



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Teemu Rantio

P1-puhtausluokka tuotannon näkökul- masta

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

14.4.2019

Tekijä Otsikko	Teemu Rantio P1-puhtausluokka tuotannon näkökulmasta
Sivumäärä Aika	32 sivua + 1 liitettä 14.4.2019
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	rakennustekniikka
Ammatillinen pääaine	rakentamisen projektinhallinta
Ohjaajat	lehtori Riikka Jääskeläinen rakennuspäällikkö Jussi Malmelin
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli etsiä tietoa, miten P1-puhtausluokka tulee ottaa huomioon työmaan tuotannon suunnittelussa ja toteuttamisessa. Tavoitteisiin kuului myös laatia muistilista urakkavalvojille siitä, mitä tulee tehdä ja valvoa P1-puhtausluokan työmaalla. Työn tilaajayrityksenä oli Skanska Talonrakennus Oy. Työssä perehdyttiin puhtaudenhallintaan ja P1-puhtausluokkaan internetlähteiden ja RT-kortiston avulla. Erityisesti syvennettiin Sisäilmastoluokitus 2018 ohjekorttiin, joka sisältää sisäilmastoluokituksen ja puhtausluokat.</p> <p>Työn aikana haastateltiin Skanskan urakkavalvojia, joilta saatiin tietoa P1-puhtausluokan vaikutuksesta työmaan aikatauluttamiseen, työvaiheiden ajoituksiin ja ilmenneisiin ongelmiin. Työssä kuvattiin sisäilmastoluokitukset ja puhtausluokitukset sekä kerrottiin puhtaudenhallinnan ja pölyntorjunnan suunnittelusta ja toimenpiteistä.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena syntyi muistilista urakkavalvojille P1-puhtausluokan vaatimista toimenpiteistä työmaalla. Ohjeistusta voidaan käyttää jatkossa tulevilla työmailla.</p>	
Avainsanat	P1-puhtausluokka, puhtaudenhallinta, pölyntorjunta, pöly

Author Title	Teemu Rantio P1 Purity Class in Production Perspective
Number of Pages Date	32 pages + 1 appendices 14 April 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Professional Major	Project Management for Construction
Instructors	Riikka Jääskeläinen, Lecturer Jussi Malmelin, Construction Manager
<p>The purpose of this engineering thesis was to find out how P1 purity class affects the construction site production, especially in planning and operations. The aim of the project was to make a checklist to the foreman about what needs to be done and supervise in P1 purity class construction site. The study was commissioned by Skanska Talonrakennus Oy. Beginning of this thesis familiarizes oneself with purity control and P1 purity class. The biggest focus was on indoor climate classification 2018, which includes indoor climate classifications and purity classes.</p> <p>During this thesis, Skanska's foremen were interviewed about how P1 purity class has affected in their work about the schedule, stages timing and possible problems that have turned up. This thesis represented indoor classifications and purity classes and, also, as described as purity controls and dust control planning and operations.</p> <p>The result of the project is a P1 purity class checklist to foremen. These instructions can be used in other construction sites, as well, in the future.</p>	
Keywords	P1 purity class, purity control, dust control, dust

Sisällys

Lyhenteet ja käsitteet

1	Johdanto	1
2	Sisäilmastoluokitus ja puhtausluokitukset	2
2.1	Sisäilmastoluokat	3
2.2	Puhtaus- ja päästöluokitukset	4
3	Puhtaudenhallinnan merkitys ja suunnittelu	7
3.1	Rakennuspöly ja sen terveyshaitat	7
3.2	Puhtaudenhallinta- ja pölyntorjuntasuunnitelma	8
3.3	Kosteudenhallintasuunnitelma	10
4	P1-puhtausluokan ja pölyntorjunnan toteutus	11
4.1	Aikataulutus	11
4.2	Pölyntorjunta ja puhtauden ylläpito	12
4.3	Osastointi ja alipaineistus	15
4.4	Logistiikka ja jätehuolto	19
4.5	Siivous	20
4.6	Puhtauden arviointi ja mittaukset	23
5	Case Olympiastadionin perusparannus ja uudistaminen	26
5.1	Työmaan esittely	26
5.2	Urakkavalvojen haastattelut	27
6	Tulokset	30
7	Yhteenveto ja johtopäätökset	31
	Lähteet	32
	Liitteet	
	Liite 1. Urakkavalvojen muistilista	

Lyhenteet ja käsitteet

Alveolijae	Pienimpiä pölyhiukkasia, jotka kulkeutuvat keuhkorakkuloihin asti.
Emissio	Päästöä, joka on ympäristölainsäädännössä ihmistoiminnan aiheuttamaa aineen, melun, värinän tai hajun päästämistä ilmaan, veteen tai maaperään.
HEPA	<i>High Efficiency Particulate</i> . Erittäin hyvän suodatuskyvyn suodatin.
HTP	Haitalliseksi tunnettu pitoisuus. Se on pienin ilman kemikaalipitoisuus, jonka sosiaali- ja terveysministeriö arvioi voivan aiheuttavan haittaa tai vaaraa työntekijän terveydelle.
PCB	<i>Polychlorinated biphenyl</i> . Polyklooratut bifenyylit ovat orgaanisia yhdisteitä.
TVOC	<i>Total Volatile Organic Compound</i> . Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispäästöt.
ULPA	<i>Ultra Low Particulate Air</i> . Korkeimman suodatusluokan omaava ilman-suodatin.
VOC	<i>Volatile Organic Compound</i> . Haihtuva orgaaninen yhdiste.

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö käsittelee P1-puhtausluokkaa ja puhtaudenhallintaa korjaustyömaalla. P1-puhtausluokka on yleistymässä rakennushankkeissa, mutta tietoisuus sen vaatimista toimenpiteistä ja saavuttamisesta ei ole vielä huipussaan.

Opinnäytetyön tilaajayrityksenä on Skanska Talonrakennus Oy. Skanska on pääura-koitsijana Olympiastadionin perusparannus ja uudistaminen projektissa. Projektissa on käytössä korjauspuolella rakennus- ja ilmanvaihtoasennustöissä P1-puhtausluokka. Osalle urakkavalvojista tämä työmaa on ensimmäinen, jossa on asetettu puhtausluokka P1 rakennus- ja ilmanvaihtoasennustöissä. Tästä syntyi ajatus opinnäytetyön aiheeksi.

Tässä opinnäytetyössä kerrotaan, mitä P1-puhtausluokka tarkoittaa ja sen vaatimista toimenpiteistä. Työssä kuvataan puhtaudenhallinnan ja pölyntorjunnan suunnittelusta ja toteutuksesta P1-puhtausluokan työmaalla. Tutkimuksessa otetaan kantaa P1-puhtausluokan vaikutuksesta aikatauluun, mutta ei kustannuksiin. Työn tavoitteena on luoda muistilista urakkavalvojille, mitä tulee muistaa tehdä ja valvoa P1-puhtausluokan työmaalla. Tutkimusaineistona käytetään työmaalta kerättyjen tietojen lisäksi internet-lähteitä sekä alan kirjallisuutta. Opinnäytetyön aikana haastatellaan Skanskan urakkavalvojia. Haastattelujen avulla saadaan tietoa, miten P1-puhtausluokka on vaikuttanut tuotantoon, sen aikatauluttamiseen sekä mitä haasteita on tullut esille. Kaikkien kerättyjen tietojen perusteella laaditaan P1-puhtausluokan muistilista, jota voidaan käyttää jatkossa työmailla, joissa on määritetty P1-puhtausluokka.

Suomessa toimiva Skanska Oy on osa Skanska-konsernia. Skanska Talonrakennus on yksi Skanska Oy:n yhtiöistä ja muita yhtiöitä ovat Skanska Infra Oy, Skanska Konevuokraus Oy, Skanska Kodit ja Skanska CDF Oy. Vuoden 2018 lopussa Skanskalla työskenteli Suomessa 2152 henkilöä. Skanska Oy:n liikevaihto vuonna 2015 oli 821,4 miljoonaa euroa. [1.]

2 Sisäilmastoluokitus ja puhtausluokitukset

Sisäilmastoluokitusta käytetään rakennuskohteen omistajan, käyttäjän, rakennuttajan ja suunnittelijoiden apuna, kun määritellään sisäilmaston tavoitetasoja. Tavoitetasot, jotka ovat määritelty sisäilmastoluokituksessa, kuvaavat nykytiedon mukaan terveyden ja viihtyvyyden kannalta turvallisia sekä viranomaisvaatimuksia korkealaatuisempia sisäilmasto-olosuhteita. Sisäilmastoluokituksen valitsee rakennuttaja kohteen kannalta sopivaksi, jonka jälkeen suunnittelijat suunnittelevat ratkaisut, joiden avulla valittu tavoitetaso on mahdollista saavuttaa. Sisäilmastoluokitus ei kumoa viranomaissäädöksiä tai niistä julkaistuja tulkintoja.

Sisäilmastoluokitukseen voidaan viitata urakkasopimuksissa, työselostuksissa, piirustuksissa, konsulttisopimuksissa sekä ryhtymispäätöksessä. Sisäympäristön laadun kannalta on tärkeää, että valitut sisäympäristötavoitteet ja niihin liittyvät tekniset erityisvaatimukset esitetään asiakirjoissa, etenkin urakkarajaliitteessä. Sopimusasiakirjoissa esitetään sisäilmastoluokituksen ohjeet ja velvoitteet. Työselostuksissa esitetään yksityiskohtaisemmat menettely- ja toimintatavat sekä ainakin julkisissa hankkeissa puh-taudenhallinta-asiakirjassa. Urakkarajaliitteessä pitää mainita kenen velvollisuus on huolehtia, että

- Rakenteet ovat riittävän kuivat ennen pintarakenteiden asentamista tai pintakäsittelyä.
- Talotekniikan säädöt, toimintakokeet ja vastaanotto tehdään sekä ennen toimintakokeita on saavutettu vaadittu puhtaustaso.
- Rakenteet suojataan sääolosuhteilta ja rakennusaikainen vedenpoisto toimii.
- Rakenteiden liitoskohtien ja rakenteisiin tehtävien läpivientien kohdalla on asianmukainen tiivistys.
- Rakenteisiin tuettavien värähtelevien taloteknisten putkistojen ja laitteiden paikan päällä tapahtuva äänen- ja värinäneneristys.
- Luokitellut rakennusmateriaalit ja ilmanvaihtotuotteet varastoidaan puhtaissa ja kuivissa tiloissa.
- Sisäilmastoluokitus koulutetaan kaikille työmaalla. [2.]

2.1 Sisäilmastoluokat

Sisäilmastoluokitus on jaettu kolmeen laatuluokkaan, jotka ovat S1, S2 ja S3. Laatu- luokka S1 on näistä korkein ja laatuluokka S3 on matalin. S1 laatuluokan avulla pääs- tään todennäköisemmin käyttäjytyytyväsyydeltään suurempaan osuuteen kuin luokis- sa S2 ja S3. Korkeammilla sisäilman tavoitteilla voidaan vähentää terveyttä ja viihty- vyyttä heikentävien ongelmien syntymisen riskiä. Kuvassa 1 on esitetty, mistä eri osista sisäilmastoluokitus rakentuu. Eri suureiden suunnittelu- ja tavoitearvot voidaan valita eri laatuluokista tai tarvittaessa määritellä jonkin suureen arvo.

Sisäympäristön tavoitearvot (S)	
Suunnittelu- ja toteutusohjeet	Vaativukset rakennustuotteille
<p>Rakennus ja rakenteet</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ohjeet rakennus- ja rakennesuunnittelulle • Rakennustöiden puhtausluokitus (P) • Vaativukset kosteudenhallinnasta <p>Työmaasuunnittelu</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kosteudenhallintasuunnitelma 	<p>Rakennuttaminen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tavoitteiden asettaminen <p>Talotekniikka</p> <ul style="list-style-type: none"> • Suunnitteluarvot • Ilmanvaihtolaitoksen puhtausluokitus (P)
	<p>Rakennusmateriaalien päästöluokitus (M)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Päästökriteerit • Muut vaativukset <p>Ilmanvaihtotuotteiden puhtausluokitus (M)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yleiset vaativukset • Tuoteryhmäkohtaiset vaativukset

Kuva 1. Sisäilmastoluokituksen rakenne. [2.]

S1 laatuluokka vastaa yksilöllistä sisäilmastoa, jossa tilan sisäilman tulee olla laadul- taan erittäin hyvä eikä tilassa saa olla havaittavia hajuja. Tilan käyttäjän tulee pystyä hallitsemaan lämpötiloja yksilöllisesti. Tiloissa tulee olla käyttötarkoituksen mukaiset erittäin hyvät ääniolosuhteet sekä hyviä valaistusolosuhteita on tukemassa säädettävä valaistus. Rakenteissa, jotka ovat sisäilmaan yhteydessä, ei saa olla ilman laatu hei- kentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä. Tilan lämpöolot ovat viihtyisät, eikä esiinny vetoa tai yllämpenemistä.

S2 laatuluokka vastaa hyvää sisäilmastoa, jossa tilan sisäilman laatu on hyvä eikä esiinny häiritseviä hajuja. Tiloissa tai rakenteissa, jotka ovat sisäilmaan yhteydessä, ei niissä saa esiintyä ilman laatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä. Vetoa ei yleensä esiinny ja lämpöolot ovat hyvät, mutta kesäpäivinä on mahdollista yllämpene- minen. Tiloissa on hyvät ääni- ja valaistuosuhteet.

S3 laatuluokka vastaa tyydyttävää sisäilmastoa, jossa tilan sisäilman laatu ja lämpöolot sekä ääni- ja valaistuosuhteet täyttävät terveydensuojelulain perusteella asetetut

vähimmäisvaatimukset ja maankäyttö- ja rakennuslain nojalla annetut säädökset. Ase-
tusten vaatimusten täytyminen ei välttämättä edellytä S3 luokan tavoitearvojen käyt-
tämistä. Eri suureiden tavoite- ja suunnitteluarvot voidaan valita eri laatuluokista tai
tarvittaessa jonkin suureen arvo voidaan määrittää tapauskohtaisesti. [2.]

2.2 Puhtaus- ja päästöluokitukset

Rakennustöiden puhtausluokitus

Rakennustöiden puhtausluokituksessa on yksi luokka, P1. Ennen Sisäilmastoluokitusta
2018 oli olemassa kaksi puhtausluokkaa P1 sekä P2. Rakennustöiden puhtausluoki-
tuksessa on esitetty tavoitteet tavanomaisten työ- ja asuintilojen puhtaudelle. Puhtaus-
luokituksen tavoitteena on varmistaa, että rakennuksen tilat ovat luovutusvaiheessa
puhtaat ja ettei rakennuksen sisäilmaan kulkeudu käyttäjän käytön aikana rakennus-
vaiheesta peräisin olevia epäpuhtauksia. Tiloja ovat toimisto- ja julkiset rakennukset,
koulu- ja päiväkotitiloja ja asuinrakennukset. P1-puhtausluokan vaatimuksia ennen ilman-
vaihdon toimintakokeita ja luovutusvaihetta

- Ennen kuin ilmanvaihdon päätelaitteiden suojaukset voidaan poistaa ja
ilmanvaihtojärjestelmä käynnistää tulee rakennuksen olla puhdas. Tilojen
pinnoilla ei saa olla irtolikaa, joka voi nousta ilmavirtojen tai kosketuksen
mukana.
- Tiloissa ei saa säilyttää mitään jätteitä tai rakennusmateriaaleja, jotka voi-
vat estää pintojen puhdistamista. Pintoja suojaavat materiaalit ovat pois-
tettu. Tämän jälkeen tiloissa voidaan tehdä vielä pölyttömiä työvaiheita,
esim. paikkamaalauksia, ilmanvaihdon toimintakokeita ja säätöjä sekä
loppusiivous.
- Luovutusvaiheessa pinnoilla ei saa olla näkyvää likaa, kuten tahroja, irtoli-
kaa, pölyä tai roskia.

Puhtausluokka P1 asettaa vaatimuksia rakennustarvikkeiden kuljetukseen, varastointiin
ja suojauksiin. P1 puhtausluokan tilat, jotka ovat toimintakoevalmiudessa erotetaan
omiksi osastoiksi ennen kuin aloitetaan loppusiivous. Osastoitu tila merkitään näkyvästi
P1 puhtausluokan tilaksi ja varmistetaan, että sitä ei käytetä säännölliseen läpikulkuun.
[2.]

Rakennusmateriaalien päästöluokitus

Rakennusmateriaalien päästöluokituksen tavoitteena on käyttää vähäpäästöisiä tuotteita, jotka eivät lisää ilmanvaihdon tarvetta. Päästöluokituksessa luokitellaan esimerkiksi rakennusmateriaaleja, päällystämättömiä huonekaluja ja kiintokalusteita. Rakennusmateriaalien päästöluokituksessa on kolme luokkaa, M1, M2 ja M3. M1 on näistä luokista korkein. M3 luokkaan kuuluvat kaikki materiaalit, jotka eivät täytä luokan M2 vaatimuksia (taulukko 1). Rakennusmateriaalien ja päällystämättömien kalusteiden epäpuhtauspäästöt testataan, kun tuote on neljän viikon ikäinen. Kun pyritään sisäilmastoluokkiin S1 ja S2, tulee välttää materiaaleja, jotka ovat luokissa M2 ja M3. [2.]

Taulukko 1. M1- ja M2-luokkien vaatimukset rakennusmateriaaleille. [2.]

Tutkittavat ominaisuudet	M1 [mg/m ² h]	M2 [mg/m ² h]
Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (TVOC) kokonaisemissio. Yhdisteistä tunnistettava vähintään 70 %.	< 0,2	< 0,4
Yksittäinen VOC µg/m ³	≤ EU-LCI	≤ EU-LCI
Formaldehydin (HCOH) emissio	< 0,05	< 0,125
Ammoniakin (NH ₃) emissio	< 0,03	< 0,06
(EC) No 1272/2008 -luokittelun mukaisten luokkaan 1A ja 1B kuuluvien CMR-yhdisteiden emissio ¹⁾	< 0,005	< 0,005
Hajun hyväksyttävyys	+0,0	+0,0

Ilmanvaihtojärjestelmien- ja tuotteiden puhtausluokitukset

Ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokituksen tavoitteena on taata, että virtaavan tuloilman laatu on hyvä. Tuloilmassa ei saa olla ilmanvaihtojärjestelmästä peräisin olevia aineita tai hajuja, jotka voivat olla haitallisia terveydelle tai viihtyisyydelle. Sisäilmastoluokissa S1 ja S2 käytetään ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokkaa P1. Kuvassa 2 on esitetty puhtausluokan P1 vaatimukset ilmanvaihtojärjestelmille.

- Tuloilmakanavat ja kanavaosat on tehty puhtausluokitelluista ilmanvaihtotuotteista tai työmaalla vastaavaan tasoon puhdistetuista muista tuotteista.
- Tiivistämateriaaleina käytetään rakennusmateriaalien päästöluokkaan M1 luokiteltuja tai muuten emissioiltaan alhaisiksi tunnettuja materiaaleja.
- Luovutusvalmiin ilmanvaihtojärjestelmän sisäpinnan pölykertymän keskiarvo saa olla enintään $0,7 \text{ g/m}^2$ suodatinmenetelmällä (Pasanen ym. 1999) mitattuna tai visuaalisesti arvioituna (Narvanne 2001). BM-Dustdetector -mittalaitteella mitattuna puhtausvaatimus $\leq 5 \%$.
- Laitoksessa ei käytetä palautusilmaa lukuun ottamatta vain yhtä tilaa tai asuntoa palvelevia ilmanvaihtokoneita.
- Tuloilmassa ei saa käyttää hajusteita.

Kuva 2. Puhtausluokan P1 vaatimukset ilmanvaihtojärjestelmälle. [2.]

Ilmanvaihtotuotteiden puhtausluokituksessa on olemassa yksi puhtausluokka, M1. Yleiset vaatimukset, jotka ovat asetettu puhtausluokitelluille ilmanvaihtotuotteille ovat

- Tuote ei saa lisätä viihtyvyyden tai terveyden kannalta haitallisia epäpuhtauksia ilmanvaihtojärjestelmässä eikä tuloilmassa.
- Tuote ei saa aiheuttaa tuloilman laatua huonontavaa hajua tai kaasumaisia tai hiukkasmaisia epäpuhtauksia.
- Tuote tulee olla helppo puhdistaa.

Jos tuote täyttää tuoteryhmäkohtaisesti sille asetetut vaatimukset sen valmistamisen jälkeen, katsotaan edellä luetellut vaatimukset toteutuneeksi. Luokitellut ilmanvaihtotuotteet on merkittävä, että ne erottuvat luokittelemattomista tuotteista. Tuotteet tulee suojata vahingoittumiselta ja likaantumiselta esimerkiksi tulppaamalla ilmanvaihtokanavien päät ja käyttää sellaisia pakkausmateriaaleja, jotka kestävät kuljetusta ja työmaaolosuhteita. Ilmanvaihtotuotteiden suojaukset poistetaan vasta juuri ennen kuin ne asennetaan paikalleen. Kanaviston avonaiset päät suljetaan pölytiivisti asennustyön keskeytyksen tai taukojen aikana. Ilmanvaihtojärjestelmään ei saa päästä missään vaiheessa likaa tai pölyä. [2.]

3 Puhtaudenhallinnan merkitys ja suunnittelu

3.1 Rakennuspöly ja sen terveyshaitat

Rakennuspöly koostuu pääosin betonipölystä. Muita terveyden kannalta tärkeitä rakennuspölyn komponentteja ovat tiili- ja kivi- ja kivipöly sekä puupöly. Rakennuspölyä aiheuttavia tekijöitä työmaalla ovat muun muassa

- purkutyöt
- jauhemaisten aineiden käsittely
- tiili- ja kivimateriaalien sekä lattia- ja seinäpäällysteiden työstö
- hionta- ja tasoitetyöt, reikien poraaminen
- purku- ja uudismateriaalien siirrot, työntekijöiden liikkuminen.

Mitä hienompaa ja pienempää pöly on, sitä vaarallisempaa se terveydelle on, koska näin ollen pöly pääsee syvemmälle hengitysteihin. Taulukossa 2 on esitetty sosiaali- ja terveysministeriön työsuojeluosaston määrittelemät eri kemikaalien HTP-arvot eli haitalliseksi tunnetut pitoisuudet. HTP-arvo on pienin ilman kemikaalipitoisuus, jonka on arvioitu aiheuttavan haittaa tai vaaraa työntekijän terveydelle. Pölyhiukkaset voidaan jaotella eri tavoin. Yksi tapa on jakaa pölyhiukkaset kolmeen ryhmään riippuen siitä, minkä kokoisia pölyhiukkaset ovat ja kuinka ne kulkeutuvat sekä kertyvät hengitysteihin. Hengittyvään jakeeseen kuuluvat hiukkaset, jotka ovat alle 100 mikrometrin kokoisia ja yleensä voivat joutua hengitysteihin. Keuhkojakeeseen kuuluvat hiukkaset, jotka ovat alle 10 mikrometrin kokoisia ja kertyvät keuhkoputkistoon. Pienimmät hiukkaset, jotka ovat alle neljän mikrometrin kokoisia kuuluvat alveolijakeeseen ja ne kulkeutuvat keuhkorakkuloihin asti.

Rakennuspölylle altistuminen voi aiheuttaa allergioita, pölykeuhkosairautta, keuhkoah-
taumaa, hengitystieinfektioita sekä sydän- ja verisuonisairauksia. Rakennuspölyn aiheuttamat terveyshaitat näkyvät usein vasta useita vuosia altistumisen jälkeen, jolloin hoitokeinot voivat olla rajoitettuja. Rakennuspölylle altistuvat työntekijät sairastuvat kroonisiin ahtauttaviin keuhkosairauksiin jopa kolme kertaa todennäköisemmin kuin altistumattomat työntekijät. Rakennuspölylle altistumista voidaan vähentää opastamalla ja kouluttamalla työntekijöitä. [3; 4.]

Taulukko 2. Aineiden HTP-arvoja. [5.]

Aine tai aineryhmä	Huomautus	HTP-arvot		
		8 h [mg/m ³]	15 min [mg/m ³]	1/cm ³
Asbesti	sitova raja-arvo ¹⁾ , kaikki työt			0,1
Asbesti	sitova raja-arvo ¹⁾ , räjäytystyöt			0,5
Epäorgaaninen pöly		10		
Jatkuvat lasikuidut	hengittyvä pöly	5		
Jatkuvat lasikuidut	kuitua/cm ³			1
Kokonaispöly	sitova raja-arvo ¹⁾ , räjäytys- ja louhintatyöt	10		
Kovapuupöly	sitova raja-arvo ¹⁾ , kaikki työt	5		
Mineraalivillat	kuitua/cm ³			1
PCB (polyklooratut bifenyylit)	iho	0,5	1,5	
Kvartsi	alveolijae	0,05		
Kvartsi	sitova raja-arvo ¹⁾ , alveolijae, räjäytys- ja louhintatyöt	0,2		
Lyijy	sitova raja-arvo ¹⁾ , kaikki työt	0,1		
Puupöly	uusilla ja uudistetuilla tuotantolaitoksilla sovelletaan arvoa 1 mg/m ³	2		
Seleeni ja sen yhdisteet		0,1	0,3	
Sementtipöly	hengittyvä pöly	5		
Sementtipöly	alveolijae	1		

Työterveyslaitos teki vuosien 2004-2011 aikana mittauksia siitä, kuinka paljon rakentamisessa syntyy epäorgaanista pölyä ilmaan. Pölyn vaihteluväli oli ollut työmaalla mitattaessa 0,01-120 mg/m³. Betoniteollisuudessa korkein mitattu arvo oli ollut 144 mg/m³. Mitatut määrät ylittävät yli kymmenkertaisesti epäorgaanisen pölyn HTP-arvon. Betonituoteteollisuudessa pölylle saatiin samoissa mittauksissa vaihteluväli 0,09-6,6 mg/m³. [4.]

3.2 Puhtaudenhallinta- ja pölyntorjuntasuunnitelma

Puhtaudenhallintasuunnitelma

Pääurakoitsija laatii puhtaudenhallintasuunnitelman ja päivittää sitä tarvittaessa koko rakennushankkeen ajan. Puhtaudenhallintasuunnitelma tehdään aina työmaakohtaisesti.

Suunnitelmassa pitää ottaa huomioon rakennuttajan asettamat vaatimukset sisäilmas-
tolle ja rakennustöiden puhtaudelle sekä pölynhallintaan liittyvät lait ja asetukset. Puh-
taudenhallintasuunnitelmassa kuvataan kohteen tiedot, sisäilma- ja puhtaus- ja pääs-
töluokitukset sekä puhtauden- ja pölynhallinta eri rakentamisvaiheissa.

Pääurakoitsija nimeää henkilöstöstään puhtaudenhallinta vastaavan ja esittää sen puh-
taudenhallintasuunnitelmassa. Puhtaudenhallinta vastaavan tehtäviin kuuluu tarkkailla
päivittäin, että puhtaudenhallintasuunnitelmaa noudatetaan työmaalla. Tehtäviin kuuluu
myös tarkistaa, että materiaalit ja laitteet ovat varastoitu ja suojattu valmistajan ohjei-
den mukaisesti. Hänen tulee seurata työmaan olosuhteita ja huolehtia, että lialle ja pö-
lylle alttiit materiaalit ja laitteet suojataan uudestaan heti niiden asennuksen jälkeen.
Hän koordinoi rakennussiivousta eri työvaiheissa ja pitää huolen siitä, että jätehuolto
toimii suunnitellusti. Tehtäviin kuuluu vahtia, että kaikki työvaiheet, jotka vaativat tilan
osastoimista ja alipaineistusta toteutetaan. [6.]

Pölyntorjuntasuunnitelma

Pölyntorjuntasuunnitelman laatii pääurakoitsija, rakennuttajan vaatimusten ja työmaa-
olosuhteiden mukaan. Pölyntorjuntasuunnitelma toimii osana ja apuna työturvallisuus-
suunnitelmille. Pölyntorjuntasuunnitelmassa esitetään, millä toimenpiteillä pölyntorjunta
suoritetaan.

Pölyntorjunnan suunnittelu voidaan jakaa kuuteen eri vaiheeseen. Ensimmäinen vaihe
on taustatietojen kartoitus. Siinä selvitetään työmaan erityispiirteet, otetaan huomioon
lainsäädäntö ja paikkakuntaiset ohjeet. Toinen vaihe on selvittää pölyävät työvaiheet,
niiden kesto, alistuvien työntekijöiden määrä ja minkälaisille aineille mahdollinen alis-
tuminen tapahtuu. Kolmannessa vaiheessa arvioidaan riskit, joita pöly aiheuttaa työn-
tekijöiden terveydelle ja turvallisuudelle. Aikaisemmat vastaavanlaiset työkohteet, ai-
kaisemmat mittaukset ja kokemus ovat hyviä apukeinoja altistumisen tason selvittämi-
sessä. Neljännessä vaiheessa valitaan suojaustoimenpiteet pölyn estämiseksi. Selvite-
tään, millä keinoin saadaan estettyä pölyn muodostuminen ja leviäminen. Työntekijöi-
den ja ympäristön suojaamiseksi tulee miettiä, mitä työsuojelu- ja seurantatoimenpiteitä
tulee tehdä. Viides vaihe alkaa samalla kun työmaa käynnistyy. Työmaan toimintaoh-
jeisiin kuuluu

- rakennuttajan asettamat tavoitteet ja keinot niihin pääsemiseksi
- työmaalla toiminta

- tilojen käyttö- ja kulkurajoitukset
- tiedottaminen
- opetus ja ohjeistus työntekijöille
- käyttöturvallisuustiedotteet ja kemikaaliluettelot.

Viimeinen vaihe on suunniteltujen suojelutoimenpiteiden tarkastus ja valvonta. Pääura-koitsijan tulee seurata säännöllisesti, että kaikki suojelutoimenpiteet toteutuvat suunnitellusti. Sovitut tarkastukset ja mittaukset tehdään sekä riskien arviointi pidetään ajan tasalla. [5; 7.]

3.3 Kosteudenhallintasuunnitelma

Kosteudenhallintasuunnitelma on osa työmaan laatusuunnitelmaa ja siinä voidaan hyödyntää Kuivaketju10 -toimintamallia tai muuta hyväksi todettua rakentamistapaa. Hyvällä kosteudenhallintasuunnitelmalla on suuri vaikutus sisäympäristön riskien hallinnassa. Työmaan aikataulutuksessa tulee ottaa huomioon kosteudenhallintasuunnitelma. Työmaan kosteudenhallinnassa kartoitetaan rakenteet, materiaalit ja tuotteet, joihin liittyy kosteusteknisiä ongelmia. Kosteudenhallintasuunnitelma sisältää

- lämmitys, kuivatus, suojaus- ja osastointisuunnitelmat
- päällystettävien rakenteiden kuivumisajat
- materiaalien ja tarvikkeiden käsittelyt, siirrot ja varastoinnit
- runkorakenteiden ja eristetilojen kastumisen esto
- keinot kuivumisolosuhteiden järjestämiseen
- kosteudenhallinnan vastuuhenkilöt
- toteutumisen ja poikkeuksien dokumentointi. [2.]

Kosteusmittauksista laaditaan erillinen kosteudenmittaussuunnitelma. Se pitää sisälleen mittausmenetelmät- ja laitteistot, mittauksien sijainnit, laajuuden sekä aikataulun. Kosteusmittauksia varten tulee ennakkoon käydä läpi eri rakenteiden päällystämisen kosteusrajat. Kosteusmittaustulosten ja kosteusrajojen perusteella saadaan tieto, voidaanko päällystämisen aloittaa. [2; 8.]

4 P1-puhtausluokan ja pölyntorjunnan toteutus

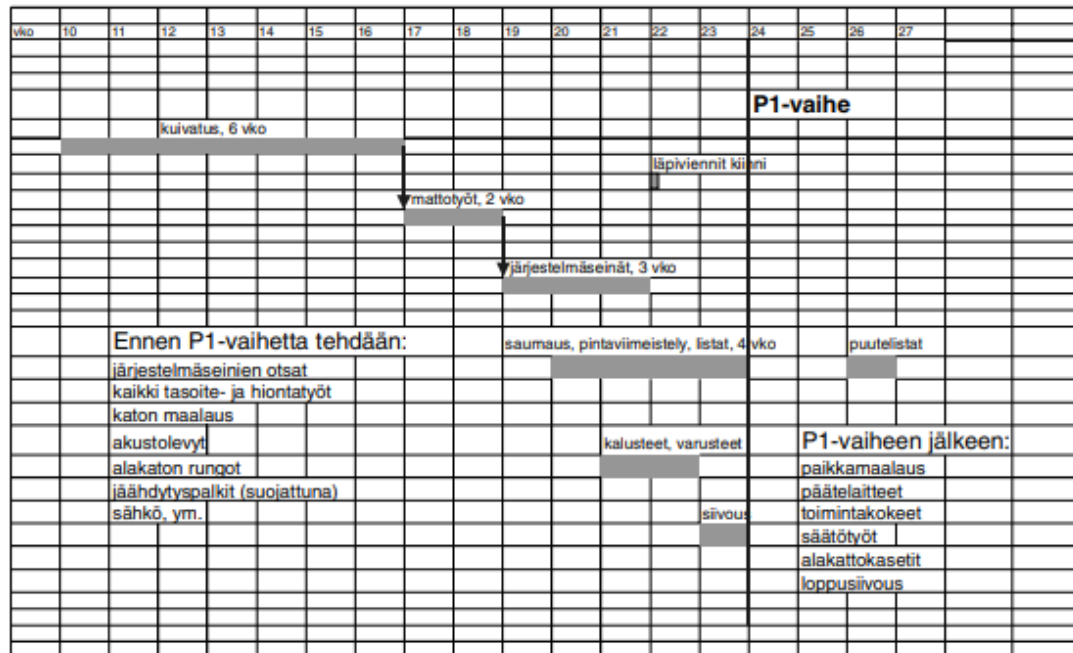
Tiedottaminen ja koulutus

Rakennuttajan asettamat sisäilmastotavoitteet ja niihin pääsemiseksi suunnitellut ratkaisut esitetään työmaan käynnistyessä. Jokaisen työmaalla työskentelevän tulee olla perillä tavoitteista ja toimintatavoista. Sitä varten jaetaan kirjallinen tiedote, josta selviää työmaan sisäilmasto-, puhtaus- ja materiaaliluokat. Urakoitsijoiden tulee ottaa puhtausluokat ja sisäilmastotavoitteet huomioon tehdessään työ- ja laatusuunnitelmia.

Kaikille työntekijöille on kannattavaa pitää koulutustilaisuus, jossa käydään läpi sisäilmastotavoitteet, niiden toteuttamiseksi noudatettavat ohjeet ja tehtävät. Rakennushankkeen myöhemmässä vaiheessa työmaalle tulevien urakoitsijoiden tiedottamisesta ja kouluttamisesta pitää muistaa huolehtia. [2.]

4.1 Aikataulukus

P1-puhtausluokalla on suuri vaikutus työmaan aikataulutuksessa. Aikataulun tulee olla riittävän yksityiskohtainen ja siinä tulee ottaa huomioon kriittiset ja tahdistavat työvaiheet, niiden järjestys, kestot sekä päällekkäisyydet. Työt suunnitellaan lohkoittain ja jaetaan lohko pienempiin alueisiin tarvittaessa. Pölyävät työvaiheet tulee suunnitella niin, että ne tehdään alueella ennen kuin voidaan aloittaa ilmanvaihtoasennustyöt. Tämän takia on tärkeää, että tiedostetaan työvaiheet, joista syntyy pölyä ympäristöön. Kuvassa 4 on esitetty sisäviimeistelyvaiheen aikatauluesimerkki. Puhtaudenhallintasuunnitelma ohjaa ja toimii pohjana aikataulusuunnittelulle.



Kuva 3. Aikatauluesimerkki noin 1000 m²:n toimiston sisäviimeistelyvaiheesta. [8.]

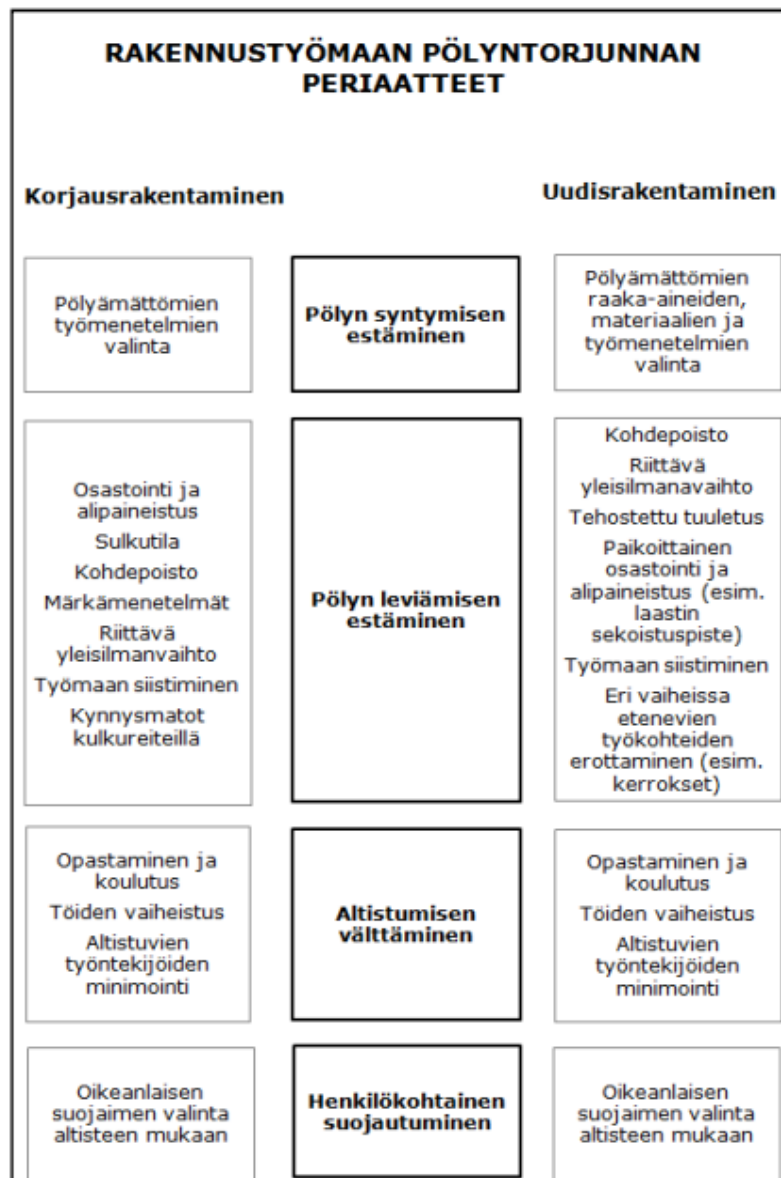
Työmaan loppuvaiheessa tehdään tarkennettu aikataulu lohkoittain. Aikataulussa ajoitetaan tarkemmin loppusiivoukset, ilmanvaihtolaitteiden toimintakokeet ja säätötyöt sekä rakennuksen vastaanotto. Kaikille on muistettava varasta riittävästi aikaa, etenkin loppusiivoukselle, jotta toimintakokeet ja säätötyöt päästäisiin aloittamaan ajoissa. [8.]

4.2 Pölyntorjunta ja puhtauden ylläpito

Pölyntorjunnan tavoitteet ovat turvallinen työympäristö, pölyn syntymisen ja leviämisen estäminen, tilojen ja pintojen suojaaminen ja talotekniikan suojaaminen. Pölyntorjunnan periaatteet on esitetty kuvassa 4. Työmaan työvaiheet, niiden ajoitukset ja osastoinnit tulee suunnitella niin, että pölyntorjunta on toimivaa ja jatkuu koko rakennushankkeen ajan. Ennen varsinaisten töiden käynnistämistä, pitää varata riittävästi aikaa ja resursseja osastoinnille ja muille pölyntorjuntamenetelmille. Pölyntorjunnalle asetetut tavoitteet on mahdollista saavuttaa, kun mitoitetaan ja valitaan käytettävät pölyntorjuntamenetelmät ja siivoustaajuus oikein. Tehokkain tapa estää pölyn syntymistä on valita kohteeseen sopivat pölyttömät tai vähän pölyävät työmenetelmät. Tällaisia työmenetelmiä ovat esimerkiksi katkaisu leikkurilla sahauksen sijaan ja hydraulinen murtaminen piikkauksen sijaan. [7; 10.]

Ympäröivään tilaan syntyvän pölyn ja sen leviämisen määrää voidaan vähentää käyttämällä kohdepoistolaitteistoa hiomalaitteissa, sirkkeleissä ja muissa koneissa. Kohdepoistomenetelmä jaetaan korkeapaine- ja matalapaineiseen kohdepoistoon. Korkeapaineisessa kohdepoistossa työvälineeseen esimerkiksi hiomakoneeseen liitetään esierottimella ja mikrosuodattimella varustettu teollisuusimuri. Vastaavasti voidaan kohdistaa teollisuusimurin imu suoraan hiottavaan kohtaan, jolloin imuri imee irtoavan pölyn ja jätteen. Matalapaineisessa kohdepoistossa purku- tai hiomakohteen välittömään läheisyyteen sijoitetaan ilmanpuhdistajaan yhdistetty karkeasuodattimella varustettu pölynkerääjä, joka sieppaa työstä syntyvää pölyä. Kohdepoiston avulla saadaan heti poistettua pöly muodostumispaikaltaan ennen kuin se leviää muualle ja jouduttaisiin siivoamaan myöhemmin pois. [7; 10.]

Kohdepoistolaitteisto koneissa ei ole aina tarpeeksi riittävä tai halutaan varmistua, ettei pöly pääse leviämään muualle, tulee tila osastoida ja alipaineistaa. Tällöin tila eristetään kokonaan rakennusmuovilla ja alipaineistetaan niin, että ilmavirta liikkuu puhtaasta tilasta likaiseen. Osastoituun tilaan voidaan myös laittaa ilmanpuhdistaja, joka on varustettu riittävän tehokkaalla suodatuksella esimerkiksi HEPA13. Sopivissa olosuhteissa puhtaat tilat voidaan ylipaineistaa, jolloin estetään pölyn siirtyminen kyseessä oleviin tiloihin. [11.]



Kuva 4. Pölyntorjunnan periaatteet. [12.]

Hengityksensuojaimien käytöllä on suuri vaikutus syntyvän pölyn pääsystä työntekijän hengitysteihin. Hengityksensuojain tulee valita altisteen mukaan. Tavanomaisissa purkutöissä on käytettävä vähintään P2 luokalla varustettua puolinaamarillista hengityksensuojainta. P2 luokan suojaimeen estää yli 0,3 mikrometrin hiukkaskoon pölyn pääsemisen hengitysteihin. Kun halutaan suojautua asbestipölyltä, homeilta tai muilta vaarallisilta pölyiltä käytetään P3 luokan suojaimeen. [9.]

Purkutyöt

Rakenteiden purkaminen perustuu kohteen mekaaniseen rikkomiseen, josta syntyy pölyä ja muita haitta-aineita. Pääurakoitsija tekee purkutöistä purkusuunnitelman, joka sisältää purkutyön toimenpiteet ja se määrittää purkutyösuunnitelman sisällön. Purkutyösuunnitelman laatii purkutyön tekevä urakoitsija, jossa se esittää purkutyön toteutuksen ja purkutavat rakenteittain.

Purkutöissä syntyvän pölyn leviäminen muihin tiloihin estetään suojaseinillä ja tarpeen vaatiessa tila paineistetaan sekä estetään ulkopuolisten henkilöiden pääsy purkutilaan. Purkutyö tulee suunnitella ja mitoittaa niin, että purettu materiaali saadaan siirrettyä pois samaan vauhtia kuin sitä syntyy. Purettu materiaalin siirrossa syntyvän pölyn määrää tulee välttää toimivalla siirtomenetelmällä, esimerkiksi purkumateriaalin pudottaminen tiiviitä putkia pitkin jätelavalle tai purkumateriaalin koonti ja vienti säkeissä tai astioissa jätelavalle. Purkujätettä tulee mahdollisuuksien mukaan siirtää suoraan jätelavalle ilman, että sitä välivarastoidaan mihinkään. Purkutöiden jälkeen tilat siivotaan ja ilmaa kierrätetään, jotta pöly ja haitta-aineiden pitoisuudet ovat hyväksyttävää tasoa. [5.]

4.3 Osastointi ja alipaineistus

Osastoinnilla tarkoitetaan korjattavan tilan ilmanvaihdollista erottamista ympäröivistä tiloista. Osastoinnin tarkoituksena on erottaa puhtaat tilat epäpuhtaista tiloista korjaustöiden ajaksi. Osastointi rakennetaan käyttämällä rakennuksen valmiita rakenteita ja/tai rakentamalla tilapäiset suojaseinät. Tilapäisten suojaseinien tulee olla riittävän kestäviä sekä tiiviitä. Osastoituja tiloja ei saa käyttää säännölliseen läpikulkuun. Kuvassa 5 on esimerkki P1-puhtausluokan tilan osastoinnista, jossa on käytetty olemassa olevia rakenteita hyväksi. Suojaseinät voidaan tehdä pingottamalla puurimojen avulla rakennusmuovi katon ja lattian väliin. Olemassa oleviin rakenteisiin rakennusmuovi voidaan teipata suoraan, jos näin saavutetaan riittävä tiiveys ja kestävyys. Teleskooppirungon avulla voidaan koota suojaseinät, jos edellä mainitut tavat eivät ole toteutuskelpoisia. Jos suojaseinät ovat käytössä pidemmän aikaa tulee ne rakentaa esimerkiksi seuraavasti

- Suojaseinän runko tehdään 48 mm x 48 mm puutavarasta.

- Seinämuovin alapää laitetaan rakenteen alajuoksun alle ja lisäksi tiivistetään uretaanivaahdolla.
- Muovi nostetaan yläohjauspuun ylitse ja tiivistetään uretaanivaahdolla.
- Suojaseinän alaosaan asennetaan suojalevytys esimerkiksi vaneria, joka ylittää lattiapinnasta noin 120-150 cm korkeudelle. Suojalevytyksen tarkoitus on suojata osastointia ja muovitusta rikkoontumiselta. [11.]

Osastoinnin kulkuaukkoina voidaan käyttää muovi- tai vaneriovia. Jos kulkuaukosta kulkeutuu paljon pölyä osastoinnin sisälle, tulee rakentaa kahdesta ovesta koostuva sulkutila. Tilapäinen osastoinnin ovi voidaan rakentaa seuraavasti

- Kulkuaukon kokoisen muovin sivuille ja yläreunaan kierretään 48 mm rimat.
- Rimat kiinnitetään seinärakenteeseen ja muoviin leikataan halkio alaosaan.
- Aukkoon kiinnitetään yläosastaan toinen muovi.
- Muovin alaosaan laitetaan puurima, joka vetää muovin paikoilleen. [11.]

Usein pelkkä osastointi ei ole riittävä pölyntorjuntaan vastaan, vaan osastoitu tila tulee alipaineistaa ympäröiviin tiloihin verrattuna. Alipaine saadaan tuotettua osastoituun tilaan alipaineistuslaitteistolla. Ilmavirta suunnataan ympäröivistä puhtaista tiloista osastoituun tilaan päin. Talviaikaan tuloilma pitää lämmittää ennen, sen siirtymistä tilaan. Poistoilma suodatetaan ja johdetaan osaston ulkopuolelle, yleensä ulos. Jos poistoilma saadaan poistettua ulos, ikkuna-aukkoon asennetaan poistoputkelle reiällä varustettu rakennuslevy, josta poistoputki ulotetaan vähintään 50 cm levyn ulkopuolelle. Poistoputken ja rakennuslevyn reiän liittymäkohta tulee muistaa tiivistää kunnolla.



Kuva 5. P1-puhtausluokan ilmanvaihtoasennustöitä varten rakennettu osastointi.

Osastoidun tilan tulisi olla noin 5-15 Pascalia alipaineinen ja osastoidun tilan ilman tulisi vaihtua kokonaisuudessaan 6-10 kertaa tunnissa. Kuvassa 4 on esitetty alipaineistajan tehon arviointi ja alipaineistajien määrän laskenta. Jos alipaine kasvaa liian suureksi tilassa voi se esimerkiksi rikkoa suojaseiniä tai haitata ilmanvaihtojärjestelmän toimintaa. Osastoinnin kunto ja toimivuus tulee tarkistaa päivittäin. Osastoinnin paine-eroa voidaan havaita aistinvaraisesti osastoinnin muovisesta suojaseinästä, joka painuu alipaineiseen tilaan päin. Tarkka ja varmempi tieto paine-erosta saadaan alipaineistajan paine-eromittarista.

ESIMERKKI ALIPAINESTAJAN TEHON ARVIOINNISTA	ESIMERKKI ALIPAINESTAJIEN MÄÄRÄN LASKENNASTA
Alipaineistajan puhallinteho: 4600 m ³ /h	$P = \text{alipaineistettavan alueen pinta-ala (m}^2\text{)}$
Puhallinteho pääty-yhteillä: 4190 m ³ /h	$K = \text{alipaineistettavan alueen korkeus (m)}$
Puhallinteho puhtaalla HEPA-suodattimella: 3200 m ³ /h	$I = \text{ilmanvaihtokerroin (1/h)}$
Teho kuormittuneella suodattimella: $\ll 3200$ m ³ /h	$P = 1000 \text{ m}^2, K = 3,0 \text{ m}, I = 6 \text{ 1/h}$
Mitoitustehona käytetään enintään 3200 m ³ /h	Tarvittava teho (ilmamäärä) = $P \times K \times I = 18\,000 \text{ m}^3/\text{h}$
	Tarvittavat alipaineistajat $18\,000 \text{ m}^3 / 3200 \text{ m}^3/\text{h} = 6 \text{ kpl}$

Kuva 6. Alipaineistajan tehon arviointi ja alipaineistajien määrän laskenta. [11.]

Ilmansuodattimet poistavat hiukkamaisia epäpuhtauksia ilmapirrasta. Ilmansuodattimet jaetaan suodatusluokkiin niiden tehokkuuden mukaan seuraavasti

- karkeasuodattimet G1-G4
- mediusuodattimet M5-M6
- hienosuodattimet F7-F9
- EPA suodattimet E10-12
- HEPA suodattimet H13-H14
- ULPA suodattimet U15-U17.

Alipaineistajan ilmasuodattimina käytetään vähintään G4 karkeasuodattimia esisuodatukseseen, vähintään F7-luokan hienosuodatinta, kun ilma poistetaan ulos tai HEPA H13 suodatinta, kun ilmaa ei voida johtaa ulos rakennuksesta. Alipaineistajan teho alenee, jos ilmansuodattimen kapasiteetti täyttyy. Siitä syystä, suodattimet täytyy tarkistaa säännöllisesti ja vaihtaa tarvittaessa laitevalmistajan ohjeiden mukaisesti. Eri suodattimien vaihtoväli riippuu itse suodattimesta ja käyttöolosuhteista. [9; 11.]

Osastoinnin ja alipaineistuksen suunnittelussa pitää tietää, mitä pölyviä töitä tiloissa tehdään sekä siitä syntyvän pölyn laatu ja määrä. Näiden tietojen avulla pystytään suunnittelemaan osastointien sijainnit ja koot, alipaineistukalusto, poistoilmareitit ja suojaseinien tekniset ratkaisut. Osastoinnin suunnittelussa ja toteutuksessa tulee ottaa lisäksi huomioon muun muassa

- rakennuksen ilmanvaihto ja painesuhteet
- ilmavuoreittien tiivistysratkaisut
- työmenetelmien valinta
- henkilökohtaiset suojaimet

- talvirakentamisen vaatimukset
- palo- ja sähköturvallisuusmääräykset
- siivous ja jätteenkäsittely
- mittaukset ja dokumentointi. [11.]

4.4 Logistiikka ja jätehuolto

Työmaa on pidettävä hyvässä järjestyksessä koko rakennushankkeen ajan. Pääura-koitsijan tehtäviin kuuluu järjestää riittävästi jäteastioita- ja lavoja työmaalle ja huolehdittava niiden tyhjentämisestä. Jätehuoltosuunnitelmassa esitetään lajiteltavat jätejakeet, ulkoalueiden jätelavojen paikat ja sisätiloissa jäteastioiden sijoittamiset. Jokaisen urakoitsija vastaa omissa työpisteissään työstään syntyvän jätteen siirtämisestä jäteastioihin.

Rakenteisiin ja sisätiloihin tulevat rakennustarvikkeet ovat suojattava kuljetusten, asennustyön, asennuspaikan välivarastoinnin tai työmaavarastoinnin aikana likaantumiselta ja kastumiselta. Rakennustarvikkeet voidaan peittää suojapeitteellä tai muulla tavoin, jolla voidaan varmistua suojaamisen riittävyys. Mahdollisesti rikkoutuneet suojaukset tulee korjata välittömästi. On tärkeää varastoida rakennustarvikkeet niin, että ne ovat irti maasta, jottei sade- ja pintavedet pääse kastelemaan niitä. Varmin tapa välttää kastumiselta on varastoida rakennustarvikkeet sisätiloihin. Välivarastointia tulee välttää ja varmistua siitä, että valmistajien vaatimukset varastointiolosuhteisiin ja suojaksiin liittyen täyttyvät. [2.]



Kuva 7. Ilmanvaihdon päätelaitteen tulppaus.

Sisätiloissa varastoitavien rakennustarvikkeiden suojaukset tulee poistaa vasta juuri ennen asennustyön aloittamista. Ilmanvaihtojärjestelmien avonaiset päät suljetaan pölytiivisti asennustyön keskeytyksen, taukojen tai valmistumisen jälkeen (kuva 7). Ennen asennustöiden aloittamista on varmistettava, että asennuspaikan olosuhteet ja alustan suhteellinen kosteus ovat suunnitelmien mukaiset ja täyttävät tarvikevalmistajien asettamat vaatimukset. Ilman tulee olla puhdasta ja kuivaa eikä ilmaa likaavia työvaiheita saa suorittaa samanaikaisesti asennuspaikan lähellä. [2.]

4.5 Siivous

Rakennusaikainen siivous

Rakennusaikainen siivous on yksi tärkeimmistä keinoista, jolla voidaan varmistaa puhtaustavoitteiden täyttyminen. Rakennussiivous aloitetaan heti purkutöiden käynnistyttyä. Siivouksen tarkoituksena on estää pölyn ja lian leviäminen sen syntypaikalta muihin tiloihin. Rakennussiivouksella on suuri vaikutus työmaahan. Välittömiin vaikutuksiin kuuluu muun muassa työmaan puhtaus ja hyvä järjestys. Välillisiä vaikutuksia ovat parempi työviihtyvyys, alentunut tapaturmariski ja pitkäaikaisaltistumisen vähentyminen pölylle. Siivouksella estetään myös säilyvien ja uusien kalusteiden sekä pintojen likaantuminen tai vaurioituminen. [13.]

Työmaan siivouksessa tulee käyttää oikeita siivousmenetelmiä, jotta saavutetaan paras mahdollinen lopputulos. Isommat roskat, jätteet ja karkea lika kerätään lapiolla tai lastalla ja siirretään tiiviisiin jättesäkkeihin, jäteastioihin tai pudotetaan jätekuiluun. Harjasiivous on kiellettyä, koska se nostaa pölyn voimakkaasti ilmaan. Teollisuusimureissa ja keskuspölynimureissa käytetään vähintään HEPA13-suodatinta (kuva 8). Jos pintoja ei ole mahdollista imuroida, saadaan hieno irtolika poistettua nihkeä- tai kosteapyyhinnällä.



Kuva 8. HEPA13-suodattimella varustettu teollisuusimuri.

Kaksivaiheinen loppusiivous

Rakennuksen loppusiivous on kaksivaiheinen. Ensimmäinen siivous tehdään ennen ilmanvaihtolaitteistojen toimintakokeita, kun rakennustyöt ovat valmiit ja viimeistely- ja asennustyöt ovat pääosin valmiit. Toinen siivous tehdään ennen rakennuksen luovutus- ja vastaanottotarkastusta, kun kaikki toimintakokeet on tehty sekä viimeistely- ja asennustyöt ovat kaikilta osin valmiita. Samanaikaisesti loppusiivouksen kanssa ei tiloissa saa tehdä rakennus- tai asennustöitä ja ne tulisi lopettaa ainakin kahdeksan tuntia ennen siivouksen aloittamista, jotta kaikki mahdollinen pöly on laskeutunut siivottaville pinnoille. [14.]

Ilmanvaihtolaitteiden toimintakokeet voidaan aloittaa aikaisintaan kahdeksan tunnin kuluttua ensimmäisen loppusiivouksen jälkeen. Pölyävien töiden teko on siivouksen jälkeen kielletty. Jos siivouksen jälkeen joudutaan tekemään vielä viimeistely- tai asennustöitä, tulee käyttää kohdepoistolla varustettuja työvälineitä. Pinnat tulee suojata likaantumiselta, jos tehdään esimerkiksi tiivistys- ja saumaustöitä ja mahdollinen syntynyt lika tai jäte poistetaan välittömästi työn päätyttyä. Jos siivoaminen tehdään alueittain, tulee loppusiivottavat ja –siivotut tilat eristää pölytiivisti suojaseinillä ja –ovilla niistä tiloissa, joissa tehdään vielä pölyäviä töitä. Myös tarpeeton liikkuminen siivotuilla alueilla ja niiden läpi kulkeminen tulee estää. Siivottujen tilojen sisääntuloteihin on hyvä sijoittaa vaihtomatot, jotta asennustöissä ja toimintakokeissa tiloihin kulkeutuva lika olisi mahdollisimman vähäistä. [14.]

Ensimmäisessä loppusiivouksessa jätteet ja karkea irtolika poistetaan tiloista. Rakennus- ja pakkausjätteet kuljetetaan ja lajitellaan työmaan jäteastioihin- ja lavoille. Runsas irtolika ja roskat imuroidaan hienosuodattimella varustetulla imurilla suoraan tai kerätään lastalla yhteen kasaan, josta siirretään jäteastiaan. Suojamuovit ja –pahvit poistetaan jäähdytys-, lämmitys- ja muiden laitteiden päältä sekä lattioilta. Suojien poistossa tulee olla varovainen, jos suojissa havaitaan pölyä. Tällöin pöly poistetaan suojista ennen kuin suojat poistetaan laitteista.

Kaikilta pysty- ja vaakapinnoilta ja tasoilta poistetaan vähäinen irtolika ja pöly imuroidamalla ja nihkeällä tai kostealla pölyä sitovalla työvälineellä pyyhkimällä. Pintojen siivoaminen tehdään ylhäältä alaspäin. Pöly poistetaan katosta, seiniltä ja lattialta sekä kalusteiden ja varusteiden kaikilta pinnoilta myös sisäpinnoilta. Myös alakattojen yläpuoliset tilat, valaisimet, ilmanvaihtokanavien päälliset sekä sähkö- ja muut kaapeli-

kourut siivotaan. Siivottaviin tiloihin liittyvät porrashuoneet, kuilut ja hissit imuroidaan, jolla saadaan estettyä pölyn leviäminen.

Ikkunoista ja ovista poistetaan suojamuovit ja -pahvit, valmistajan teipit ja rakennusai-
kaiset huomiotarrat. Sen jälkeen ikkunoiden ja ovien karmit, puitteet ja ovet puhdiste-
taan sekä ikkunat pestään valmistajan ohjeiden mukaan. Puhdistus- ja pesutyössä
tulee välttää runsaan veden käyttöä. Ensimmäisen loppusiivouksen jälkeen ylläpide-
tään siinä saavutettua puhtaustasoa toimintakokeiden ja luovutuksen välisenä aikana.

Loppusiivouksen toisessa vaiheessa tilat siivotaan tilaajan määrittelemiin puhtausta-
soihin. Toisessa vaiheessa poistetaan taso- ja vaakapinnoilta lika ja pöly, joka on las-
keutunut ensimmäisen vaiheen jälkeen. Tahrat poistetaan kaikilta pinnoilta niiden ma-
teriaalivalmistajien ohjeiden mukaan, jotta vältetään materiaalien vahingoittumiselta.
Lattiapinnoille tehdään käyttöönottopuhdistus ja tarpeen mukaan suojataan. Loppusii-
vouksen laatu tarkistetaan, kun siivous on suoritettu. Mahdolliset puutteet korjataan ja
tarkistetaan sen jälkeen ennen käyttöönottoa. Toisen vaiheen siivouksen jälkeen tah-
rattomia ja puhtaina tulisi olla

- lattiat ja jalkalistat
- seinä- ja muut sisäpinnat, kytkimet, pistorasiat ja muut laitteet
- ikkunat, lasipinnat, ikkunapuitteet ja sälekaihtimet
- ovet ja ovenpielet
- kalusteet, patterien ulko- ja sisäpinnat
- kaiteet ja käsijohteet
- valaisimet
- portaat ja tasanteet
- ilmavaihtokanavat- ja koneet. [9; 14.]

4.6 Puhtauden arviointi ja mittaukset

Rakennuksen puhtauden arviointi tehdään pääosin silmämääräisesti. Ennen ilmanvaihtojärjestelmän käynnistämistä arvioidaan kaikkien pintojen puhtaus myös ei-näkyvät pinnat. Puhtauden arvioinnissa tarkistetaan katto-, seinä-, kaluste- ja lattiapinnat sekä kalusteiden sisäpinnat. Kattopintoihin kuuluu esimerkiksi alakattolevyjen yläpuolella olevat pinnat, valaisinkotelot, ilmanvaihdon päätelaitteet, katossa olevat putket, valaisimet ja kattoikkunoiden puitteet. Seinäpintoihin kuuluvat esimerkiksi ikkunat, ovet,

seinät, seinillä olevat putket, valaisimet, kaiteet, paneelit ja sähkökalusteet. Lattiapintoihin kuuluvat portaiden pysty- ja vaakasuora pinnat, lattiat, lattiaritilät ja-kaivot ja kynnykset. Kalusteita ovat muun muassa pesu- ja saniteettitilojen kalusteet, kiintokalusteet ja niiden sisäpinnat sekä rakennukseen kuuluvat laitteet ja koneet. [2.]

Puhtauden arvioinnissa voidaan käyttää visuaalisen arvioinnin lisäksi geeliteippimitausmenetelmää, jonka avulla voidaan todentaa riittävä puhtausaste. Sen avulla saadaan pintojen pölykertymä, joiden enimmäistasot on esitetty taulukossa 3. Pölykertymä tulisi mitata aikaisintaan kaksi tuntia siivouksen jälkeen, jotta mahdollinen ilmassa leijuva pöly ehtii laskeutua pinnoille ja näin mittaustuloksesta saadaan todellisuutta vastaava. Pintapölymittaukset mitataan SFS 5994 INSTA 800 -standardin mukaisesti BM-Dustdetector pintapölymittauslaitteella (kuva 9).

Taulukko 3. Puhtausluokan P1 pölykertymän enimmäistasot. [2.]

Tarkastusajankohta	Arvioitavat pinnat	Pölykertymä [peitto-%] (SFS 5994 INSTA 800)
Ennen ilmanvaihdon toimintakokeita	Alakaton yläpuolella olevat pinnat. Näkyvät pinnan ja kalusteiden sisäpinnat pl. lattiapinnat	5,0
Ennen rakennuksen luovutusta	Näkyvät pinnat ja kalusteiden sisäpinnat	1,0
	Lattiapinnat	3,0

Pintapölymittaus suoritetaan vähintään viidestä tilasta, kun tilojen kappalemäärä on enintään 50. Jos tiloja on määrällisesti yli 50, tulee vähintään 10 %:ssa tiloissa suorittaa pintapölymittaus. Mittausnäytteitä otetaan vähintään kolmesta pintaluokasta, kustakin yksi näyte. Jos tilassa ei ole riittävän monta pintaluokkaa, valitaan toinen tila tai näytteitä otetaan 3 kappaletta olemassa olevilta pinnoilta. [2.]



Kuva 9. BM-Dustdetector-pintapölymittauslaite.

5 Case Olympiastadionin perusparannus ja uudistaminen

Helsingin Olympiastadionin rakennustyöt alkoivat vuonna 1934 ja se valmistui vuonna 1938. Olympiastadionin arkkitehtikilpailun voittivat arkkitehdit Yrjö Lindegren ja Toivo Jääntti, heidän funktionalistisen tyyliuunnan puhtaslinjaisella ehdotuksellaan. Olympiastadion on suojeltu rakennussuojelulain nojalla vuonna 2006. [15.]

5.1 Työmaan esittely

Olympiastadionin perusparannus ja uudistaminen projektin laajuus on vähän yli 40 000 m², joista noin puolet ovat saneerattavia tiloja ja puolet ovat uusia tiloja. Osa uusista tiloista sijoittuu maanpinnan alapuolelle. Kuvassa 10 on esitetty havainnekuva Olympiastadionista peruskorjauksen ja uudistamisen jälkeen. Projektin tilaajana on Stadion-säätiö, rakennuttajana toimii Helsingin kaupunki, arkkitehtisuunnittelussa ovat mukana Arkkitehdit NRT sekä Arkkitehtitoimisto K2S Oy. Rakennusteknisenä projektinjohtourakoitsijana toimii Skanska Talonrakennus Oy, sähkötekniikan projektinjohtourakoitsijana toimii Assemblin Oy ja LVIA-tekniikan projektinjohtourakoitsijana toimii ARE Oy.



Kuva 10. Havainnekuva uudistuvasta Olympiastadionista. [16.]

Olympiastadionin perusparannuksessa katsomo katetaan kokonaan, kenttäalue sekä juoksuradat uusitaan, perustuksia vahvistetaan, talotekniikka uusitaan ja pintarakenteet korjataan. Perusparannuksessa WC-tilojen, ravintola- ja muu palvelutilojen, poistumis-

reittien ja hissien määrää lisätään sekä esteettömyyttä parannetaan. Uusia tiloja ovat muun muassa liikuntatilat, logistiikkakeskus ja sisäjuoksurata.

5.2 Urakkavalvojen haastattelut

Opinnäytetyön aikana haastateltiin kolmea Skanskan urakkavalvojaa Olympiastadionin työmaalta. Haastattelut suoritettiin tammi- ja helmikuun aikana. Haastattelujen tavoitteena oli saada selville, miten P1-puhtausluokka on vaikuttanut työn suunnitteluun, aikataulutukseen ja toteutukseen työmaalla sekä mitä ongelmia on tullut esille. Haastattelut toteutettiin sähköpostikyselyllä ja kasvokkain käydyn keskustelun avulla. Sähköpostikyselyn vastaukset käytiin yhdessä urakkavalvojan kanssa läpi ja tarkennettiin annettuja vastauksia tarvittaessa. Haastatelluista urakkavalvojistakaan, jokaisella oli vastualueellaan P1-puhtausluokkaan kuuluvia alueita. Haastateltavista kahdella henkilöllä on vuosikymmenien kokemus rakennusalalta. Yhdellä henkilöllä on kokemusta rakennus alalta noin kymmenen vuotta. Alla on sähköpostihaastatteluissa kysytyt kysymykset ja vastaukset

Miten P1-puhtausluokka on vaikuttanut työmaan aikatauluun? Oliko varattu riittävästi aikaa?

- P1-puhtausluokka lisää hieman rakentamiseen kuluvaa aikaa, mutta aikatauluun oli varattu riittävästi aikaa.
- Ei ollut suurempia vaikutuksia aikatauluun, koska P1-alueet oli rajattu sopivan kokoisiksi.
- P1-puhtausluokka oli otettu hyvin huomioon aikataulutuksessa, joten ei ollut ongelmia.
- P1-puhtausluokan osastoinnin ja ilmanvaihtoasennustöiden aikana kaikki muut työvaiheet pysähtyivät, kunnes ilmanvaihdon päätelaitteiden asennukset olivat valmiita ja ne huolellisesti suojattuna. Ilmanvaihtoasennustöille ei ollut varattu riittävästi aikaa.

Miten työvaiheiden yhteensovittaminen onnistui?

- Pölyävät työvaiheet on pyritty tekemään ennen ilmanvaihtoasennustöitä. Siinä ei kuitenkaan onnistuttu täydellisesti.
- Työvaiheiden yhteensovittamisen onnistui hyvin.
- Liian pienet P1-alueet aiheuttivat haasteita töiden yhteensovittamiselle.

Mahdolliset ongelmat ja niiden ratkaisu?

- Ylimääräisten työntekijöiden kulku P1-alueiden läpi. Saatiin kuriin, kun laitettiin riittävän selkeästi kyltillä ”P1-alue, kulku kielletty”.

Onko syntynyt kehitysideoita? Mitä tekisit paremmin seuraavalla kerralla?

- Yksi aliurakoitsija, jolla on riittävät tiedot P1-puhtausluokasta. Kyseinen urakoitsija vastaisi osastointien, paineistuksien ja siivouksien teosta.

Muuta sanottavaa?

- Riittävästi aikaa varaamalla ja työvaiheiden suunnittelulla P1-puhtausluokan työt onnistuvat.
- P1-puhtausluokka on hyvä asia ja se onnistuu, kun siihen paneutuu oikein. Se saa kaikki miettimään puhtautta ja sen merkitystä.

Urakkavalvojien vastauksista päätellen P1-puhtausluokka oli otettu kohtuullisen hyvin huomioon aikataulutuksessa ja työvaiheiden ajoituksissa. Kaikilla alueilla ei työvaiheiden aikataulutus ollut mennyt niin kuin oli suunniteltu tai ei oltu varattu eri työvaiheille riittävästi aikaa. Puhtausluokka P1 lisää rakentamiseen kuluvaa aikaa, joka tulee muistaa ottaa huomioon. P1-alueet oli rajattu sopivan kokoisiksi, joten työjärjestykset sujui-
vat pääosin hyvin. Jos kaikkia pölyäviä työvaiheita ei oltu saatu tehtyä ennen ilmanvaihtoasennustöitä niin pysäytettiin ne ja jatkettiin vasta, kun ilmanvaihtoasennustyöt oltiin saatu valmiiksi ja suojattu päätelaitteet pölyltä. Yksi kehitysidea oli, että toteutetaan laajempi P1-alue, jossa ilmanvaihtoasennustöiden kanssa samaan aikaan voisi tehdä muita pölyttömiä töitä. Näin muut pölyttömät työvaiheet eivät kärsi ilmanvaihtoasennustyön vaatimasta puhtausluokasta. Haastattelujen perusteella tärkeintä puhtaudenhallinnan onnistumisen osalta on riittävä ennakkosuunnittelu. Urakkavalvojilla oli positiivinen asenne P1-puhtausluokkaa kohtaan. Oikealla asenteella, riittävällä suunnittelulla ja ennakoimisella P1-puhtausluokka onnistuu.

Ilmanvaihtoasennustyöt

Olympiastadionin työmaalla pidetään aina ennen ilmanvaihtoasennustöiden aloittamista aloituskatselmus kyseisessä tilassa. Katselmuksella varmistetaan, että asennusolosuhteet ovat oikeat ilmanvaihtoasennustöille. Ilmanvaihtoasennustyön olosuhdekatselmuksessa tarkistetaan seuraavat asiat

- Talotekniikka-asennusten vaatimat läpimenot ovat valmiit.
- Pölyävät työvaiheet ovat päätetty ja/tai keskeytetty.
- Jätteet ovat poistettu ja/tai lajiteltuna jäteastioihin.

- Työmaaliikennettä ei ohjata ilmanvaihtoasennus alueen kautta.
- Lattiapinnoilta on imuroituna irtolika ja kaikki pinnat ovat pölyttömiä.
- Ilmanvaihtokanavien kannakointi suoritetaan ennen ilmanvaihtoasennustöitä tai siinä käytetään kohdepoistolaitteella varustettua työvälinettä.
- Tuotteiden suojaukset poistetaan vasta juuri ennen asennuksen aloittamista.
- Kanavien ja kanavaosien sisäpintoihin ei jää jäysteitä, ruuveja eikä muita likaa kerääviä tai puhdistustöitä vaikeuttavia epätasaisuuksia.
- Kanaviston kaikki avonaiset päät suljetaan pölytiivisti aina asennustyön taukojen ja keskeytysten aikana aina käyttöönottoon asti.
- Suojataan ja suljetaan LVI-koneiden ja -laitteiden liitoskohdat.
- Osastoinnit ovat valmiina ja ali-/ylipaineistus toteutettu. [6.]

Katselmukseen osallistuu ainakin rakennuttajan LVI-valvoja, LVI-urakoitsijan työnjohtaja ja pääurakoitsijan urakkavalvoja. Aloituskatselmuksen jälkeen, jos yllä mainitut asiat ovat kunnossa, täytetään tarkastuspöytäkirja allekirjoituksineen ja ilmanvaihtoasennustyöt voidaan aloittaa.

Ei-näkyvien pintojen puhtauden varmistaminen

Ennen alakattojen tai vaaka- ja pystysuuntaisten tekniikkakuilujen levytystä pääurakoitsijan urakkavalvoja saa kirjallisen luvan LVI- ja sähköurakoitsijoilta levyttää alakatot tai väliseinät. Näin varmistetaan, että kaikki suunnitelmien mukainen talotekniikka on asennettuna. Lupien jälkeen voi urakoitsija ruveta asentamaan alakatto- tai väliseinärankoja. Rankojen asennuksesta syntyy usein pölyä, joten piiloon jäävät pinnat tulee siivota sen jälkeen. Kun alakattojen yläpuoliset tilat tai väliseinien tyhjät tilat ovat siivottu, voidaan suorittaa puhtauden arviointi. Visuaalisen arvioinnin lisäksi otetaan riittävästi otannalla pintapölymittauksia. Jos puhtaustaso täyttyy, voidaan aloittaa levytys. Levyttämässä tulee ottaa huomioon mahdollisen pölyn syntyminen. Esimerkiksi kipsilevyn työstäminen ja leikkaaminen nostaa kipsipölyä ilmaan ja siitä levytettävien tilojen sisälle. Kipsilevyjen leikkaaminen ja työstö tehdään suljetussa tilassa tai kauempana levytettävästä paikasta. Näin varmistetaan, että levytettävien tilojen sisäiset pinnat pysyvät puhtaina.

6 Tulokset

Opinnäytetyön tuloksena syntyi muistilista urakkavalvojille, jossa kerrotaan, mitä heidän tulee muistaa tehdä ja valvoa P1-puhtausluokan työmaalla. Muistilistassa on listattuna asioita, jotka tulee tehdä ja ottaa huomioon ennen työvaiheiden aloitusta ja niiden aikana, rakennusmateriaalien varastoinnissa ja suojauksissa, pölyhallinnassa- ja torjunnassa, siivouksessa sekä toimintakoevalmiiden tilojen osalta.

7 Yhteenveto ja johtopäätökset

Opinnäytetyössä perehdyttiin P1-puhtausluokkaan ja puhtaudenhallintaan korjaustyömaalla. Työ tehtiin Skanska Talonrakennus Oy:lle. Skanska on pääurakoitsijana Olympiastadionin perusparannus ja uudistaminen projektissa. Työmaa on ollut käynnissä samaan aikaan opinnäytetyön teon kanssa. Työmaalla kaikki rakentamisen vaiheet toteutetaan P1-puhtausluokassa. Työn aihe valikoitui, koska se on ajankohtainen ja pääsin seuraamaan sen toteutumista työmaalla.

Työn alussa perehdyttiin P1-puhtausluokkaan ja puhtaudenhallintaan Sisäilmastoluokitus 2018 ohjekortin, RT-kortiston ja internetlähteiden avulla. Skanskan urakkavalvojen haastattelujen avulla saatiin tietoa, miten P1-puhtausluokka on vaikuttanut työmaan toimintaa. Haastatteluilla saatiin konkreettista tietoa puhtausluokan toimenpiteistä ja onnistumisesta sekä ilmenneistä ongelmista. Haastattelu oli hyvä lisä Sisäilmastoluokitus 2018, RT-kortiston ja internetlähteiden teoriapohjaisiin tietoihin. Työssä kuvattiin puhtaudenhallinnan ja pölyntorjunnan suunnittelusta ja toteutuksesta P1-puhtausluokan työmaalla. Opinnäytetyön pohjalta laadittiin muistilista urakkavalvoille P1-puhtausluokan vaatimista toimenpiteistä työmaalla.

Sisäilman laatu on ollut puheenaiheena jo pitkään mediassa. Se on mielestäni erittäin tärkeä asia ja siihen tulee puuttua riittävällä vakavuudella. Asettamalla rakennukselle korkeampi sisäilmaston laatuluokka, parannetaan sisäilman laatua. Tämä vaatii sen, että jokainen työmaalle työskentelevä ymmärtää puhtaudenhallinnan tärkeyden, noudattaa suunnitelmia ja hyvää rakentamistapaa. On tärkeää, että rakennuksen rakentamisen aikana työntekijät altistuisivat mahdollisimman vähän pölylle ja epäpuhtauksille. Vaikka tiedetään pölyn ja muiden epäpuhtauksien haittavaikutukset ihmisen terveydelle, ei sitä silti mielestäni oteta tarpeeksi vakavasti.

Lähteet

- 1 Skanskan kotisivut. Verkkoaineisto. Skanska Oy. <<https://www.skanska.fi/tietoa-skanskasta/skanska-suomessa/skanska-lyhyesti/>>. Luettu 5.3.2019
- 2 Sisäilmastoluokitus 2018. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. 2018. RT 07-11299. Rakennustieto Oy.
- 3 Pölyntorjunta ja -hallinta rakennusalalla. 2016. Verkkoaineisto. Työturvallisuuskeskus. <https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/tyoturvallisuus/2016/turvallisuusviikko2016/polyntorjunta-ja--hallinta-rakennusalalla_nettiin.pdf>. Luettu 15.1.2018
- 4 Kuittinen, Teppo. 2019. Pöly ja tupakointi tappavat työntekijöitä. Rakennuslehti nro 9 8.3.2019, s. 18-19.
- 5 Pölyntorjunta rakennustyössä. 2009. Ratu S-1225. Rakennustieto Oy.
- 6 Puhtaudenhallinta-asiakirja Olympiastadionin perusparannus. 2015. Helsingin kaupunki.
- 7 Pölyntorjunta rakennustyömaalla. Verkkoaineisto. Rakennuskone. <<https://www.rakennuskone.fi/polynhallinnassa/>>. Luettu 12.2.2019.
- 8 Terveen talon toteutus kriteerit. Kriteerit ja ohjeet toimitilarakentamiselle. 2003. RT 07-10805. Rakennustieto Oy.
- 9 Ohjeita korjausrakentamisen pölyntorjuntaan. 2013. Verkkoaineisto. VTT. <https://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2013/Putusa_ohje_laaja_130415.pdf>. Luettu 16.1.2019
- 10 Koski, Hannu. Korjaushankkeen pölyntorjunta. Verkkoaineisto. <<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK150501.pdf>>. Luettu 11.3.2019
- 11 Osastointi ja alipaineistus. Verkkoaineisto. Rakennuskone. <<https://www.rakennuskone.fi/osastointi-ja-alipaineistus/>>. Luettu 12.2.2019
- 12 Kokkonen, Anna. 2013. Pölynhallinta korjausrakentamisessa. Verkkoaineisto. <http://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_978-952-61-1052-3/urn_isbn_978-952-61-1052-3.pdf>. Luettu 21.3.2019
- 13 Säteri, Jorma. Pölytön työmaa – työntekijän ja rakennuksen käyttäjän etu. Verkkoaineisto. Sisäilmayhdistys ry. <<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK050504.pdf>>. Luettu 20.2.2018

- 14 Työmaan aputyöt ja huolto.2005. Ratu S-1214. Rakennustieto Oy.
- 15 Olympiastadionin kotisivut. Verkkoaineisto. <<https://www.stadion.fi/stadion-info/historia>>. Luettu 5.3.2019
- 16 Helsingin kaupungin kotisivut. 2016. Verkkoaineisto. Helsingin kaupunki. <<https://www.hel.fi/uutiset/fi/helsinki/olympiastadionin-uudistyon-vaikutukset>>. Luettu 25.3.2019

Urakkavalvojen muistilista

P1-puhtausluokan muistilista

Työmaan suunnittelu

- Puhtaudenhallinta- ja pölyntorjuntasuunnitelmien laadinta
 - Puhtaudenhallinta-asiakirjan vaatimukset huomioon otettuna
- Aikataulutukseen ja työvaiheiden järjestykseen vaikuttavat tekijät
 - Pölyvät, kriittiset ja tahdistavat työvaiheet
 - Osastoinnit
 - IV-asennustyöt
- P1-alueet ja osastoinnit
- Jätehuolto
 - Riittävästi eri jakeiden jäteastioita kerroksittain

Rakentamisen aikana

- Pölyhallinta- ja torjunta
 - Pölyttömien työmenetelmien valinta ensisijaisesti
 - Pölyn leviämisen estäminen
 - osastointi ja alipaineistus
 - kohdepoistolla varustetut työkoneet- ja laitteet
 - Pölyn altistumisen välttäminen (hengityssuojaimien käyttö)
- Rakennusmateriaalien varastointi ja suojaus
 - Suojataan likaantumiselta ja kastumiselta
 - Varastoidaan irti maasta ja suojataan suojapeitteillä
 - Tilataan materiaalit oikeaan aikaan, jotta vältetään pitkiltä varastointiajoilta
 - Keskeneräisten ja valmiiden rakennus- ja laiteosien suojaus
- Siivous
 - Jatkuva rakennusaikainen siivous
 - Jokainen urakoitsija poistaa omasta työstä syntyneet jätteet
 - Oikeat siivousmenetelmät
 - HEPA-suodattimella varustetut imurit
 - P1-tilojen siivous puhtausvaatimusten tasolle ja saavutetun puhtauden ylläpito
 - Loppusiivous
- Tilojen riittävä ilmanvaihto
- Kulkutiet kunnossa, tilat siisteinä ja vältetään ylimääräistä läpikulkuja
- Katselmukset ja mittaukset
 - IV-asennustöiden aloituskatselmukset
 - Pintapölymittaukset ennen alakattojen/väliseinien levyttämistä
 - Rakennuttajan vaatimukset
- Toimitaan puhtaudenhallintasuunnitelman mukaisesti

Toimintakoevalmiit tilat

- Erotus muista tiloista omaksi osastoksi ja merkintä "P1-puhtausluokan tila"
- Ei säännöllistä läpikulkuja osastoinnin läpi, jos viereiset tilat eivät täytä puhtausvaatimuksia
- Pölyvässä töissä käytetään aina kohdepoistolla varustettuja työkaluja- ja laitteita
 - jos kohdepoisto on riittämätön, tulee tehdä oma osastointi ja paineistus ko. alueelle
- Tilojen riittävä ilmanvaihto ja ylläpitosiivoukset
- Mittaukset ja säätötyöt