 näkyy Pullman Ermator A600 -merkkinen alipaineistaja, jossa on HEPA H13-suodatin sekä laitteen läpi kulkeva ilmamäärä on 550 m³/h.



Kuva 17. HEPA H13 -suodattimella varustettu käynnissä oleva alipaineistaja.

Osastointi- ja alipaineistusmenetelmät ovat toimineet työmaalla muuten hyvin muiden pölynhallintamenetelmien kanssa, mutta osastoivien suojaseinien kestävyys ja tiiviys ovat muodostuneet pienimuotoiseksi ongelmaksi. Suojaseinät ovat monessa kohtaa työmaata jopa pahoin revenneitä, koska niiden läpi tai ohi kulkevien työntekijöiden työkalut, laastiastiat ja muut mukana kulkevat esineet ovat tarttuneet ohueen muoviin kiinni. Osastoivia suojaseiniä on joissakin kohti paikkailtu ilmastointiteipillä.

Tämän kohteen vastaavan työnjohtajan Ville Alasalmen mielestä suojaseiniin pitäisi keksiä jokin parempi ja kestävämpi ratkaisu, ettei työmaa menisi rikkonaisen suojausten takia liian pölyiseksi ja näin ollen lisäisi muun muassa loppusii-
vouden kustannuksia. Vaikka suojaseinien teippauksissa on käytetty normaalisti melko hyvin pitävää oranssia tiivistysteippiä, se ei näytä tarttuvan katon/seinien

pintaan ja puurimoista tehtyyn kehikkoon kunnolla. Kuvassa 18 näkyy revennyt osastoiva suojaseinä, jota on jouduttu paikkailemaan esimerkiksi ilmastointiteipillä ja jonka läpi on vedetty sähköjohtoja erilaisia laitteita varten.



Kuva 18. Ilmastointiteipillä paikattu osastoiva seinä.

Kuvasta 19 voidaan nähdä, miten paljon suojaseinät voivat revetä, kun niiden ohi ja läpi joudutaan kävelemään jatkuvasti. Tämän kohteen käyttävät ovat työntekijöiden ja työlaitteiden määrään nähden hyvin kapeat, joten työmaalla tulee liikkua todella varovasti, etteivät osastoivat seinät kärsisi normaalista liikkumisesta.



Kuva 19. Suojaseinä voi revetä pahoin siitä työvarusteiden kanssa läpi käveltäessä.

8.2.3 Purkutyöt

Uusien putkistojen ja sähköjärjestelmien rakentamisen sekä kosteiden tilojen pintarakenteiden uusimisen vuoksi kohteessa on jouduttu purkamaan tai avaamaan enimmäkseen betonilattiaa ja -seinää, erilaisia kalusteita, hormirakenteita sekä alakattoja. Näiden lisäksi on purettu eristevilloja ilmanvaihtokanavista, pikieristettä esimerkiksi kosteiden tilojen lattiarakenteista sekä vanhoja lämpöjohtoja.

Työskentelytilojen sisäilmaan on päässyt paljon erilaisia pienhiukkasia, emi-siotuotteita sekä haitallisia altisteita rakennusmateriaaleja purkaessa. Rakennuspölyjen hallinta on kuitenkin tällä työmaalla toiminut suojaseinien repeilyä lukuun ottamatta hyvin, joten työntekijöiden sekä muiden tilassa olevien henkilöiden pölykuormitusta on voitu vähentää merkittävästi. Jokainen työntekijä myös on huolehtinut henkilökohtaisten suojainten sekä esimerkiksi kohdepoistolaitteiden käytöstä. Työmaalla on purettujen rakenteiden sekä käsiteltyjen rakennusmateriaalien perusteella todettu olevan seuraavia epäpuhtauksia ja altisteita:

- Betonirakenteita purettaessa on havaittu emäksistä betonipölyä.
- Vanhojen purettujen sähkökeskusten juotoksissa esiintyy lyijyä.
- Vanhoissa puretuissa valurautaviemäreissä liitokset on tiivistetty vanhalla tavalla, eli ne on pakattu hammppukuidulla ja valettu lyijyllä tiiviiksi.
- Erilaiset vanhat puretut eristeet (havaittu eristevillapölyä) sekä IV-kanavien puretut eristevillat, joissa on havaittu fenoliformaldehydiä kuitujen sideaineena.
- Kosteiden tilojen lattia- ja seinärakenteista puretuissa pikieristeissä on havaittu kreosoottia.
- Vanhoissa lämpöjohdoissa kellarissa on ollut asbestipahvia, ja näin ollen on jouduttu suorittamaan työ asbestipurkuna sekä tekemään asbestipurkusuunnitelma.
- On hiottu pois sellaisia vanhoja tasoitteita, joissa on lisäaineena kaseiinia.

- Erilaisissa puurakenteissa, joita on jouduttu purkamaan, on syntynyt puupölyä.

Betonin purkaminen (yleensä piikkaamalla) on yksi korjausrakennustyömaan eniten pölyä tuottavista vaiheista, ja asia on näin myös tällä työmaalla. Betonirakenteita purettaessa on purkua suorittavan työntekijän ja muiden tilassa olevien käytettävä FFP2- tai FFP3-luokan hengityksensuojainta sekä asianmukaista suojavaatetusta. Kuvassa 20 näkyy purettua betonilattiaa eräästä kylpyhuoneesta.



Kuva 20. Betonia on piikattu uusia putkistoja varten.

8.2.4 Uusien putkistojen rakentaminen

Rakennuksessa on valmiina vanhat putkikuilut, joten niitä ei tarvitse rakentaa erikseen. Vanhat viemäroinnit korvataan uusilla valurautaisilla viemäriputkistoilla. Rakenteita on jouduttu muokkaamaan joissakin tilanteissa, että esimerkiksi uudet lattiakaivot ja viemäriputket pystytään asentamaan paikoilleen. Kuvassa 21 sivulla 63 näkyy, kuinka valurautaiset viemäriputket liittyvät rakennuksessa valmiina olevaan vanhaan putkikuiluun.



Kuva 21. Valurautaisten viemäriputkien liittyminen rakennuksen putkikuiluun.

Kuvassa 22 näkyy yläpuolella olevasta kylpyhuoneesta tulevat, uudet valurautaiset viemäriputket.



Kuva 22. Yläpuolella olevasta kylpyhuoneesta tulevat uudet putket.

8.2.5 Vesieristykset ja pinnoitustyöt

Saneeraukseen kuuluva kosteiden tilojen pintarakenteiden uusiminen on myös yksi sellainen vaihe, jossa työtä suorittava henkilö voi altistua haitallisille altisteille. Lopputuotteesta löytyvien rakennusmateriaalien osalta ei kuitenkaan tarvitse olla huolissaan, sillä kaikki tässä kohteessa käytetyt vedeneristys- sekä tasoite tuotteet ovat sekä CE- että M1-luokiteltuja. Vähäpäästöisiä tuotteita on paljon turvallisempi käsitellä ja tilaajan asettamat puhtausluokka- ja sisäilmastovaatimukset täyttyvät siltä osin.

Kohteessa käytetään märkätiloissa saman valmistajan yhteensopivia tuotteita, kuten esimerkiksi Weber MT -märkätilatasoitetta ja Weber 137 -oikaisulaastia. Märkätilojen betoniset lattiat ja seinät tasoitetaan märkätilatasoitteella valmistajan ohjeiden mukaisesti. Pohjustus tehdään Weber MS -kosteussulkukäsittelyllä kauttaaltaan vedellä ohennettuna. Kosteussulun päälle tulee vähintään kaksi kerrosta Weber WP -vedeneristysmassaa, jonka päälle Weber RF -saneerauslaasti.

8.2.6 Lopettavat toimenpiteet

Työmaa on tällä hetkellä vielä kesken, joten tässä osiossa käsitellään asioita, joita työmaalla tullaan tekemään saneerauksen loputtua. Purkutöiden loputtua työskentelytiloihin syntynyt purkujäte siirretään ulos suljettujen jätesäkkien tai jorkaisessa kerroksessa olevien jäteastioiden avulla. Kaikki työkalut ja -varusteet puhdistetaan huolellisesti sekä tilat ja pinnat imuroidaan tehokkailla HEPA-suodattimella varustetuilla imureilla. Näin toimien voidaan estää tehokkaasti rakennuspölyn leviäminen käytössä oleviin tiloihin ja sitä kautta ehkäistä tilojen käyttäjiin kohdistuvan mahdollisen altistumisen hiukkasmaisille epäpuhtauksille.

8.3 Pölynhallinta työmaalla

Tällä linjasaneeraustyömaalla on käytetty monia erilaisia pölynhallinta sekä -torjuntatekniikoita. Osastoinnin huolellinen toteutus on avainasemassa näin pö-

lyisellä työmaalla, koska rakennuspölyn leviäminen ympäröiviin tiloihin olisi saatava estettyä kunnolla. Kohteessa havaittiin muutamissa kohtaa puutteellista osastointia. Puutteita oli jopa muutaman sellaisen tilan osastoivissa suojaseinissä, joihin oli tehty alipaine. Korjaustyötä suorittavien työntekijöiden sekä työnjohdon tulisikin kiinnittää tarkemmin huomiota kaikkiin niihin seikkoihin, jotka voivat lisätä merkittävästi joko ihmisiin kohdistuvaa vaarallisille aineille altistumista tai ympäröivien tilojen pölykuormitusta. Asenteella on tässäkin asiassa suuri merkitys.

Osastoinnin ja alipaineistuksen lisäksi tällä työmaalla käytettiin mahdollisimman vähän pölyä tuottavia työmenetelmiä, kuten esimerkiksi betonin timanttisahausta ja -porausta. Näitä menetelmiä käyttäen betonipölyn määrä sisäilmassa on huomattavasti pienempi kuin esimerkiksi piikkauksessa. Joitakin kohteita jouduttiin silti piikkaamaan, mikä synnytti suurimman betonipölykuormituksen tässä kohteessa. Työmaalla käytettiin kaikissa työkoneissa kohdepoistolaitteita, jotka liitettiin HEPA-suodattimella varustettuihin imureihin. Pölyämisen vähentämiseksi käytettiin myös märkämenetelmistä vesisumutusta sekä pölynsidonta-aineen levittämistä purettavien rakenteiden pinnoille.

Korjaustyön aikana käytettiin joissakin tiloissa myös mikrosuodattimilla varustettuja ilmanpuhdistimia, joiden avulla pölyinen ilma kierrätetään suodattimen läpi takaisin tilaan jossa työskentely tapahtuu. Jokaisen työpäivän jälkeen työmaa siivottiin huolellisesti imuroimalla sekä kantamalla suurimmat purkujätteet joko pihalle tai kerroksissa oleviin jäteastioihin. Siivousta suoritettiin myös heti joidenkin työvaiheiden jälkeen. Työmaalla ei käytetty jätekuilua, vaan suurimmat irtojätteet pussitettiin. Kuvassa 23 sivulla 66 näkyy kerroksessa oleva jäteastia, johon purkujäte voidaan laittaa.



Kuva 23. Jäteastia kerroksessa purkujätteitä varten.

Siivouksen ja jätehuollon lisäksi jokainen pölyiseen tilaan menevä työntekijä käyttää hengityksensuojaimia, jotka ovat tällä työmaalla mallia FFP2 ja FFP3. Pölyävät valmistelutyöt, kuten esimerkiksi laastien sekoitukset, tehdään mahdollisuuksien mukaan joko ulkoilmassa tai kellarissa. Kellarissa leikataan myös kipsilevyt, koska sekin aiheuttaisi kerroksissa tarpeetonta pölykuormitusta. Kaikki sirkelillä leikattavat materiaalit leikataan myös ulkoilmassa.

Muut pölynhallintamenetelmät ovat toimineet työmaalla moitteetta, mutta tiloja osastoivat suojaseinät ovat repeilleet, kun työntekijät ja muut henkilöt ovat kävelleet laitteiden ja laastisankojen kanssa niiden läpi. Suojaseinien revetessä alipaineistajalla tilaan aikaansaatu alipaine häviää tai ainakin pienenee merkittävästi, ja näin ollen pölyt sekä muut epäpuhtaudet pääsevät leviämään sellaisiin ilmatiloihin, joihin niiden ei pitäisi päästä. Tämä lisää merkittävästi työmaan kokonaispölykuormitusta sekä tiloissa olevien ihmisten riskiä altistua terveydelle haitallisille epäpuhtauksille. Suojaseinille olisi hyvä keksiä jokin sellainen ratkaisu, jonka avulla suojaseinien ohi voisi liikkua normaalisti, eikä työmaan pölynhallinta kärsisi tällaisista puutteista. Tämän työmaan vastaava työnjohtaja Ville Alasalmi on kaikesta huolimatta valvonut hyvin työturvallisuuden ja pölynhallinnan noudattamista sekä huomauttanut tehokkaasti työntekijöitä havaitsemistaan puutteista esimerkiksi henkilökohtaisten suojainten osalta.

8.4 Siivous

Koska tilaaja on asettanut työmaan puhtausluokkavaatimukseksi luokan P2, ei työmaan siisteydelle ole sen mukaan mitään kummempia ohjeita tai määräyksiä. Ainoa vaatimus P2:n mukaan on se, että pölynhallinnan on oltava yleisen hyvän rakennustavan mukaista. Tilaaja on myös vaatinut, että rakennuksen lopullinen sisäilmastoluokka on S2, joten luovutusvaiheessa pinnoilla ei saa olla näkyvää likaa, kuten esimerkiksi roskia, irtolikaa, pölyä, kiinnittynyttä likaa tai tahroja.

Tässä kohteessa siivous on toteutettu olosuhteisiin nähden oikein hyvin. Työmaa siivotaan jokaisen työpäivän päätteeksi HEPA-suodattimella varustetuilla imureilla. Tilat imuroidaan myös paljon jätettä tai pölyä synnyttävien työvaiheiden jäl-

keen. Suuremmat irtojätteet pussitetaan ja kannetaan joko ulos suljettuihin jäteastioihin tai kerroksissa oleviin pienempiin jäteastioihin. Työmaalla ei käytetä harjausta siivousmenetelmänä, koska se nostaa huomattavan pölyä leijumaan tilojen sisäilmassa. Jäteastioita on myös varattu tarpeellinen määrä jokaiseen kerrokseen, jotta jätteet saadaan mahdollisimman tehokkaasti kerättyä yhteen paikkaan.

8.5 Laadunvarmistus

Keskeisimpiä laadunvarmistuksen tekijöitä tällä linjasaneeraustyömaalla ovat purkualueen onnistunut eristäminen, pölyntorjuntatoimenpiteiden huolellinen suunnittelu, työntekijöiden riittävä ammattitaito, korjaustyön aikana suoritettut katselmukset sekä riittävä jätehuolto ja siivous. Ne pinnat, joiden ei haluttu likaantuvan, suojattiin teippauksien ja pahvien avulla. Kuvassa 24 näkyy pahvilla suojattu portaikko.



Kuva 24. Pahvien ja teippauksien avulla suojattu portaikko.

Työmaalla ei ole suoritettu pölyisyysluokkamittauksia. Kainuun Työterveyshuolto on suorittanut tähän kohteeseen työsuojelupiirien työsuojeluvalvontaan liittyvän työmaatarkastuksen. Tarkastuksen avulla varmistettiin, että työmaalla käytettävät koneet, laitteet ja muut työvälineet täyttävät niille asetetut turvallisuus- ja terveysmääräykset ja että työntekijöillä on hyvät työskentelyolosuhteet. Myös sähköturvallisuus on otettu tarkastuksessa huomioon. Tarkastuksessa ei havaittu puutteita työntekijöiden olosuhteissa tai yleisessä työturvallisuudessa.

S2-sisäilmastoluokkaan ja P2-puhtausluokkaan pääsemiseksi on myös kiinnitetty huomiota siivoukseen ja sen suoritustapaan. Harjausta ei käytetä, jätteet pussitetaan sekä imurointi tapahtuu HEPA H13-suodattimilla varustetuilla imureilla. Siivous tapahtuu päivittäin ja aina kun suoritetaan pölyistä työvaihetta. Myös kohdepoistolaitteita sekä pölyämättömiä työmenetelmiä käytetään aina kun mahdollista. Ilmanvaihdon sisääntuloventtiilit on pölyn leviämisen estämiseksi tukittu teippauksin sekä muoveilla. Kuvassa 25 näkyy eräässä työskentelytilassa oleva tukittu IV-sisääntuloventtiili.



Kuva 25. Teippauksilla ja muovilla tukittu ilmanvaihdon sisääntuloventtiili.

9 TYÖN TULOKSET JA NIIDEN ANALYSOINTI

Tässä insinööriyössä havaittiin, että korjausrakentamisessa onnistunut sisäilman laadun hallinta edellyttää osaavan suunnittelun ja työnjohdon lisäksi myös hyvää asennetta työn suorittajilta varsinkin suojarusteita ja pölyttömiä työmenetelmiä kohtaan. Saneeraustyömaalla pienikin virhe tai puute pölynhallinnassa voi aiheuttaa useiden työntekijöiden altistumisen vaarallisille pienhiukkasille. Tämä heikentää työkykyä, lisää kustannuksia ja aiheuttaa jopa pysyviä haittoja ihmiskehölle. Työntekijöitä tulisi motivoida ottamaan huomioon pienetkin sellaiset seikat, joilla voidaan parantaa korjausrakentamistyömaan työskentelyolosuhteita sekä yleistä tiloissa viihtymistä.

Toimivimmat menetelmät rakennustyömaan pölyntorjuntaan ovat tutkimuksen perusteella pölyämättömien työmenetelmien valinta, asianmukaisella tavalla toteutettu tilojen osastointi ja alipaineistus, pölyttömän työn kuvaan sopivat suojarusteet ja-laitteet, tilojen ja pintojen suojaus sekä jatkuva ja työtä kehittävä laadunvalvonta. Pääosa korjausrakennustyömaalla havaittavista pienhiukkasista koostuvat betonipölystä, kvartsipölystä sekä puupölystä. Useissa vanhojen korjauskohteiden tapauksissa joudutaan purkamaan myös paljon vaarallisempia aineita sisältäviä rakennusmateriaaleja, kuten esimerkiksi asbestia sisältäviä eristemateriaaleja, lyijyä sisältäviä rakenteita sekä pikieristeitä, joissa on kreosoottia.

Suureksi ongelmaksi havaittiin joidenkin työntekijöiden välinpitämätön asenne pölyntorjuntaa ja työturvallisuutta kohtaan. Rakennustyömailla olisi todella tärkeää puhua työntekijöiden kanssa pienhiukkasten ja muiden epäpuhtauksien aiheuttamista haitoista. Tärkeää olisi ottaa esille ihmiselle aiheutuvien haittojen lisäksi myös tuotannolliset ja työn sujuvuuteen liittyvät asiat.

Työn tulosten perusteella pölynhallinta korjausrakentamisen työmailla onnistuu vain, jos jokainen työmaalla liikkuja pitää terveyteen ja puhtauteen liittyviä asioita tärkeänä. On vähintään hyvän rakennustavan mukaista, että jokaisella on oikeus työskennellä terveellisessä ympäristössä. Pölynhallinta korjaustyön aikana ei maksa koskaan niin paljon urakoitsijalle, kuin sen laiminlyönti. Nykyään saatavilla olevan terveystiedon ansiosta voidaan onneksi parantaa töiden terveellisyyttä.

10 YHTEENVETO

Huonosta sisäympäristöstä ja sisäilmasta aiheutuu nykyään huomattavan paljon ongelmia monille korjausrakentamisen työmaille. Puutteelliset tutkimukset ja suunnitelmat voivat kääntää korjausrakentamishankkeen katseet enemmän tai vähemmän epäoleellisiin asioihin. Näiden asioiden avulla ei voida välttämättä saavuttaa toivottua lopputulosta sisäilmaan, töiden terveellisyyteen tai puhtautteen liittyen, eikä tilan loppukäyttäjienkään tyytyväisyys ole toivottua tasoa.

Eräs merkittävin ongelma korjausrakentamisessa on juuri sisäilmaston hallinnan puutteet sekä niistä aiheutuneet ongelmat. Rakennuspölylle ja erilaisille rakennusmateriaaleista irtoaville hiukkasille altistuminen voi aiheuttaa todella vakavia sairauksia. Pölyiset työskentelyolosuhteet myös lisäävät merkittävästi työmaan siivouskustannuksia sekä aiheuttavat tuotannollisia ongelmia. Jatkuva työntekijöiden sairastelu sekä työkyvyn heikkeneminen voivat aiheuttaa aikataulusta myöhästymisen tai muiden työntekijöiden ylikuormituksen.

Sisäilmaston hallinnasta yritetään usein luistaa taloudellisten syiden vuoksi. Näin ollen jokainen korjausrakentamisen urakoitsija voisikin kysyä itseltään: kumpi tulee kalliimmaksi, hyvä ja toimiva rakennuspölyn hallinta ja työmaan siivoaminen rakennustöiden aikana vaiko suuret loppusiivouksen kustannukset, aikataulusta myöhästymisen, oireilevat työntekijät ja pölyiseen lopputuotteeseen tyytymätön tilaaja? Rakennuspölyjen hallinta vaatii hyvän suunnittelun lisäksi sellaisen toteutuksen, josta ei luisteta. Koskaan ei saisi olla niin kiire, että laiminlyödään työturvallisuuden ja -terveyteen liittyviä asioita, puhumattakaan yleisestä siisteydestä.

Huonon sisäilman laadun aiheuttamista terveysvaikutuksista tulisi puhua enemmän työntekijöiden, tilaajan sekä kaikkien rakennusprojektiin osallistuvien kanssa. Pölynhallinnan merkitystä ja tärkeyttä ei voida koskaan painottaa liikaa. Toimiva ilmanvaihto, mahdollisimman vähän pölyävät työmenetelmät, kohdepoistolaitteet, tilojen onnistunut osastointi ja alipaineistus, työohjeiden noudattaminen, oikeaoppinen jätehuolto, tilojen siivous sekä terve järki. Edellä mainitut asiat ovat juuri niitä avaimia, joiden avulla korjausrakentamisestakin saadaan tulevaisuudessa yhä laadukkaampaa, turvallisempaa ja mikä tärkeintä – terveellisempää.

LÄHTEET

1. VTT – Rakentamisen turvallisuuden hallinta, http://virtual.vtt.fi/virtual/proj3/polyverkko/kpl_1_1.htm
2. Pesonen-Leinonen (2015). Ilma jota hengitämme. [WORD-dokumentti], http://puhtausala.molentum.fi/sites/puhtausala.molentum.fi/files/sisailmakasitteet_ja_siivouksen_rooli.doc
3. Meranti, siivoustietoa, laadukas siivous. [PDF-dokumentti], http://www.meranti.fi/assets/site/files/M_LAADUKAS_SIIVOUS.pdf
4. Sisäilmayhdistys, terveelliset tilat-tietojärjestelmä, hiukkasmaiset epäpuhtaudet. [WWW-dokumentti], <http://www.sisailmayhdistys.fi/terveelliset-tilat-tietojarjestelma/sisailmasto/hiukkasmaiset-epapuhtaudet/>
5. Ilmastointimega, sisäilmasto. [WWW-dokumentti], <http://www.ilmastointimega.fi/sisailmasto2.shtml>
6. University of Eastern Finland, Pölynhallinta korjausrakentamisessa. [PDF-dokumentti], http://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_978-952-61-1052-3/urn_isbn_978-952-61-1052-3.pdf
7. Työterveyslaitos, Työympäristö, Sisäilma ja sisäympäristö, Sisäympäristötekijät, Sisäilman epäpuhtaudet, Sisäilman hiukkaset. [WWW-dokumentti], http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/sisailma_ja_sisaymparisto/sisaymparistotekijat/sisailman_epapuhtaudet/hiukkaset/Sivut/default.aspx
8. Rakennustieto Oy, RatuTT 13.14, Pölyntorjunta rakennustyössä.
9. Valvira, Ohjaus ja valvonta, Terveysturvallisuus, Hiukkaset ja kuidut. [WWW-dokumentti], http://www.valvira.fi/ohjaus_ja_valvonta/terveydensuojelu/asumisterveys/hiukkaset_ja_kuidut
10. Työsuojelurahasto, tutkimustietoa, rakennuspölylle altistumisen vähentäminen. [PDF-dokumentti],

https://www.tsr.fi/c/document_library/get_file?folderId=13109&name=DLFE-5286.pdf

11. Työterveyslaitos, toimialat, pölyt ja mikrobit, betonipöly. [WWW-dokumentti],

http://www.ttl.fi/fi/toimialat/rakennus/turvapakki/vaaralliset_aineet/polyt_mikrobit/betonipoly/sivut/default.aspx

12. Rakennustieto Oy, Ratu- 82-0384, Tavanomaiset purkutyöt. Vaaralliset aineet – käsittely ja suojaus.

13. Työterveyslaitos, Työympäristö, Sisäilma ja sisäympäristö, Sisäympäristötekijät, Sisäilman epäpuhtaudet, Teolliset mineraalikuidut. [WWW-dokumentti],

http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/sisailma_ja_sisaymparisto/sisaymparistotekijat/sisailman_epapuhtaudet/kuidut/Sivut/default.aspx

14. Suojalaite Oy, Hengityksensuojaus - indeksi, Hengityksensuojaimet. [WWW-dokumentti], <http://www.suojalaite.fi/hengitys/hengitys.htm>

15. Strong Finland Oy, Yleistä, Yleiset pölytyypit. [WWW-dokumentti], <http://www.polyntorjunta.fi/yleiset-polytyypit>

16. Työterveyslaitos, Toimialat, Rakennusala, Turvapakki, Vaaralliset aineet, Pölyt ja mikrobit, Puupöly. [WWW-dokumentti],

http://www.ttl.fi/fi/toimialat/rakennus/turvapakki/vaaralliset_aineet/polyt_mikrobit/puupoly/Sivut/default.aspx

17. Tikkurila Oyj, Ammattilaiset, Ratkaisut, Suunnitteluohjeet, Sisämaalaus, Yleisohjeet, Tasoitteet, Yleistä tasoittamisesta. [WWW-dokumentti],

http://www.tikkurila.fi/ammattilaiset/ratkaisut/suunnitteluohjeet/sisamaalaus/yleisohjeet/tasoitteet/yleista_tasottamisesta

18. Strong Finland Oy, Pölyntorjunta, Yleiset pölytyypit. [WWW-dokumentti], <http://www.polyntorjunta.fi/yleiset-polytyypit>

19. Suomen Asbesti- ja Pölynsaneerausliikkeiden liitto SAP ry, Asbesti korjausrakentamisessa. [PDF-dokumentti], <http://www.sapry.fi/datafiles/userfiles/File/Asbestiesitys.pdf>
20. Työterveyslaitos, Toimialat, Rakennusala, Turvapakki, Vaaralliset aineet, Eristeaineet, Asbesti. [WWW-dokumentti], http://www.ttl.fi/fi/toimialat/rakennus/turvapakki/vaaralliset_aineet/eristeaineet/asbestituotteet/sivut/default.aspx
21. Rakennustieto Oy, RT 20-11160, Haitta-ainetutkimus 2014, Rakennustuotteet ja rakenteet.
22. Rakentaja.fi, Palvelut, Artikkelit, Näin laatoitat lattia. [WWW-dokumentti], http://www.rakentaja.fi/artikkelit/11215/nain_laatoitat_lattian.htm
23. Strong Finland Oy, PUTUSA-hanke, Loppuraportin tiivistelmä. [PDF-dokumentti], http://www2.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2013/Putusa_ohje_tiivis_130415.pdf
24. Sisäilmayhdistys, Terveelliset tilat-tietojärjestelmä, sisäilmasto, ilmanvaihdon vaikutus. [WWW-dokumentti], <http://www.sisailmayhdistys.fi/terveelliset-tilat-tietojarjestelma/sisailmasto/ilmanvaihdon-vaikutus/>
25. Rakennustieto Oy, RatuTT 09-01061, Ohjeita korjausrakentamisen pölyntorjuntaan.
26. Työterveyslaitos, Työympäristöseminaari 2013, Hyvinvointia työstä. [PDF-dokumentti], <http://netti.sak.fi/sak/tyoymparistoseminaari/2013-Hyvinvointia-tyostapdf.pdf>
27. Sisäilmayhdistys, Terveelliset tilat-tietojärjestelmä, sisäilmasto, psykologiset tekijät. [WWW-dokumentti], <http://www.sisailmayhdistys.fi/terveelliset-tilat-tietojarjestelma/sisailmasto/psykologiset-tekijat/>
28. Rakennuskone.fi, Pölynhallinnassa. [WWW-dokumentti], <http://www.rakennuskone.fi/polynhallinnassa/>

29. Finlex, lainsäädäntö, säädökset alkuperäisinä, Työturvallisuuslaki 738/2002. [WWW-dokumentti], <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2002/20020738?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=ty%C3%B6turvallisuuslaki#Pidp3658416>
30. Finlex, lainsäädäntö, säädökset alkuperäisinä, 2009, Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta (205/2009). [WWW-dokumentti], <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090205#Pidp3663136>
31. Työterveyslaitos, tiedotteet, Hyvällä pölyntorjunnalla terveellisempää korjausrakentamista. [WWW-dokumentti], http://www.ttl.fi/fi/tiedotteet/Sivut/tiedote12_2013.aspx
32. Strong Finland Oy, Pölyntorjunta, Urakoitsijat. [WWW-dokumentti], <http://www.polyntorjunta.fi/urakoitsijat>
33. Rakennustieto Oy, RT 10-10982, Rakennuttajan työturvallisuusvelvoitteet rakennushankkeessa.
34. Korjaustieto, taloyhtiöt, sisäilmaongelmat, sisäilman laatu, sisäilmastoluokitus korjausrakentamisessa. [WWW-dokumentti], <http://www.korjaustieto.fi/taloyhtiot/kosteus-ja-homevauriot-sisailma-terveydelle-vaaralliset-aineet/sisailman-laatu/sisailmastoluokitus-korjausrakentamisessa.html>
35. Rakennustieto Oy, RT 07-10946, Sisäilmastoluokitus 2008. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset.
36. Rakennustieto, Rakennusmateriaalien päästöluokitus, yleiset ohjeet. [PDF-dokumentti], https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/newfolder/5ox4SeyDQ/yleiset_ohjeet_270510.pdf

LIITTEET

Liite 1 Tietopaketti Rakennusliike Halonen Oy:lle

TIETOPAKETTI JAETTAVAKSI KORJAUS- RAKENTAMISEN TYÖMAILLE

OPAS HYVÄÄN PÖLYNHALLINTAAN



JOHDANTO

Tässä tietopaketissa käsitellään yleisimpiä korjausrakentamisen työmailla syntyviä epäpuhtauksia, niiden aiheuttamia terveyshaittoja, pölyiltä suojautumista sekä muutamia vinkkejä onnistuneeseen pölynhallintaan. Tietopaketista on rajattu pois kosteus- ja mikrobivaurioiden osuus sekä rakennusmateriaalien emissioista tulevat kemialliset yhdisteet. Tämä tietopaketti on tarkoitettu käytettäväksi työmaan vastaavalle työnjohtajalle tuotannonsuunnittelun apuna korjausrakennuskohteissa tai sellaisissa muissa rakennustöissä, joissa syntyy merkittävä määrä epäpuhtauksia. Tässä tietopaketissa käytetyt taulukot, tekstit ja kuvat on koottu muun muassa Rakennustieto Oy:n tietokannasta, viranomaisohjeista sekä muista pölyntorjuntaan liittyvistä luotettavista lähteistä. Tietopakettia saa käyttää vapaasti.

1. YLEISTÄ PÖLYNTORJUNNAN TOTEUTUKSEN SUUNNITTELUSTA

Pölyisissä työkohteissa tulee arvioida pölyjen aiheuttamat riskit ja kartoittaa mahdollisuudet pölyjen aiheuttamien vaarojen vähentämiseksi. Rakennuspölyn joukossa on sellaisia jakeita, jotka ovat haitallisempia kuin toiset, kuten kiteinen kvartsi. Vaaran ollessa ilmeinen tulee toimenpiteisiin riskin pienentämiseksi ryhtyä heti. Torjuntaratkaisut on valittava siten, että ne suojelevat sekä työntekijää että ympäristöä. Työmenetelmien valinnalla suunnitelluvaiheessa vaikutetaan syntyvän pölyn määrään.

Tuotannonsuunnittelulla saavutetaan ajalliset, taloudelliset ja laadulliset tavoitteet, jotka on urakkasopimuksessa sovittu. Korjauskohteiden tuotannonsuunnittelu eroaa uudiskohteiden suunnittelusta lähtötietojen epävarmuuden ja tuotantomenetelmän valinnan osalta. Purkutyötä suunniteltaessa on tehtävä riittävät selvitykset purkukohteesta ja purettavista rakenteista, purkutyön vaikutuksesta kohteeseen, ympäristöön ja ympäristössä asuvien tai työskentelevien ihmisten turvallisuuteen.

Taulukossa 1 sivulla 3 on esitetty yleisimmille rakennuspölylle altistavat työvaiheet, altistuvat työntekijäryhmät, terveysvaikutukset sekä epäpuhtauksilta suojautuminen.

Pöly	Betonipöly	Tiili- ja kivipöly	Puupöly	Eristekuitupöly
Altistavat työvaiheet	<ul style="list-style-type: none"> - hionta- ja tasoitetyöt - piikkaus - elementtiasennus - laikkaleikkaus - siivous 	<ul style="list-style-type: none"> - tiilien leikkaus/lohkominen - kivimateriaalin työstö - piikkaus - siivous 	<ul style="list-style-type: none"> - levyasennukset - sahaus - hionta - telineiden rakentaminen - sisäpanelointi - kalusteasennus - parkettiasennus - listoitus - siivous 	<ul style="list-style-type: none"> - eristeiden leikkaus ja asennus - puhallusvillan levitys - eristystöiden jälkeiset työt - siivous
Altistuva työntekijäryhmä	<ul style="list-style-type: none"> - betonirakentajat - elementtityöntekijät - talonrakentajat - hionta- ja tasoitetöiden tekijät - siivoojat 	<ul style="list-style-type: none"> - muurarit ja apumiehet - siivoojat 	<ul style="list-style-type: none"> - kirvesmiehet - parkettiasentajat - kalusteasentajat - siivoojat 	<ul style="list-style-type: none"> - eristäjät - rakennusmies - siivoojat
Terveysvaikutukset	<ul style="list-style-type: none"> - hengitystie- ja ihoärsytys - kvartsipöly: silikoosi, syöpävaara - sementin nikkeli, kromi ja koboltti: allergia 	<ul style="list-style-type: none"> - hengitystie- ja ihoärsytys - kvartsipöly: silikoosi, syöpävaara - sementin nikkeli, kromi ja koboltti: allergia 	<ul style="list-style-type: none"> - hengitystieärsytys - herkistyminen - kovapuupöly: syöpävaara 	<ul style="list-style-type: none"> - hengitystie-, iho- ja silmä-ärsytys - nenän tukkoisuus - limakalvoärsytys
Suojautuminen	<ul style="list-style-type: none"> - P2- tai P3-luokan moottoroitu hengityksensuojain - lyhytkestoisissa töissä puolinaamarillinen hengityksen suojain, P2-luokan suodatin - suojavaatetus 	<ul style="list-style-type: none"> - P2- tai P3-luokan moottoroitu hengityksensuojain - lyhytkestoisissa töissä puolinaamarillinen hengityksen suojain, P2-luokan suodatin - suojavaatetus 	<ul style="list-style-type: none"> - P2- tai P3-luokan moottoroitu hengityksensuojain - suojakäsineet ja -haalarit 	<ul style="list-style-type: none"> - mineraalivillaeristeissä P2-luokan puolinaamarillinen hengityksen suojain - purueristeissä P2- tai P3 luokan moottoroitu hengityksensuojain - suojakäsineet ja -haalarit
HTP_{8h}-arvo* (2009)	<ul style="list-style-type: none"> - epäorgaaninen pöly 10 mg/m³ - kvartsi, 0,05 mg/m³ - sementtipöly, hengittävää 5 mg/m³ - sementtipöly, alveolijae 1 mg/m³ 	<ul style="list-style-type: none"> - epäorgaaninen pöly 10 mg/m³ - kvartsi 0,05 mg/m³ - sementtipöly, hengittävää 5 mg/m³ - sementtipöly, alveolijae 1 mg/m³ 	<ul style="list-style-type: none"> - puupöly 2 mg/m³ - kovapuupöly 5 mg/m³ (sitova raja-arvo) 	<ul style="list-style-type: none"> - 1 kuitu/cm³

*HTP = Haitalliseksi tunnettu pitoisuus. Pienin ilman kemikaalipitoisuus, jonka on arvioitu voivan aiheuttaa haittaa tai vaaraa työntekijän terveydelle.

HTP_{8h} = Keskipitoisuus 8 tunnin aikana.

Taulukko 1. Yleisimpiä rakennustyömaan pölyjä sekä niihin liittyviä faktoja.

Työmaa kannattaa siivota päivittäin työpäivän loppuun sekä jokaisen paljon pölyävän työvaiheen jälkeen HEPA-suodattimella varustetuilla imureilla, ei siis harjaamalla. Myös kunnossa olevia kohdepoistolaitteita tulisi käyttää aina kun se on mahdollista. Alipaineistettujen ja osastoitujen työskentelytilojen suojaseinät tulisi aina pitää mahdollisimman tiiviinä, ettei pöly pääsisi leviämään ympäröiviin tiloihin.

Hyvin toteutetun pölyntorjunnan kustannukset ovat korjausrakentamisen työmailla paljon pienemmät kuin sen laiminlyönnin kustannukset.

Taulukossa 2 on esitetty pölyntorjunnasta ja vastaavasti sen laiminlyönnistä aiheutuvat kustannukset.

Taulukko 2.

PÖLYNTORJUNNASTA AIHEUTUVAT KUSTANNUKSET	PÖLYNTORJUNNAN LAIMINLYÖNNISTÄ AIHEUTUVAT KUSTANNUKSET
Siivoustkustannukset	Pölystä ja pölyn leviämisestä aiheutuvat siivoustkustannukset, jotka voivat olla jopa suuremmat kuin pölyä torjuttaessa
Alipaineistus- ja kohdepoistolaitteiden asennus-, vuokra- ja käyttökustannukset sekä rakennuksen lämmitysenergiakustannukset alipaineistusta käytettäessä	Vahingonkorvaukset kolmansille osapuolille pölystä aiheutuneista haitoista (korvausvastuut)
Osastointien työ- ja materiaalikustannukset	Työn hitaampi eteneminen, koneiden käyttöiän lyheneminen
Hengityssuojaimien kustannukset	Sairauspoissaolokustannukset, ammattitautien kustannukset

Taulukossa 3 näkyy eräitä terveydelle haitallisia ja vaarallisia aineita, joita tulee yleensä vastaan rakenteita purettaessa. Taulukossa käsitellään myös näiden altisteiden esiintymisen, tutkiminen, luvanvaraisuus sekä pääpurkumenetelmät.

Taulukko 3.

Vaarallinen aine	Esiintyminen	Tutkiminen	Luvat	Pääpurkumenetelmä
Asbesti	Julkisivut, putkien eristysmateriaalit, katot, lattiat ja sisäverhouslevyt.	Ennen vuotta 1988 valmistuneet rakennukset.	Luvanvarainen työlaji: asbestipurkutyötä saa tehdä vain työsuojelupiirin työsuojelutoimiston valtuuttama työnantaja tai itsenäinen työsuorittaja.	Osastointi. Osaston sisällä käytetään kohdepoistoa ja kohdepoistolla varustettuja työkaluja.
Kivihiihkipiki	Rakennusten ja perustusten kosteuden- ja vedeneriste: kellari-kerrosten lattiarakenteissa, tiilisaumoissa sekä muuratuissa seinissä.		Noudatetaan maankäyttö- ja rakennuslakia sekä paikallisten työsuojelu- ja ympäristöviranomaisen ohjeita.	Osastointi. Osaston sisällä käytetään kohdepoistoa ja kohdepoistolla varustettuja työkaluja.
PCB	Julkisivuelementtien, ikkunoiden ja ovien saumat.	Vuosien 1958-1979 välisenä aikana valmistuneet tai korjatut rakennukset.	Noudatetaan maankäyttö- ja rakennuslakia sekä paikallisten työsuojelu- ja ympäristöviranomaisen ohjeita.	Kohdepoisto ja kohdepoistolla varustetut työkalut.
Lyijy	Maalit, saumat, viemäri- ja juotokset, sähköjohtojen suojaputket.	Vuosien 1958-1989 välisenä aikana valmistuneet tai korjatut rakennukset.	Noudatetaan maankäyttö- ja rakennuslakia sekä paikallisten työsuojelu- ja ympäristöviranomaisen ohjeita.	Kohdepoisto ja kohdepoistolla varustetut työkalut (saumamassojen poistot).

2. RAKENNUSPÖLYILTÄ SUOJAUTUMINEN

HENKILÖKOHTAISET SUOJAIMET

1. Tavanomaiset purkutyöt

Hengityksen- ja silmien suojaimet Vaatimuksena aina CE-merkintä	Tavanomaisissa purkutöissä hengityksensuojaimia käytetään suojautumiseen mm. kvartsi-, sementti- ja puupölyä vastaan. Purkutöiden aikana tulee käyttää <ul style="list-style-type: none"> - P2-, P3- tai P3/ A2- luokan suodattimella varustettua moottoroitua koko - tai puolinaamaria tai eristävää naamaria esiintyvistä terveydelle vaarallisista aineista riippuen. - Käytettävä suodatin luokkaa P2, joka suojaaa haitalliselta pölyltä, hiukkaskoko yli 0,3 µm. - Suodatinluokka P3 suojaaa kiinteiltä myrkyllisiltä ja nestemäisiltä hiukkasilta sekä bakteereilta ja viruksilta.
Muut suojaimet	<ul style="list-style-type: none"> - käsineet ja suojavaatetus (kertakäyttöisiä tai pestäviä) - huomioliivit, -vaatetus - silmiensuojaimet - korvatulpat tai kuulosuojaimet työkohteen melutason mukaan - kypärä - määräysten mukainen putoamissuojaus korkealla työskennellessä.

3. Terveydelle haitallisia ja vaarallisia aineita sisältävien rakenteiden purku

- Asbestipurkutyö

Hengityksen- ja silmiensuojaimet Vaatimuksena aina CE-merkintä	
Osastointimenetelmä	<ul style="list-style-type: none"> - kokonaamarilla varustettu suodattinsuojain, hengitysilma ehdetaan puhaltimella suodattimen läpi. - kasvoja suojaava kokonaamari ottaa, hengitysilman paineilmalaitteesta. - ilmastollisesti eristetyssä, lyhytaikaisessa työssä on mahdollista käyttää suodattinsuojainta ilman puhallinta. - P3-luokan suodatin suojaaa kiinteiltä myrkyllisiltä ja nestemäisiltä hiukkasilta sekä bakteereilta ja viruksilta.
Muut purkumenetelmät	<ul style="list-style-type: none"> - puolinaamari ja P3-luokan suodatin, joka suojaaa terveydelle vaarallisilta, kiinteiltä ja nestemäisiltä hiukkasilta sekä myrkyllisiltä kiinteiltä ja nestemäisiltä hiukkasilta sekä bakteereilta ja viruksilta
Muut suojaimet	<ul style="list-style-type: none"> - kertakäyttöiset pölyä läpäisemättömät, vähintään Kat III, tyyppi 5 tai korkeampitasoiset suojahaalarit, joissa ei ole taskuja eikä pölyä kerääviä taitteita. Kertakäyttöhaalareita pitää varata vähintään viidet kutakin työpäivää ja työntekijää kohden. Krokidoliittipurussa käytetään kertakäyttöisiä alusvaatteita. Kohteesta ja purkutyöstä riippuen työssä voidaan käyttää myös pestäviä puuvillahaalareita. Nämä kestävät noin 10 pesukertaa. Yleensä puku vaihdetaan jokaisen poistumisen yhteydessä. Jos työtilan lämpötila on korkea (35 °C), tulisi käyttää suoja-asua, joka läpäisee vesihöyryä mahdollisimman hyvin, muuten työntekijän lämpökuormitus saattaa nousta liikaa. - kertakäyttöiset suojakäsineet. Pesuvaiheessa käytetään nitrilikumikäsineitä - sileäpintaiset kumisaappaat, joissa on matalaprofiili pohjassa - huomioliivit, -vaatetus - silmiensuojaimet - korvatulpat tai kuulosuojaimet työkohteen melutason mukaan - kypärä - määräysten mukainen putoamissuojaus korkealla työskennellessä.

- Kivihiilipikeä sisältävien aineiden purku

Hengityksen- ja silmiensuojaimet Vaatimuksena aina CE-merkintä	<ul style="list-style-type: none"> - P3/A3-luokan suodattimella ja puhaltimella varustettu ylipaineistetta (moottoroitu) tai eristävä kokosuojaanaamari
Muut suojaimet	<ul style="list-style-type: none"> - kertakäyttöinen pölytiivis suojahaalari - suojakäsineet - sileäpintaiset kumisaappaat - huomioliivit, -vaatetus - silmiensuojaimet - korvatulpat tai kuulosuojaimet työkohteen melutason mukaan - kypärä - määräysten mukainen putoamissuojaus korkealla työskennellessä.

- PCB:tä ja lyijyä sisältävien rakenteiden purku

Hengityksen- ja silmiensuojaimet Vaatimuksena aina CE-merkintä	- P3/A3-luokan suodattimella ja puhaltimella varustettu ylipaineistetta (moottoroitu) tai eristävä kokosuojanaamari
Muut suojaimet	- kertakäyttöiset pölyä läpäisemätön suojavaatetus - suojakäsineet - kumisaappaat - huomioliivit, -vaatetus - silmiensuojaimet - korvatulpat tai kuulosuojaimet työkohteen melutason mukaan - kypärä - määräysten mukainen putoamissuojaus korkealla työskennellessä.

2.1 HENGITYKSENSUOJAIMEN VALINTAAN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ

Hengityksensuojaimia on olemassa montaa eri tyyppiä ja mallia eri ominaisuuksineen. Tiettyyn työtehtävään tai työvaiheeseen suojainta valittaessa on otettava monta eri asiaa huomioon. Tärkein huomioitava seikka suojaimen valinnassa on suodattimien käyttötarkoitus. Tiedetyt suodattimet ovat tarkoitettuja ainoastaan hiukkasten suodattamiseen ja jotkut voivat olla yhdistelmäsuodattimia, jotka pystyvät suodattamaan myös kaasumaisia epäpuhtauksia. Tärkeää on myös tietää, millaisin väliajoin suodattimet tulee vaihtaa ja millainen saatavuus suojaimen varaosilla sekä vaihtosuodattimilla on. Puhallinsuojaimien osalta ilmoitetut suojauskertoimet ottavat huomioon koko laitteen kaikkine osineen, ei siis pelkkää suodatinta. Taulukon 4 avulla pystytään arvioimaan tarvittava suojaustaso, jos tiedetään haitallisten hiukkasmaisten tai kaasumaisten epäpuhtauksien pitoisuus työn suorittajan hengitysvyöhykkeellä sekä haluttu pitoisuuden taso hengitysilmassa.

Taulukko 4. Henkilösuodattimien suojauskertoimia.

Suojaintyyppi	Suojaimen tai suodattimen merkintä	Suojauskerroin (käytännön suojauskerroin) Suurin pitoisuus, jossa suojain suojaa ilmoitettuna HTP-arvon monikertana
Suodattava puolinaamari	FFP1	4
	FFP2	10
	FFP3	30
Puolinaamari	P1	4
	P2	10
	P3	30
Kokonaamari tai suukappale	P1	4
	P2	15
	P3	400
Puhallin ja kypärä tai huppu	TH1P	5
	TH2P	20
	TH3P	100
Puhallin ja neljäsosa-, puoli- tai kokonaamari	TM1P	10
	TM2P	100
	TM3P	500

3. VINKKEJÄ ONNISTUNEeseen PÖLYNTORJUNTAAN TYÖMAALLA

Rakennustyömaan pölyntorjunnassa tulee ottaa monta eri asiaa huomioon. Näiden asioiden huomioiminen luo kaikille hyvät työskentelyolosuhteet, puhtaan ja järjestyksessä olevan työmaan sekä vähentää merkittävästi esimerkiksi loppusiivouksen kustannuksia. Taulukossa 5 on esitetty pölyntorjunnan periaatteita.

Taulukko 5. Tärkeimmät pölyntorjunnan periaatteet korjaus- ja uudisrakentamisessa.

RAKENNUSTYÖMAAN PÖLYNTORJUNNAN PERIAATTEET		
Korjausrakentaminen		Uudisrakentaminen
Pölyämättömien työmenetelmien valinta	Pölyn syntymisen estäminen	Pölyämättömien raaka-aineiden, materiaalien ja työmenetelmien valinta
Osastointi ja alipaineistus Sulkutila Kohdepoisto Märkämenetelmät Riittävä yleisilmanvaihto Työmaan siistiminen Kynnysmatot kulkureiteillä	Pölyn leviämisen estäminen	Kohdepoisto Riittävä yleisilmanvaihto Tehostettu tuuletus Paikoittainen osastointi ja alipaineistus (esim. laastin sekoistuspiste) Työmaan siistiminen Eri vaiheissa etenevien työkohteiden erottaminen (esim. kerrokset)
Opastaminen ja koulutus Töiden vaiheistus Altistuvien työntekijöiden minimointi	Altistumisen välttäminen	Opastaminen ja koulutus Töiden vaiheistus Altistuvien työntekijöiden minimointi
Oikeanlaisen suojaimen valinta altisteen mukaan	Henkilökohtainen suojautuminen	Oikeanlaisen suojaimen valinta altisteen mukaan

PÖLYN MUODOSTUMISEN ESTÄMINEN

Työmenetelmän valinta	<p>Tiilien ja kivilaattojen katkaisuun ja leikkaukseen käytetään katkaisulaitteita, jotka synnyttävät vain vähän pölyä.</p> <p>Eristetuotteissa pölyämistä vähennetään käyttämällä sopivan mittaisia ja päällystettyjä tuotteita ja välttämällä tuotteiden työstöä. Myös tuotteiden rakenteiden rikkomista sisätiloissa tulee välttää.</p> <p>Työmaalle kertyvä pölyävä jäte kuljetetaan mahdollisimman nopeasti pois työpiireistä, niin että muut työntekijät eivät kuitenkaan altistu pölylle.</p>
Esivalmistus	<p>Pölyä aiheuttavat toiminnot siirretään paikkaan, missä pölyn leviäminen on helpommin estettävissä kuin asunnossa. Tila osastoidaan ja alipaineistetaan tarvittaessa.</p> <p>Työmaalla käytetään pölyämättömiä katkaisumenetelmiä ja esivalmistettuja komponentteja.</p>
Vähän pölyävät materiaalit	<p>Korvataan kuivasta jauhosta veteen sekoittamalla tehtävät materiaalit valmiiksi sekoitetuilla kosteana työmaalle toimitetulla materiaaleilla.</p> <p>Käytetään vähemmän pölyäviä materiaaleja.</p>

PÖLYN LEVIÄMISEN ESTÄMINEN

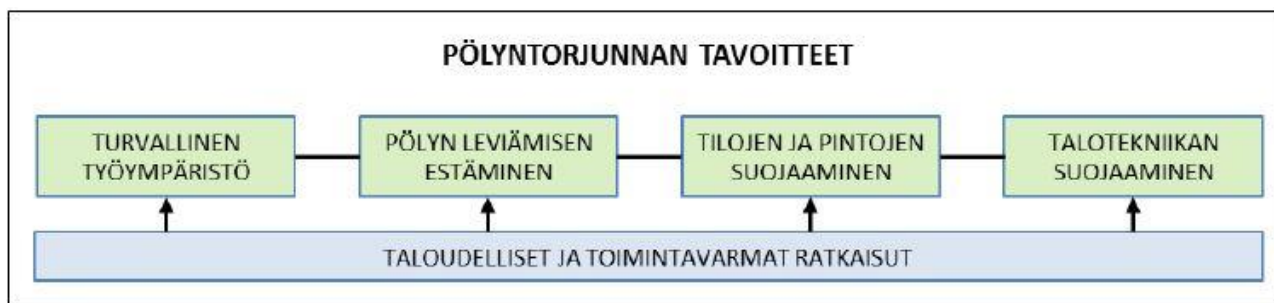
Yleispoisto	<p>Yleispoistossa työ- ja purkukohteen yleisilmanvaihtoa tehostetaan pölyn vähentämiseksi. Yleispoistossa purkukohteen ilmaa imetään pölysuodattimilla varustetulla ilmanpuhdistajalla ja poistoilma johdetaan muovisukan tai -putken avulla ulkoilmaan. Yleispoistoa on myös ristivedon järjestäminen työkohteeseen.</p> <p>Yleispoisto yksinään on yleensä aina riittämätön pölyaltistumisen vähentämiskeino ja ympäristön suojaamiskeino terveydelle haitallisia ja vaarallisia aineita sisältävien materiaalien ja rakenteiden purku- ja korjaustyössä.</p>
Ilmanvaihto	<p>Tilan pölypitoisuuksien ollessa korkeita tehostettu tuuletus voi olla tehokkaampaa kuin ilmapuhdistimien käyttö.</p>
Ilmanpuhdistajat	<p>Ilmanpuhdistimien käyttöä voidaan suositella silloin, kun tuulettaminen ei ulkoilman lämpö- ja kosteusolosuhteiden tai esimerkiksi kaupungin järjestyssäännön takia ole mahdollista. Tehollisen ilmanvaihtokertoimen tulee olla suuri, jotta päästään yhtä hyviin tuloksiin kuin kohdepoistolla.</p>
Eristäminen	<p>Purkukohte eristetään muusta työstä tilapäisillä suojaseinillä tai -rakenteilla niin, että purkutyöstä vapautuvaa pölyä leviää mahdollisimman vähän suojarakenteiden ulkopuolelle. Purkukohteen eristämisen yhteydessä käytetään paikallista HEPA H13 pölysuodattimella varustettua ilmanpuhdistajaa. Eristäminen yksinään on yleensä riittämätön pölyaltistumisen vähentämiskeino ja ympäristön suojaamiskeino terveydelle haitallisia ja vaarallisia aineita sisältävien materiaalien purku- ja korjaustyössä.</p>
Osastointi	<p>Osastoinnissa purkukohte eristetään ilmastollisesti muista tiloista ja alipaineistetaan. Alipaineistuksella ohjataan osaston ilmavirtoja niin, että ilmavirta kulkee hallitusti tuloilma-aukkojen kautta puhtaasta tilasta osastoon ja sieltä ilmanpuhdistimen kautta pois. Alipaineistuslaite ja tuloilma-aukot sijoitetaan siten, että ilmastollisesti eristetyt tilat ilma vaihtuu mahdollisimman täydellisesti ja purkupöly ei leviä osaston ulkopuolelle. Poistoilma johdetaan osaston ulkopuolelle yleensä ulkoilmaan. Poistokanavana käytetään taipuisaa muoviputkea, esimerkiksi muovista haitariletkaa tai vähintään 0,10 mm vahvuista muovikalvosukkaa.</p> <p>Alipaineen tulee säilyä osaston sisällä kaikissa olosuhteissa. Alipaineistusta seurataan alipaineistuslaitteiden painemittareiden avulla ja silmämääräisesti. Alipaineistetun osaston muoviseinien tulee olla painuneita alipaineiseen tilaan päin. Alipainetta voidaan seurata myös jatkuvalla muistilla varustetuilla mittareilla.</p> <p>Osaston sisällä pölyn poistoa tehostetaan kohdepoistolla ja korkeapaineisella kohdepoistolla varustetuilla työvälineillä. Alipaineistuslaitteet ja kohdepoistoimurit sijoitetaan osaston ulkopuolelle, jolloin vältetään imureiden tarpeeton likaantuminen. Kohdepoistoimurissa käytetään esimerkiksi sykloniperiaatteella toimivaa, jätesäkkiin pakkaavaa esierotinta, joka on osastoinnin sisäpuolella.</p> <p>Osastointimenetelmä on asbestia sisältävien rakenteiden purkutyön päämenetelmä. Krokidoliittipurussa käytetään aina osastointimenetelmää.</p>

Kohdepoisto	Mekaanisessa työstössä pölyn leviäminen estetään kohdepoistolla. Purkutyössä vapautuva pöly kerätään talteen tehokkailla pölynerottimilla, jotka on varustettu hieno- sekä HEPA H13 suodattimilla. Kohdepoistomenetelmät jaotellaan laitteiden ja niiden avulla muodostetun alipaineen mukaan matala- ja korkeapaineisiin järjestelmiin.
Korkeapaineinen kohdepoisto	Korkeapaineisessa kohdepoistossa käytetään liikuteltavia rakennusimureita tai keskuspölynimurijärjestelmää. Esierottimella ja HEPA H13-suodattimella varustettu pölynimuri liitetään purkutyössä käytettävään työstökoneeseen esimerkiksi jyrtimeen, hiomakoneeseen, sahaan, yms. Imuri soveltuu myös työkohteen siivoukseen. Esierottimen käyttö lisää imurin pölynvaraus- ja suorituskykyä sekä estää imurin suodattimen tukkeutumisen.
Matalapaineinen kohdepoisto	Matalapaineisessa kohdepoistossa purkukohteen välittömään läheisyyteen sijoitetaan HEPA H13-suodattimella varustettuun ilmanpuhdistajaan yhdistetty karkeasuodattimella varustettu pölynkerääjä, joka kerää purkutyössä syntyvää pölyä. Matalapaineiseen kohdepoistoon voidaan käyttää osastoinnin alipaineistukseen ja ilmanpuhdistukseen suunniteltuja laitteita. Ilmanpuhdistajan poistoilma johdetaan työskentelytilan ulkopuolelle muovisen poistoputken tai muovisukan avulla.
Purkupussi	Purkupussimenetelmä soveltuu pieniin, paikallisiin, lyhytkestoisiin ja yllättäviin asbestipurkutöihin esimerkiksi putkieristeen poistoon yksittäisten venttiilikorjausten tai putkiliitoskorjausten yhteydessä tai tehtäessä uusia yksittäisiä putkiliitoksia vanhoihin putkistöihin.
Koko rakennuksen suojaaminen	Koko rakennus suojataan teltalla tai telineisiin kiinnitettävillä suojamuoveilla niin, että pöly ei leviä ympäristöön.
Laitteiden kunto ja mitoitus	Kohdepoistolaitteen ollessa vajaatoiminen pölypitoisuudet voivat olla kertaluokkaa korkeampia.
Kuljetus	Purkujätteen kuljetus asunnosta aiheuttaa pölyn leviämistä porrashuoneeseen ja samalla muihin asuntoihin. Porrashuoneen ylimpään kerrokseen asennetaan ilmanpuhdistuslaite ja poistoletku johdetaan porrashuoneen pohjakerrokseen. Näin varmistetaan porrashuoneen riittävä ilmankierto ja ilmansuodatus. Ilmanpuhdistuslaitteessa tulee käyttää karkeaa- ja HEPA H13 suodatinta. Purkujäte tulee aina kuljettaa suljetussa astiassa suoraan lavalle tai pudottaa tiivistä roskakuilua pitkin suljetulle lavalle. Purkutyöt on pyrittävä aina suunnittelemaan ja tekemään niin, että syntyvä purkujäte voidaan viedä pois samassa tahdissa kuin sitä syntyy. Pölyn leviämisen estämiseksi ympäristöön kuormat tulee pitää peitettynä tai kastella tarvittaessa kuljetuksen ajaksi.
Siivous	Suosittelava ratkaisu on keskuspölynimuri, jolloin siivousta voidaan lisätä tiloissa. Siivousmenetelmissä tulee välttää pölyn nostattamista ilmaan. Kuivaharjaus lisää pölyn määrää ilmassa, mutta rakennusimurin ja erityisesti keskuspölynimurin käytöllä pölypitoisuuksia ja -altistumista voidaan alentamaan merkittävästi. Myös siivous työvaiheiden välillä on tärkeää. Esimerkiksi tasoitetyössä välitasoitustyön on todettu olevan pölyväyempää kuin pohjatasoitteen ruiskutuksen. Tämä johtuu aiemmissa tasoitusvaiheissa pinnoille ja erityisesti lattioille jääneestä pölystä, joka nousee takaisin ilmaan.

4. PÖLYNTORJUNNAN TÄRKEYS JA MERKITYS

Pölyntorjunta ja siihen panostaminen ovat todella tärkeitä asioita varsinkin korjausrakentamishankkeessa. Onnistuneella pölyntorjunnalla ja -hallinnalla voidaan vähentää oleellisesti korjaustyötä suorittaviin työntekijöihin ja korjauskohteen välittömässä läheisyydessä oleviin henkilöihin kohdistuvaa erilaisille pölyille sekä muille vaarallisille aineille altistumista. Jos pölyntorjuntaan tai työmaan yleiseen siisteyteen ei panosteta, se voi aiheuttaa fyysisten haittojen lisäksi myös tuotannollisia, taloudellisia tai jopa psykologisia haittoja.

Nykyään valitettavan monessa rakennushankkeessa ei kiinnitetä tarpeeksi huomiota kunnolliseen pölyntorjuntaan tai sen tarjoamiin etuihin. Rakennusurakoitsijoille yritetään painottaa pölyntorjunnan tärkeyttä useiden erilaisten lakien, asetusten ja kaupunkien säännösten avulla, ja ehkäpä juuri tästä syystä asia koetaan usein negatiiviseksi. Pölyntorjuntaa pidetään useassa tapauksessa kalliina, hankalana ja työn etenemistä hidastavana. Suurimmaksi ongelmaksi pölynhallintaan ja -torjuntaan liittyvässä ohjeistuksessa havaitaan tiedonpuute: pyydetään noudattamaan erilaisia säädöksiä, mutta ei kerrota kunnolla, miten tämä tulisi toteuttaa. Aina ei ole edes selvää, saako urakoitsija pölyntorjunnasta minkäänlaista hyötyä, vai tarkoitetaanko sillä taas yhtä lisäkustannusta muutenkin kalliin rakentamisen lisäksi. Tämä ongelma nousee esille usein niissä tilanteissa, joissa urakoitsija ei voi suoraan laskuttaa ketään toimijaa tämän kaltaisista lisäinvestoinneista. Pölyntorjunnan tavoitteita on esitetty kuvassa 1.



Kuva 4. Pölyntorjunnan keskeisimmät tavoitteet.

4.1 PUHTAALLA TYÖMAALLA SAAVUTETTAVA KILPAILUETU

Pölyntorjunnalla ja siihen panostamisella voidaan terveydellisten ja tuotannollisten etujen lisäksi myös saavuttaa yrityksenä kilpailuetu jatkuvasti kiristyvässä asiakkaiden tarpeiden ja vaatimusten täyttämisen ”kilpailussa”. Kannattaakin miettiä, millainen merkitys pölyttömyydessä työmaalla voi oikeasti olla tilaajalle? Jos esimerkiksi tarjouskilpailussa on vastakkain osapuolina rakennusliikkeet, joista toinen lupaa minimoivansa asukkaille ja naapurustolle aiheutuvat pölyhaitat, muodostuu tämä asia yleensä ratkaisevaksi tarjouskilpailun voittajaa ajatellen. Hyvin toteutetulla pölynhallinnalla pystytään saamaan jopa korkeampi urakkahinta, kun sitä vaan osataan ”myydä” oikealla tavalla. Rakennusurakoitsijat voisivatkin itse ajatella, millaista olisi asua sellaisessa kerrostalossa tai naapurustossa, jossa joutuu jatkuvasti koko työmaan ajan kärsimään pölyistä aiheutuvista haitoista? Kaikilta osaluonteiltaan hyvin hoidetun työmaan ansiosta asiakkaat ovat tyytyväisempiä, ja saattavat suositella kyseistä urakoitsijaa muillekin mahdollisille asiakkaille.

5. KORJAUSRAKENTAMISEN LAADUNVARMISTUKSEN JA TYÖTURVALLISUUDEN TARKISTUSLISTA

Korjausrakentamisen laadunvarmistuksen ja työturvallisuuden tarkistuslista

Ennen

- Työnantajan huolehtii, että työntekijöillä ja työtä valvovilla henkilöillä on riittävät tiedot ja kokemus kyseiseen työhön.
- Purkutyön toteuttaja on laatinut korjaussuunnitelmien perusteella työsuunnitelman.
- Kohteessa on tehty terveydelle vaarallisten ja haitallisten aineiden kartoitus.
- Työkohteen vastaanoton yhteydessä tarkistetaan kohteen kunto ja vastaavuus suunnitelmiin.
- Purkualue eristetään ja ulkopuolisten pääsy alueelle estetään.
- Suunnitellaan pölyntorjuntatoimenpiteet, ilmanvaihdon oikea teho, alipaineistus- ja kohdepoistolaitteistonsijoitus ja asennus.
- Varataan kohteeseen suljettavia jäteastioita sekä jätesarjia ja kohteen ulkopuolelle asianmukaiset kokooma-astiat ja jätelavat.
- Varustetaan työkohteeseen hyvällä valaistuksella ja rakennetaan turvallisuusmääräykset täyttävät työtelineet ja työtasot.

Aikana

- Työt tehdään turvallisia työtapoja ja suunnitelmien mukaisia ratkaisuja noudattaen.
- Varmistetaan ja tarkkaillaan jatkuvasti suojaustoimenpiteiden tasoa; osastointi, henkilökohtaiset ja ympäristön suojaukset, pölynpoisto ja ilmanvaihto.
- Tehdään materiaalien poisto huolellisesti, ilman turhaa pölyttämistä.
- Kohteen loppusiivous tehdään HEPA H13 varustetuilla rakennusimureilla.
- Ilmaa kierrätetään kohteessa vielä siivouksen jälkeen niin, että pöly- ja vaarallisten aineiden pitoisuus on hyväksyttävää tasoa.
- Purkutyön tulos tarkastetaan yhdessä suunnittelijan, valvojan ja toteuttajan kanssa.

Jälkeen

- Huolehditaan jätteiden ja mikro-suodattimien asianmukaisesta hävittämisestä.
- Puhdistetaan koneet, laitteet ja hienosuodattimet ennen varastointia.

