

Juha Tienhaara

P1-PUHTAUSLUOKAN VAATIMUKSET TYÖMAALLA

P1-PUHTAUSLUOKAN VAATIMUKSET TYÖMAALLA

Juha Tienhaara
Opinnäytetyö
Syksy 2016
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan tutkinto- ohjelma, Talonrakennustekniikka

Tekijä: Juha Tienhaara
Opinnäytetyön nimi: P1-puhtausluokan vaatimukset työmaalla
Työn ohjaaja: Juha-Matti Toppi
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: 12/2016 Sivumäärä: 38 + 2 liitettä

Opinnäytetyön tavoitteena oli perehtyä P1-puhtausluokituksen vaatimuksiin. Lisäksi tarkoituksena on laatia opinnäytetyön tilaajalle perehdytyksen yhteydessä jaettava ohjeistus sekä pohtia kehitysideoita seuraaviin kohteisiin.

Opinnäytetyössä käytiin läpi aluksi Sisäilmastoluokitus 2008:aa. Seuraavana tutkittiin urakoitsijoille ja P1-kohteiden toteutukselle asetettuja vaatimuksia. Opinnäytetyössä esitellään P1-puhtausluokituksen toteuttaminen esimerkkikohteen avulla ja lopuksi mietitään kehitysideoita siellä kohdattujen ongelmien pohjalta.

Työssä saatujen tietojen pohjalta laadittiin ohjeistus, joka voidaan jakaa perehdytyksen yhteydessä. Lisäksi pohdittiin kehitysideoita tuleviin kohteisiin.

Asiasanat: P1 puhtausluokka, sisäilmanlaatu, HEPA-suodatin

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Civil Engineering, production technology

Author: Juha Tienhaara

Title of thesis: P1-purity requirements of the construction site

Supervisor: Juha-Matti Toppi

Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2016 Pages: 38 + 2
appendices

The aim of this study was to examine the P1 cleanliness classification requirements and consider development ideas for future projects. As a part of this thesis, a guide for new workers to be used by the subscriber was also created.

The thesis first examines category 2008 classifications of indoor climate. Next, the requirements for contractors set by the P1 classification were examined. The thesis presents the implementation of the P1 cleanliness classification when constructing an example target and considers development ideas based on problems during construction.

Based on the information obtained during this thesis an orientation guide for new workers was created, which is handed out during orientation.

Keywords: P1 cleanliness classification, indoor air quality, HEPA-filter

ALKULAUSE

Haluan kiittää opinnäytetyön tilaajaa hyödyllisestä ja ajankohtaisesta opinnäytetyö aiheesta. Lisäksi haluan kiittää lehtori Juha-Matti Toppia sekä esimerkkikohteen työmaaorganisaatiota opinnäytetyön ohjauksesta.

Oulussa 6.1.2017

Juha Tienhaara

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
SISÄLLYS	6
1 JOHDANTO	8
2 SISÄILMASTOLUOKITUS 2008	9
2.1 Sisäilmaston tavoitearvot	9
2.2 sisäilmastoluokat	10
2.2.1 S1 Yksilöllinen sisäilmasto	11
2.2.2 S2 Hyvä sisäilmasto	11
2.2.3 S3 Tyydyttävä sisäilmasto	12
2.3 Rakennustöiden puhtausluokitus	12
2.4 Ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokitus	13
2.5 Rakennusmateriaalien päästöluokitus ja ilmanvaihtotuotteiden puhtausluokitus	14
3 P1 PUHTAUSLUOKAN VAATIMUKSET	16
3.1 Pääurakoitsijalta vaadittavat suunnitelma-asiakirjat	16
3.2 Rakennustarvikkeiden varastointi ja suojaus	17
3.3 Pölynhallinta	18
3.4 Rakennussiivous	20
3.5 Jätehuolto	21
3.6 Loppusiivous	21
3.7 Puhtauden arviointi	22
3.8 Koulutus P1-työmailla	24
4 P1 PUHTAUSLUOKAN TOTEUTUS ESIMERKKIKOHOITEESSA	25
4.1 Aikataulu	25
4.2 Kosteudenhallinta	25
4.3 Puhtaudenhallinta	26
4.4 Materiaalien varastointi	28
4.5 Loppusiivous ja puhtauden toteaminen	28
4.6 P1-Koulutus kohteessa	29

4.7 Kustannukset	29
5 KOHDATUT ONGELMAT JA HAASTEET TOTEUTUKSESSA SEKÄ KEHITYSIDEOITA TULEVIIN KOHTEISIIN	31
5.1 Ongelmat ja haasteet	31
5.2 Kehitysideat	33
5.3 Lopputulos	34
6 YHTEENVETO	36
LÄHTEET	37
LIITTEET	
LIITE 1 TOIMINTAOHJEET TYÖNTEKIJÖILLE	
LIITE 2 TOIMINTAOHJEET TYÖNTEKIJÖILLE ENG	

1 JOHDANTO

Rakennusten sisäilmaston laatuun on alettu kiinnittää yhä enemmän huomiota ja tästä johtuen yhä useampi rakennus toteutetaan P1-puhtausluokan mukaisesti. P1-puhtausluokitus asettaa omat vaatimuksensa työmaille ja on tärkeää, että ne huomioidaan jo suunnitteluvaiheessa.

Tämän työn tavoitteena on perehtyä P1-puhtausluokan vaatimuksiin ja niiden saavuttamiseen työmaalla. Tarkoituksena on myös laatia ohjeistus P1-työmaalla työskenteleville henkilöille. Ohjeistuksessa käydään läpi yleiset- ja työskentelyohjeet.

Aluksi työssä perehdytään sisäilmasto- ja puhtausluokkiin Sisäilmastoluokitus 2008:n pohjalta. Seuraavaksi esitellään P1-puhtausluokituksen työmaalle asettamat vaatimukset ja käydään läpi kuinka ne saavutetaan. Työssä esitellään esimerkkikohteen toteutus, havaitut ongelmat ja haasteet. Niiden pohjalta pohditaan kehitysideoita tuleviin kohteisiin.

2 SISÄILMASTOLUOKITUS 2008

Nykyään ihmiset viettävät 90 % ajastaan sisätiloissa. Hyvä sisäilmasto vähentää sairauksia ja parantaa viihtyvyyttä sekä työtehoa. Sisäilman epäpuhtauksista 1/3 on peräisin ihmisistä ja 2/3 rakennusmateriaaleista ja IV-järjestelmistä. Sisäilmaston laatuun vaikuttavat rakennustekniikka, rakennustöiden suorittaminen, lämmitys-, ilmanvaihto- ja ilmastointilaitteet sekä käytetyt materiaalit. Valmistumisen jälkeen tärkeässä roolissa ovat rakennuksen oikeaoppinen käyttö ja kunnossapito. Hyvän sisäilmaston saavuttaminen edellyttää edellä mainittujen asioiden huomioonottamista suunnittelun, rakentamisen ja käytön kaikissa vaiheissa. (RT 07-10946. 2009, 2; Kovanen, 37.)

2.1 Sisäilmaston tavoitearvot

Sisäilmastoluokitusta käytetään apuna määrittäessä rakennushankkeen sisäilmastotavoitteita. Luokituksen tavoitetasot koskevat tavanomaisia työ- ja asuintiloja, joita ovat esim. toimisto- ja julkiset rakennukset, koulut, päiväkodit ja asuinrakennukset. Luokituksessa ei käsitellä poikkeuksellisia sisäilmastotavoitteita, vaan ne on määriteltävä erikseen. (RT 07-10946. 2009, 4.)

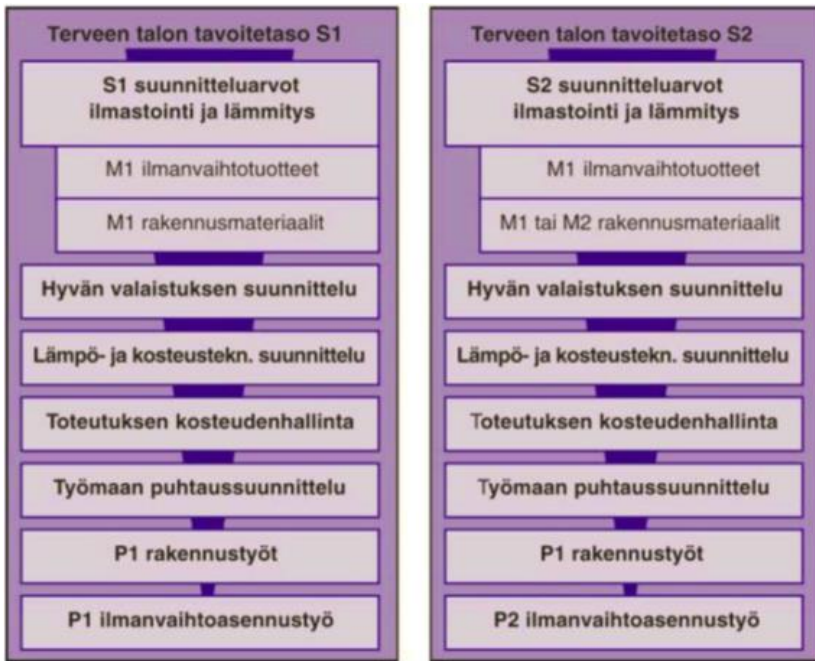
Rakennushankkeen suunnitteluvaiheessa rakennuttaja määrittelee sisäilmastolle sopivat tavoitearvot yhdessä suunnittelijoiden kanssa. Suunnittelijat laativat halutun tavoitetason mukaiset suunnitelmat ja urakoitsijat toteuttavat rakennuksen niiden mukaisesti. S1 ja S2 laatuluokan tavoitteiden saavuttaminen vaatii rakennus- ja ilmanvaihtotyöt tehtävän P1-luokan mukaisesti sekä M1-luokan rakennusmateriaalien käyttöä. Kuvassa 1 on sisäilmastoluokituksen rakenne kuvattuna. Siitä selviää huomioon otettavat asiat suunnittelulle ja toteutukselle sekä vaatimukset rakennustuotteille. (RT 07-10946, 2009, 8.)



KUVA 1. Sisäilmastoluokituksen rakenne (RT 07-10946. 2009, 3.)

2.2 Sisäilmastoluokat

Sisäilmastoluokkia on kolme: S1, S2 ja S3. Sisäilmaluokitus 2008:n mukaan hyvän sisäilman perustaso on luokka S2. Luokassa S1 olosuhteet pysyvät paremmin tavoitteiden mukaisena ja lämpöoloja sekä valaistusta voi yksilöllisesti säädellä. S3-luokan rakennuksissa ei terveille henkilöille aiheudu terveyshaittaa talotekniikan toimiessa suunnitelmien mukaisesti. Kuvassa 1 on esitetty sisäilmastoluokkien S1 ja S2 tavoitetasot. Siitä selviää, mitä S1- ja S2-luokat vaativat suunnittelulta, toteutukselta ja rakennusmateriaaleilta. (RT 07-10946. 2009, 4; Säteri 2008, 1.)



KUVA 2. Terveen talon tavoitetasot S1- ja S2- sisäilmastoluokille (RT 07-10805. 2003, 2.)

2.2.1 S1 Yksilöllinen sisäilmasto

S1-luokan tiloissa sisäilman laatu on erittäin hyvä ja niissä ei ole havaittavia hajuja. Rakenteissa ja tiloissa, jotka ovat yhteydessä sisäilmaan, ei ole laatua heikentäviä epäpuhtauksia tai vaurioita. Vetoa ja ylläampemistä ei synny. Tilan käyttäjä pystyy hallitsemaan lämpöoloja yksilöllisesti. Ääni- ja valaistusolosuhteet ovat erittäin hyvät ja ne on räätälöity tilan käyttötarkoituksen mukaisiksi. Myös valaistusta pystyy yksilöllisesti säätämään. S1-luokan tiloissa käyttäjät ovat pääosin tyytyväisiä ja terveysriskit tiloissa pieniä. S1-sisäilmastoluokkaa käytetään yleensä esimerkiksi sairaaloissa. (RT 07-10946. 2009, 4.)

2.2.2 S2 Hyvä sisäilmasto

S2-luokan tiloissa sisäilman laatu on hyvä ja niissä ei esiinny häiritseviä hajuja. Rakenteissa ja tiloissa, jotka ovat yhteydessä sisäilmaan, ei ole laatua heikentäviä epäpuhtauksia tai vaurioita. Lämpöolot ovat hyvät. Tilat ovat yleensä vedottomia, mutta kuumina kesäpäivinä ne voivat yli lämmetä. Ääni- ja valaistusolosuhteet ovat hyvät ja käyttötarkoituksen mukaiset. S2-

sisäilmastoluokkaa käytetään esimerkiksi kouluissa, päiväkodeissa ja toimistoissa. (RT 07-10946. 2009, 4.)

2.2.3 S3 Tyydyttävä sisäilmasto

S3-luokan tilat täyttävät rakentamismääräysten sisäilman laadun ja lämpötilaolojen sekä valaistus- ja ääniolosuhteiden vähimmäisvaatimukset. S3-sisäilmastoluokkaa käytetään esimerkiksi teollisuushalleissa ja kauppakeskuksissa. (RT 07-10946. 2009, 4.)

2.3 Rakennustöiden puhtausluokitus

Rakennustöiden puhtausluokituksen tavoitteena on varmistaa rakennuksen tilojen puhtaus luovutettaessa ne käyttäjälle ja ettei rakennuksen sisäilmaan kulkeudu epäpuhtauksia rakenteista. Tilojen on oltava luovutusvaiheessa niin puhtaat, että ne voidaan ottaa käyttöön ilman tuuletusjaksoja. Luokituksen vaatimukset koskevat tavanomaisten työ- ja asuintilojen puhtautta. Valittu sisäilmaluokka määrittää vaatimusten laajuuden ja tason. Suunnitelmiin voidaan valita vaatimuksia useasta puhtausluokasta tai jättää jotakin kokonaan määrittelemättä. Kuitenkin saman lohkon samankaltaisille tiloille on järkevää valita sama puhtausluokka. (RT 07-10946. 2009, 11.)

Puhtausluokat P1 ja P2

Rakennustöiden puhtausluokkia on kaksi, P1 ja P2. P1-puhtausluokka vastaa erittäin laadukasta nykyrakentamista ja P2-luokka puolestaan normaalia hyvän rakennustavan mukaista käytäntöä. (Kovanen, 39.)

P1-puhtausluokituksen mukaan rakennuksen täytyy olla puhdas ennen ilmanvaihdon päätelaitteiden suojauksen poistamista ja toimintakokeiden aloittamista. Pinnoilla ei saa olla hienojakoista irtolikaa, joka voi nousta ilmaan kosketuksen tai ilmavirtojen mukana. Tilat on tyhjennettävä jätteistä ja rakennusmateriaaleista, jotka haittaavat pintojen puhdistusta. Pintojen rakennusaikaiset suojaukset on poistettava. Tämän jälkeen tiloissa voi tehdä enää pölyämättömiä töitä kuten alakattojen asennuksia, paikkamaalauksia, ilmanvaihdon toimintakokeita ja säätöä sekä loppusiivousta. P2-luokan tiloissa

rakennustöiden puhtaudelle ei ole asetettu erityisvaatimuksia. (RT 07-10946. 2009, 11.)

2.4 Ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokitus

Ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokituksen tarkoituksena on varmistaa ilmanvaihtojärjestelmän läpi virtaavan tuloilman puhtaus. Puhdas tuloilma ei saa sisältää ilmanvaihtojärjestelmästä peräisin olevia mikrobeja, kuituja, hiukkasia tai hajuja, jotka voivat olla haitaksi terveydelle tai yleiselle viihtyvyydelle. (RT 07-10946. 2009, 15.)

Puhtausluokitus muodostuu ilmanvaihtojärjestelmän suunnittelulle ja toteutukselle määritetyistä puhtausvaatimuksista sekä ilmanvaihtojärjestelmän osien puhtausvaatimuksista. Puhtausvaatimukset on määritelty niin, että niiden toteaminen on helppoa yksinkertaisin menetelmin. Ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokat ovat P1 ja P2. Ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokka määritellään suunnitelmissa. Käytettävien suodattimien täytyy täyttää ilmanvaihtotuotteiden puhtausluokan M1-vaatimukset ja niistä ei saa vapautua otsonia tuloilmaan tai sisätiloihin. Kuvissa 3 ja 4 on esitetty Ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokkien vaatimukset. (Kovanen, 43; RT 07-10946. 2009, 15.)

- Tuloilmakanavat ja kanavaosat on tehty puhtausluokitelluista ilmanvaihtotuotteista tai työmaalla vastaavaan tasoon puhdistetuista muista tuotteista.
- Tiivistämateriaaleina käytetään rakennusmateriaalien päästöluokkaan M1 tai M2 luokiteltuja tai muuten emissioiltaan alhaisiksi tunnettuja materiaaleja.
- Luovutusvalmiin ilmanvaihtojärjestelmän sisäpinnan pölykertymän keskiarvo saa olla enintään 0,7 g/m² suodatinmenetelmällä (Pasanen et. al. 1999) mitattuna tai visuaalisesti arvioituna (Narvanne 2001).
- Laitoksessa ei käytetä palautusilmaa lukuun ottamatta vain yhtä tilaa tai asuntoa palvelevia ilmanvaihtokoneita.
- Tuloilmassa ei saa käyttää hajusteita.
- Ilmanvaihtokoneiden tuloilmapuolelle asennetaan kaksipuolainen suodatus, jonka erotusaste vastaa taulukon 2.4.5 vaatimuksia.

KUVA 3. Ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokan P1 vaatimukset (RT 07-10946. 2009, 15.)

- Tuloilmakanavat on tehty puhtausluokitelluista ilmanvaihtotuotteista tai työmaalla vastaavaan tasoon puhdistetuista muista tuotteista.
- Luovutusvalmiin ilmanvaihtojärjestelmän sisäpinnan pölykertymän keskiarvo saa olla enintään 2,5 g/m² suodatinmenetelmällä (Pasanen et. al. 1999) mitattuna tai visuaalisesti arvioituna (Narvanne 2001).
- Laitoksessa saa käyttää puhtaudeltaan samanarvoisten tilojen poistoilmaa palautusilmana. Palautusilma on suodatettava tuloilman suodatusta vastaavalla puhtausluokitellulla suodattimella.
- Tuloilmassa ei saa käyttää hajusteita.
- Ilmanvaihtokoneiden tuloilmapuolelle asennetaan kaksiportainen suodatus, jonka erotusaste vastaa *taulukon 2.4.5* vaatimuksia.

KUVA 4. Ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokan P2 vaatimukset (RT 07-10946. 2009, 15.)

2.5 Rakennusmateriaalien päästöluokitus ja ilmanvaihtotuotteiden puhtausluokitus

Rakennus- ja sisustusmateriaalit vapauttavat huoneilmaan monenlaisia kemikaaleja, jotka voivat olla peräisin esimerkiksi käytetyistä raaka-aineista, valmistusprosessin virheistä tai materiaalien vanhenemisesta ja väärästä käytöstä. Materiaalien päästöjen ja ilmanvaihdon perusteella voidaan määritellä huoneilman kemikaalipitoisuus. Kun tavoitteena ovat pienet epäpuhtauspitoisuudet, kokonaispäästöihin vaikutetaan enimmäkseen käyttämällä vähäpäästöisiä materiaaleja. (RT 07-10946. 2009, 17.)

Rakennusmateriaalit on luokiteltu päästöluokituksen avulla. Luokitusta voidaan käyttää apuna suunniteltaessa asuin- ja työtiloja. Rakennusmateriaalien päästöluokkia on kolme, M1, M2 ja M3. M1-luokan rakennusmateriaalit synnyttävät vähiten päästöjä ja puolestaan M3-luokan materiaalit eniten. Testaamattomat materiaalit eivät kuulu mihinkään päästöluokkaan. Materiaaliyhdistelmän päästöluokka määräytyy huonoimman materiaalin mukaan niin kauan kunnes emissiomittauksella toisin todistetaan. (RT 07-10946. 2009, 17.)

Halutessaan materiaalin M1- tai M2- päästöluokkaan tulee sille suorittaa laboratoriossa vakioituissa testiolosuhteissa neljän viikon iässä testi, jossa mitataan materiaalista huoneilmaan kulkeutuvia kemiallisia päästöjä. Päästöjen tulee alittaa luokille määritetyt rajat. Testin jälkeen valmistaja voi hakea tuotekohtaista rakennusmateriaalien päästöluokitusta Rakennustietosäätiöltä. (Rakennustieto, linkit Rakennustieto→Rakennusmateriaalien päästöluokitus M1→Kuinka haen M1-luokitusta.)

Ilmanvaihtotuotteille on ainoastaan yksi puhtausluokka eli ilmanvaihtojärjestelmän osa joko on tai ei ole puhtausluokiteltu. Ilmanvaihtojärjestelmän osa on puhtausluokiteltu, kun tuote ei lisää haitallisia epäpuhtauksia, hajuja tai kaasumaisia tai hiukkasmaisia epäpuhtauksia ja kun tuote on helposti puhdistettavissa. (RT 07-10946. 2009, 18.)

3 P1 PUHTAUSLUOKAN VAATIMUKSET

3.1 Pääurakoitsijalta vaadittavat suunnitelma-asiakirjat

Puhtaudenhallintasuunnitelma

Pääurakoitsijalta P1-puhtausluokitellussa kohteessa edellytetään hankekohtaista puhtaudenhallintasuunnitelmaa. Suunnitelmassa huomioidaan vaatimukset, joita asetettu hankkeen sisäilmastolle ja rakennustöiden puhtaudelle. (Pulkinen 2015, 19-20.)

Puhtaudenhallintasuunnitelmassa kuvataan puhtaudenhallinnan periaatteet ja käytännöt ja se ohjaa kaikkien työmaalla toimivien urakoitsijoiden toimintaa. Puhtaudenhallintasuunnitelmaa on täydennettävä työmaan edetessä, jotta se kattaisi kaikki työmaalla vastaan tulevat puhtaudenhallinnan haasteet. (Suomen Yliopistokiinteistöt Oy 2014, 2.)

Puhtaudenhallinta suunnitelmassa käsitellään seuraavat asiat:

- pölyn syntymisen ja leviämisen estäminen
- työmaan osastoinnit ja tarvittavat alipaineistukset
- henkilö- ja materiaaliliikenteen järjestäminen
- jätehuollon toteutus
- rakennusmateriaalien ja laitteiden varastointi ja suojaus
- henkilökohtaisten suojainten käyttö (Pulkinen 2015, 20).

Veden – ja kosteudenhallintasuunnitelma

Osana työmaan laadunhallintasuunnitelmaa tulee laatia veden- ja kosteudenhallintasuunnitelma. Veden- ja kosteudenhallintasuunnitelma sisältää mm.

- kosteusriskien kartoituksen
- kuivumisaika-arviot
- lämmitys-, kuivaus- ja suojaussuunnitelmat

- materiaalien ja tarvikkeiden käsittely ohjeet
- kuivumisolosuhteiden järjestämisen keinot
- kosteudenmittaussuunnitelman
- päällystämisperusteet. (RT 07-10946. 2009, 10.)

Kosteudelle herkille rakenteille laaditaan kuivumisaika-arviot erilaisissa kuivumisolosuhteissa. Odotettua pidempien kuivumisaikojen varalta tehdään varasuunnitelma, josta ilmenee vaihtoehtoiset menettelytavat aikataulussa pysymiseksi. Rakenteiden kuivuminen edellyttää hyviä kuivumisolosuhteita, jotka luodaan vaipan sulkemisella, lämpöjen päälle laittamisella ja riittävällä ilmanvaihdolla. Rakenteet kuivuvat paremmin talvella ja keväällä, jolloin ilmakeuhuus on pieni. (RT 07-10946. 2009, 10.)

Kosteusmittauksista laaditaan työmaalla ennakkoon kosteudenmittaussuunnitelma, josta selviää mm. mittausmenetelmä ja laitteisto, mittauksen aikataulu ja mittauspisteiden määrä ja sijainti. Ennakkoon käydään läpi rakenteet ja kirjataan ylös niiden päällystämisperusteet eli kosteusrajat, jolloin päällystäminen voidaan aloittaa. Kosteusmittauksen ja päällystämisperusteiden perusteella tehdään päätökset päällystämistä. (RT 07-10946. 2009, 10.)

3.2 Rakennustarvikkeiden varastointi ja suojaus

Sisätiloihin ja rakenteisiin asennettavat rakennustarvikkeet ja osat on suojattava likaantumislta ja kastumiselta kuljetuksen, työmaavarastoinnin välivarastoinnin ja asennuksen aikana. Rakennustarvikkeet ja osat varastoidaan irti maasta esimerkiksi trukkilavojen päälle ja ne on suojattava siten, että sade- ja pintavedet ei pääse kastelemaan niitä. Rakennustarvikkeet pyritään varastoimaan sisätiloihin ja asentamaan välittömästi paikalleen, jotta vältyttäisiin välivarastoinnilta. Varastoinnissa ja suojauksessa on noudatettava valmistajan ohjeita ja vaatimuksia. (RT 07-10946. 2009, 11.)

Keskeneräiset ja valmiit rakennus- ja laiteosat suojataan vaurioitumiselta ja kastumiselta taukojen ajaksi. Rakennustarvikkeiden suojaukset poistetaan asennusvaiheen alkaessa valmistajien ohjeiden mukaisesti. Ilman tulee olla

puhdasta ja kuivaa asennustyön aikana. Myöskään pölyviä työvaiheita ei saa suorittaa samanaikaisesti asennuspaikan läheisyydessä. Ennen asennusta mitataan alustan suhteellinen kosteus ja varmistetaan että se vastaa valmistajan vaatimuksia. (RT 07-10946. 2009, 11.)

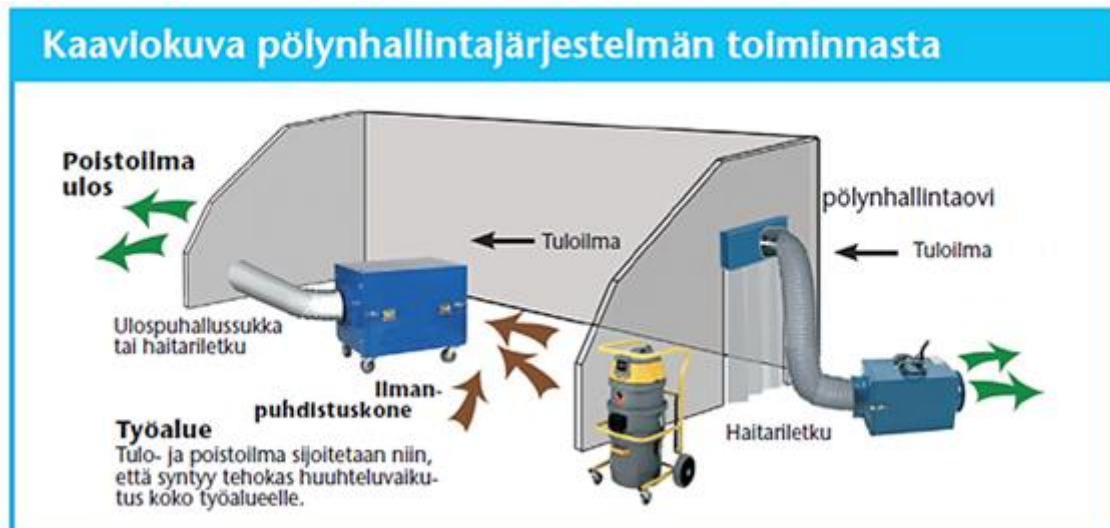
3.3 Pölynhallinta

Pölynhallinnan avulla voidaan torjua valmiiden rakenteiden ja koneiden likaantumista, elektronisten laitteistojen toimintahäiriöitä, terveydellisiä haittoja sekä pienentää siivous- ja puhdistuskustannuksia. Pölynhallinnassa onnistuakseen on ymmärrettävä, mitkä työvaiheet synnyttävät pölyä, miten pöly muodostuu ja miten se kulkeutuu työmaalla. Myös pölyn aiheuttamat terveys- ja turvallisuusriskit tulee kartoittaa. (Ratu 1225-S. 2009, 5 ja 7; Pulkkinen 2015, 22.)

Pölyntorjunnassa ensisijainen keino on estää pölyn syntyminen. Se ei kuitenkaan ole aina mahdollista, jolloin pölyn muodostumista vähennetään ja leviämistä rajataan. Pölylle altistuminen voidaan estää henkilökohtaisilla suojaimilla, mikäli edellä mainittuja keinoja ei voida riittävästi hyödyntää. (Ratu 1225-S. 2009, 2)

Pölyn kulkeutumisen hallinta

Runsaasti pölyävät työvaiheet voidaan suorittaa osastoituna. Osastoinnin avulla erotetaan epäpuhdas ja puhdas tila toisistaan käyttämällä olemassa olevia tai tilapäisiä rakenteita. Yleensä epäpuhdas tila alipaineistetaan. Alipaineistuksen tarkoituksena on estää pölyn kulkeutuminen pölyisestä puhtaaseen tilaan aikaansaamalla epäpuhtaaseen osastoon alipaine. Alipaineistetussa tilassa alipaineen tulisi olla 5–15 Pa ja tilan ilman pitäisi vaihtua 6–10 kertaa tunnissa. Laitteiden toimivuus on tarkistettava päivittäin ja suodattimet puhdistettava tarvittaessa. Palotekniset vaatimukset on otettava huomioon rakennettaessa osastointeja ja läpivientejä. Mikäli osastointi saadaan tehtyä todella tiiviiksi eikä puhtaiden ja epäpuhtaiden tilojen välillä ole kulkua, voidaan se toteuttaa myös ilman alipaineistusta. Puhtaita tiloja voidaan sopivissa olosuhteissa suojata myös synnyttämällä ylipaine niihin. Kuvassa 5 on esitetty osastoinnin alipaineistus. (Koski – Mattila – Taipale – Laitinen – Törnqvist 2013, 8-9.)



KUVA 5. Osastoinnin alipaineistus. (Koski – Mattila – Taipale – Laitinen – Törnqvist 2013, 8)

Kohdepoiston avulla voidaan kerätä merkittävä osa työssä syntyvästä pölystä pois ennen sen leviämistä työtilaan ja hengitysalueelle. Kohdepoistomenetelmiä on kaksi, korkea- ja matalapaineinen. Korkeapaineisessa menetelmässä kohdepoisto toteutetaan joko mikrosuodattimella varustetulla rakennusimurilla tai keskuspölynimujärjestelmällä. Imuri liitetään suoraan työkoneeseen, jolloin työstökohdan lähelle syntyy pölyä sieppaava nopea ilmavirtaus. Korkeapaineisen kohdepoiston avulla voidaan poistaa 80–97% työssä syntyvästä pölystä. Suodattimien kuormittumista tulee seurata säännöllisesti. Matalapaineisessa kohdepoistossa työpisteen läheisyyteen sijoitetaan pölynkerääjä. Pölynkerääjä on yhdistetty mikrosuodattimella varustettuun ilmanpuhdistimeen tai alipaineistajaan. Poistoilma johdetaan poistoputkea pitkin työtilan ulkopuolelle tai ulkoilmaan. Parhaaseen lopputulokseen päästäkseen suositellaan käytettäväksi korkea- ja matalapaineista kohdepoistoa rinnakkain. Kuvassa 6 on piikkauskone, mihin on liitetty korkeapaineinen kohdepoistojärjestelmä. (Koski ym. 2013, 9.)



KUVA 6. Korkeapaineinen kohdepoistojärjestelmä. (Koski ym. 2013, 9)

3.4 Rakennussiivous

Työmaan puhtaudenhallinnan kannalta merkittävä asia on siivous. Rakennussiivouksella ylläpidetään työmaan puhtautta ja estetään lian leviäminen työpisteistä. Siivouksessa on käytettävä menetelmiä, jotka eivät nosta pölyä ilmaan. Lattiapinnoilta karkea jäte poistetaan lastan ja lapion avulla ja hienojakoinen pöly imuroidaan HEPA-suodattimella varustetulla imurilla. HEPA-suodin on ilmansuodatin, jonka tehtävänä on suodattaa imurista takaisin huoneilmaan tuleva ilma. HEPA on lyhenne sanoista High Efficiency Particulate Air Filter. HEPA-suodattimen tulisi poistaa vähintään 99,97 % pölystä. Suodatin tulisi vaihtaa 1-3 kuukauden välein. Harjan käyttö on kielletty P1-työmailla, koska se nostaa pölyä ilmaan. Työskentelyn aikana lattiapinnoilla voi olla hieman rakennuspölyä. Työvaiheen päätyttyä tila siivotaan ja jätteet kuljetetaan pois rakennuksesta. (Koski ym. 2013, 11 ; Pulkkinen 2015, 24; Ollikainen 2012, 21.)

P1-kohteissa on huomioitava pinnat, jotka eivät jää näkyviin valmiissa rakennuksessa. Näitä ovat esimerkiksi alakattojen yläpuoliset asennukset ja pinnat, sähkökourujen sisäpinnat ja sähköjohdot kourussa sekä kalusteiden taakse jäävät pinnat. Ennen kourujen ja kattojen sulkemista sekä kalusteiden asentamista on huolehdittava pintojen puhdistuksesta. Yleensä ennen alakaton

sulkemista sen yläpuolen puhtaus tarkistetaan ulkopuolisen tarkastajan toimesta. (Säteri, 3.)

3.5 Jätehuolto

P1-työmaalla jätteet lajitellaan työpistekohtaisiin jäteastioihin. Jäteastioina voidaan käyttää esimerkiksi kannellisia Sulo jäteastioita. Kannettomat astiat ovat kiellettyjä pölyn leviämiskaavan takia. Jätehuollon onnistumisen kannalta on tärkeää, että jätteidenkeräyspisteitä on riittävästi ja että niiden tyhjentämisestä huolehditaan. Keräyspisteitä on oltava sekä sisä- että ulkotiloissa. (RT 07-10946. 2009, 18.) Ulkona voidaan käyttää vaihtolavoja, joihin jätteet lajitellaan. Energiajätepuristin on järkevä valinta sisävalmistusvaiheessa, kun pahvia tulee paljon. Mahdollisimman tarkka lajittelu vähentää jätehuollon kustannuksia ja työmaan ympäristövaikutuksia.

3.6 Loppusiivous

P1-kohteissa on käytössä kaksiosainen loppusiivous. Ensimmäinen vaihe suoritetaan ennen toimintakokeita ja toinen vaihe ennen rakennuksen luovutusta. Loppusiivous voidaan aloittaa vaiheittain, kun rakennus- ja asennustyöt on saatu tehtyä. Loppusiivottavat alueet osastoidaan erilleen likaisista tiloista pölyn leviämisen estämiseksi. Osastointi voidaan toteuttaa suojaseinillä tai ovilla. Kulku minimoidaan loppusiivottavan alueen ja likaisten tilojen välillä. Osastojen sisääntuloaulojen eteen laitetaan tekstiilimatot estämään lian kulkeutumista. Tossujen käyttö kenkien päällä on myös suositeltavaa. (Koski ym. 2013, 39; Pulkkinen 2015, 25.)

Ennen loppusiivouksen aloitusta poistetaan rakennusaikaiset suojaukset. Suojauksien poisto suositellaan tehtäväksi kaksi päivää ennen siivouksen aloitusta, jotta pöly kerkeää laskeutua. Ennen suojauksien poistoa niiden päälliset imuroidaan. Sitten suojat poistetaan ja viedään jätteenkeräyspisteeseen. Loppusiivottavalla alueella ei saa olla käynnissä työvaiheita ja tilat pitää tyhjentää tavarasta ja mahdollisesta rakennusjätteestä. (Koski ym. 2013, 10.)

Loppusiivouksen ensimmäisen vaiheen tavoitteena on saavuttaa toimintakoevalmiuden vaatima puhtaus. Ensimmäisessä vaiheessa rakennuksen kaikki katto-, seinä-, taso-, kaluste- ja lattiapinnat siivotaan. Myös alakattojen yläpuoliset asennukset ja pinnat, kalusteiden alle ja taakse jäävät pinnat ja sähkökourujen sisäpinnat siivotaan. Erityistä tarkkuutta vaativat alakattojen yläpuolen asennukset, jotka ovat monesti hyvin ahtaissa paikoissa. Siivousjärjestys on ylhäältä alaspäin. Siivouksessa käytetään HEPA-suodatteista imuria ja kosteita mikrokuituisia pyyhkeitä. Toimintakoevalmiit tilat merkitään P1-puhtausluokan tila merkinnällä. (RT 07-10946. 2009, 12; Säteri, 3-4.)

Loppusiivouksen jälkeen tiloissa voidaan ilman erikoisjärjestelyjä tehdä vain pölyämättömiä töitä, kuten alakattoasennuksia, paikkamaaluksia ja ilmanvaihdon säätötyötä. Tilat, joissa työskennellään ja joiden läpi kuljetaan pidetään puhtana ylläpitosiivouksella. Jos tilassa joudutaan loppusiivouksen jälkeen tekemään pölyäviä töitä, on käytettävä kohdepoistoa. Lisäksi syntynyt jäte ja pöly on siivottava välittömästi, kun työ on tehty. (Pulkkinen 2015, 25.) Tuotteiden esivalmistuksella voidaan myös vähentää siivoustarvetta loppusiivotuissa tiloissa.

Loppusiivouksen toisessa vaiheessa siivotaan pöly, joka on laskeutunut pinnoille toimintakokeita suorittaessa. Tilat siivotaan tilaajan urakka-asiakirjoissa määrittämälle tasolle ja lattiamateriaaleille tehdään käyttöönottopesu ja – suojaus materiaalivalmistajan ohjeiden mukaisesti. (Koski ym. 2013, 40.)

3.7 Puhtauden arviointi

Ennen toimintakokeita siivottujen tilojen pintojen puhtaus arvioidaan silmämääräisesti. Arviointi kattaa katto-, seinä-, kaluste- ja lattiapinnat sekä pinnat, jotka eivät jää valmiissa rakennuksessa näkyviin. (RT 07-10946. 2009, 11.)

Ennen rakennuksen luovutusta kaikki näkyvät pinnat ja kalusteiden sisäpinnat arvioidaan. Arvioitavat pinnat ovat samat kuin ennen toimintakokeita. Mikäli

alakattosetit on suljettu, niiden yläpuolisia pintoja ei arvioida. Ne voidaan tarkistaa tarvittaessa pistokokein tai ennen niiden sulkemista. (RT 07-10946. 2009, 11.)

Puhtauden arvioinnissa tarkastetaan jokaisessa tilassa silmämääräisesti, ettei pinnoilla ei ole näkyvää likaa, kuten roskia, irtolikaa, kiinnittynyttä likaa tai tahroja. Hankalasti puhdistettavista paikoista, kuten lämmityspatterien taustalta ja sisäosista, sähkökourujen sisäpuolelta, sähkökourujen profiiliosista, ja korkealla sijaitsevista pinnoista ei sormipyyhkäisyllä saa olla havaittavaa pölykertymää. Mikäli arvioitavilla pinnoilla havaitaan pölyä, voidaan pölykertymä mitata geeliteippimenetelmällä INSTA 800-standardin mukaisesti. Kuvassa 7 BM dustdetector pintapölymittari. Mittaus tulisi suorittaa aikaisintaan kaksi tuntia siivouksen lopettamisesta, jotta pöly kerkeäisi laskeutua. Taulukossa 1 on esitetty enimmäispölykertymät ennen toimintakokeita ja rakennuksen luovutusta. (RT 07-10946. 2009, 11.)



KUVA 7. BM Dustdetector-pintapölymittari

TAULUKKO 1. P1-puhtausluokan sallitut pölykertymät (RT 07-10946. 2009, 11)

Tarkastusajan-kohta	Arvioitavat pinnat	Pölykertymä %
Ennen ilmanvaihdon toimintakokeita	<ul style="list-style-type: none"> • Alakaton yläpuoli • Pinnat yli 180 cm korkeudella • Pinnat alle 180 cm korkeudella (pl. lattiapinnat) 	5,0
Ennen rakennuksen luovutusta	<ul style="list-style-type: none"> • Pinnat yli 180 cm korkeudella • Pinnat alle 180 cm korkeudella 	1,0
	<ul style="list-style-type: none"> • Lattiapinnat 	3,0

3.8 Koulutus P1-työmailla

Rakennushankkeen alussa kohteen sisäilmatavoitteet ja niiden saavuttamiseksi suunnitellut ratkaisut esitellään kokouksissa, joihin osallistuvat rakennuttaja, suunnittelijat ja urakoitsijat. Urakoitsijat kirjaavat laatusuunnitelmiinsa tavoitteet ja keinot millä ne saavutetaan. Niiden täyttymistä seurataan työmaakokouksissa. (RT 07-10946. 2009, 12.)

Ainakin rakennus-, maalaus- ja LVIS-urakoitsijoiden kaikille työntekijöille tulee järjestää ennen töiden aloitusta koulutus, jossa selvitetään kohteen sisäilmastavoitteet ja ohjeet ja tehtävät niiden saavuttamiseksi. Myös myöhemmin hankkeeseen tuleville urakoitsijoille on järjestettävä koulutusta. Lisäksi kohteessa noudatettavista sisäilmasto-, puhtaus-, ja materiaaliluokista on laadittava tiedote, joka jaetaan työmaan jokaiselle työntekijälle. (Koski ym. 2013, 37.)

4 P1 PUHTAUSLUOKAN TOTEUTUS ESIMERKKIKOHITEESSA

Opinnäytetyön esimerkkikohteentoimi sisäilmaluokka oli S2 ja rakennustöiden aikainen puhtausluokka P1. Pinta-alaltaan 10 000 m²:n rakennuksen tilat ovat neljässä kerroksessa. LVI- ja sähköurakoitsijat olivat pääurakoitsijalle alistettuja sivu-urakoitsijoita.

4.1 Aikataulu

Kohteen yleisaikataulun laadinnassa huomioitiin P1-puhtausluokituksen vaatimukset. Aikataulua laadittaessa kerrokset oli jaettu lohkoihin ja työt etenivät lohko kerrallaan. Kun pölyävät työvaiheet oli tehty, IV-asennukset päästiin tekemään suljetuissa ylipaineistetuissa osastoissa. Pölyäviä työvaiheita ei silloin osastoinnin sisällä saanut tehdä.

Kohteeseen laadittiin erillinen viimeistelyohjelma, joka rakentui ilmanvaihtokoneiden koneiden toiminta-alueiden ympärille. Valmiiksi tehtiin kerrallaan yhden iv-koneen pyörittämä alue, jotta toimintakokeet voitiin suorittaa valmiissa ja puhtaissa tiloissa. Viimeistelyohjelmaan merkittiin mm. loppusiivouksen, siivoustarkastusten, itselle luovutuksen, puutteiden korjaamisen ja toimintakokeiden vaatima aika.

4.2 Kosteudenhallinta

Pääurakoitsija laati kohteelle kosteudenhallintasuunnitelman. Suunnitelmassa käytiin läpi mm. kosteusriskit, kuivumisaika-arviot, materiaalien ja tarvikkeiden suojaus ja kuivumisolosuhteiden järjestäminen.

Kohteessa käytettiin säänsuojaa. Säänsuoja asennettiin rungon valmistuttua ja se purettiin, kun vesikattotyöt olivat valmiit. Säänsuojan avulla rungon kastuminen loppui aikaisessa vaiheessa ja vesikattotyöt päästiin tekemään sen alla hyvissä olosuhteissa sekä vältyttiin erilliseltä suojaamiselta.

Valettaessa pintalattioita valupäivämäärät ja valetut alueet merkittiin pohjakuviin, joista pystyi helposti seuraamaan, kuinka kauan lattia on kuivunut. Kuivumisolosuhteet järjestettiin suotuisiksi lämmittimien ja kosteudenpoistajien

avulla. Työmaalla kuivumisolosuhteita seurattiin eri puolille rakennusta sijoitetuilla mittareilla, jotka lukivat kosteus- ja lämpötilatietoja. Poikkeamiin reagoitiin tarvittaessa.

Ennen lattioiden päällystämistä varmistettiin päällystämisen mahdollistavat kosteusrajat sekä suoritettiin kosteusmittaukset. Jokaiselta erilliseltä valualueelta otettiin useampi mittaus. Kohteeseen tuli paljon muovimattoa ja pintalattiat tasoitettiin ennen maton asennusta. Myös tasoitteen kosteus mitattiin ennen päällystämistä. Kaikista mittauksista tehtiin pöytäkirjat. Ennen pinnoitusta pidettiin valvojen kanssa pinnoitettavuuskatselmus.

Kohteessa lattioiden kuivuminen muodostui ongelmaksi ensimmäisessä kerroksessa ryömintätilan päällisillä osilla hyvistä kuivumisolosuhteista huolimatta. Niiden päällystäminen oli aikataulutettu ensimmäiseksi, mutta aikataulua jouduttiin muuttamaan, niin että toinen ja kolmas kerros pinnoitettiin ensin.

Kaikista työmaalla sattuneista vesivahingoista laadittiin pöytäkirjat. Vesivahinkojen kuivaamisesta laadittiin suunnitelmat ja ennen pinnoittamista ne mitattiin kuiviksi.

4.3 Puhtaudenhallinta

Rakennuttaja oli laatinut kohteelle puhtaudenhallintaa koskevan ohjeistuksen, minkä mukaisesti puhtaudenhallinta toteutettiin. Työmaan puhtautta pidettiin yllä päivittäisellä rakennussiivouksella. Runkovaiheesta saakka kohteessa oli rakennussiivoaja ja sisävalmistusvaiheen aikana heitä oli jatkuvasti kolme ja tarpeen mukaan enemmän. Hienojakoisen pölyn siivoamiseen käytettiin HEPA-suodatteista imuria ja isommat roskat siivottiin lastalla ja lapiolla. Lisäksi jokaisen työntekijän velvollisuuksiin kuului omasta työstä syntyvien jätteiden siivoaminen jäteastioihin. Pääurakoitsija huolehti astioiden tyhjentämisestä ja takaisin tuomisesta.

Yleisimpänä pölynhallintakeinona työmaalla käytettiin pölyn leviämisen estämistä. Pölyävien työvaiheiden jälkeen tilat osastointiin ja osastot imuroitiin puhtaaksi. Tämän jälkeen osastot ylipaineistettiin ja rauhoitettiin IV-

asennuksille. Kaikki ilmanvaihtoputket pidettiin tulpattuina asennuksen taukojen aikana. Kuvassa 8 on osaston sisäänkäynti ja ylipaineistaja.



KUVA 8. Osaston sisäänkäynti

Työvaiheiden aikana syntyneet jätteet pyrittiin siivoamaan heti työvaiheen valmistuttua. Kaikki laastit ja tasoitteet sekoitettiin sekoitushuoneessa. Jokaisessa kerroksessa oli käytössä yksi sekoitushuone. Myös kohdepoistopuistolla varustetut työkoneet olivat käytössä.

Kohteessa suoritettiin kerran viikossa työmaan puhtaudenarviointi, jossa tarkastettiin materiaalien varastointi, jätahuolto, työmaan siisteys, pölynhallinta ja IV-asennusten oikeellisuus. Arvioinnin suoritti tilaajan nimeämä ulkopuolinen puhtauden arvioija yhdessä valvojan ja pääurakoitsijan vastuuhenkilön kanssa. Kierroksesta laadittiin raportti ja havaitut virheet pyrittiin korjaamaan mahdollisimman pian. Arvioinnissa tehtiin oikein/väärin-merkintöjä ja paras tulos oli 100 %. Ensimmäisillä kerroilla tulos alhainen, mutta loppuvaiheessa päästiin 95 prosentin tuloksiin.

4.4 Materiaalien varastointi

Materiaalit ja tarvikkeet pyrittiin toimittamaan oikea-aikaisesti, jotta ne saataisiin heti paikoilleen ja välttyttäisiin välivarastoinnilta. Mikäli materiaaleja jouduttiin varastoimaan, jätettiin ne irti lattiasta ja suojattiin pölyntyymiseltä.

Varastointipaikat yritettiin miettiä huolella siirtelyn minimoimiseksi. Ulos varastoitaessa materiaalit varastoitiin irti maasta ja suojattiin kastumiselta ja pölyntyymiseltä. LVI- urakoitsijalla oli käytössä varastoteltta, johon pystyi huolella varastoimaan pidemmäksi aikaa.

4.5 Loppusiivous ja puhtauden toteaminen

P1-vaatimusten mukaisesti kohteessa suoritettiin kaksiosainen loppusiivous.

Loppusiivous toteutettiin lohkoittain. Lohkojaon muodostivat ilmanvaihtokoneiden toiminta-alueet. Loppusiivottava alue osastoitiin suojaseinillä likaisista alueista. Siivouksen jälkeen tilojen ovet suljettiin ja oviin laitettiin lappu, josta tila ilmeni siivotuksi. Ensimmäisen vaiheen jälkeen tilaajan nimeämä ulkopuolinen puhtauden arvioija tarkisti siivoustason silmämääräisesti sekä ottamalla geeliteippinäytteitä alakaton yläpuolisilta osilta ja iv-kanavien sisältä. Hyväksytyin tarkastuksen jälkeen saatiin asentaa alakatto. Siivottujen tilojen ovet pidettiin kiinni pölyn kulkeutumisen välttämiseksi. Siivottujen osastojen sisäänkäyntien eteen laitettiin kuramatot ja osastoissa tuli käyttää suojatossuja. Kuvassa 9 näkyy loppusiivotun ja likaisen tilan välinen suojaseinä.



KUVA 9. Loppusiivotun ja likaisen tilan välinen suojaseinä

Esimerkkikohteessa osassa tiloista jouduttiin työskentelemään vielä loppusiivouksen jälkeen. Työntekijät käyttivät kohdepoistolla varustettuja työvälineitä ja imuroivat omat jälkensä. Tiloja jouduttiin kuitenkin siivoamaan uudestaan, jotta puhtaustaso pysyi yllä.

4.6 P1-Koulutus kohteessa

Esimerkkikohteen työntekijöille pidettiin P1-koulutus sisävalmistusvaiheen alkaessa. Koulutukseen osallistuivat kaikki työntekijät ja se sitä varten oli varattu auditorio. Toinen koulutus pidettiin työmaalla loppusiivouksen ensimmäisen vaiheen alettua.

4.7 Kustannukset

P1-puhtausluokan mukainen rakentaminen aiheuttaa kattavia lisäkustannuksia verrattuna tavanomaisen puhtaustason mukaiseen rakentamiseen. Jotta Onnistutaan P1-puhtausluokitellussa kohteessa taloudellisesti ja laadullisesti, täytyy kustannukset huomioida jo laskentavaiheessa. Kustannuksia aiheuttavat

osastoinnit, kaksivaiheinen loppusiivous, suojaamiset, rakennussiivous ja ylläpitosiivous.

Esimerkkikohteen vastaavan työnjohtajan mukaan P1-puhtausluokan mukaisesti toteutettuna kohteen siivouskustannukset olivat noin nelinkertaiset verrattuna normaaliin toteutukseen. Siivouskustannuksiin on huomioitu myös osastoinnit ja suojaamiset. Suurimmat kuluerät olivat loppusiivous ja rakennussiivous. Kohteessa myös ylläpitosiivouksen kulut nousivat korkeiksi, koska siivotuissa tiloissa jouduttiin työskentelemään vielä loppusiivouksen jälkeen. Urakkalaskennassa oli osattu huomioida P1-puhtausluokasta syntyvät kulut melko hyvin.

5 KOHDATUT ONGELMAT JA HAASTEET TOTEUTUKSESSA SEKÄ KEHITYSIDEOITA TULEVIIN KOHTEISIIN

5.1 Ongelmat ja haasteet

Esimerkkikohteen suurin ongelma oli todella kireä aikataulu. Työmaan ollessa hektisimmillään P1-vaatimukset eivät kaiken aikaa täyttyneet, vaan työmaaorganisaation huomio oli aikataulun kirimisessä. Aikataulu kiristyi entisestään ensimmäisen kerroksen lattioiden kuivumisongelman takia ja aikataulua jouduttiin muokkaamaan. Lattioiden pinnoitukset jouduttiin aloittamaan toisesta kerroksesta. Tämä aiheutti päällekkäisyyksiä LVISA- ja rakennustöiden välillä.

Tiukan aikataulun takia loppusiivous jouduttiin aloittamaan, kun asennukset olivat vielä osaksi kesken. Kohteen vastaavan työnjohtajan mukaan loppusiivouksen aloitusta olisi voinut vielä lykätä ja siten olisi säästyty uudestaan siivoamisilta ja normaalia tiheämmiltä ylläpitosiivouksilta. Tulevia kohteita ajatellen loppusiivouksen aloitus kannattaa lykätä mahdollisimman myöhäiseksi.

Myös aikataulun laadinta on P1-työmaalle haastavaa. Haasteeksi muodostuu ilmanvaihtoasennusten aikataulutus, omiin muilta työvaiheilta rauhoitettuihin osastoihin.

Työntekijöiden asenteella on suuri vaikutus P1-kohteen onnistumisessa. Esimerkkikohteessa oli ongelmia saada työntekijät sitoutumaan P1-vaatimuksiin. Suurimpia ongelmia olivat työntekijöiden omien työpisteen jätteiden siivoaminen ja loppusiivottujen tilojen kunnioittaminen. Kohteessa pääurakoitsija joutui siivoamaan työntekijöiden jätteitä, jotka oli jätetty lattioille. Myös loppusiivottuja tiloja jouduttiin siivoamaan, kun töitä tehtiin ilman kohdepoistoja ja roskat jätettiin työpisteelle. Loppuvaiheessa saatiin imurit asentajille mukaan ja tilojen siisteys parani.

Kohteessa toimi myös ulkomaalaisia aliorakoitsijoita, joiden työntekijöiden kanssa ei ollut yhteistä kieltä. Kommunikointi heidän kanssaan hoidettiin heidän työnjohtajansa kautta, joka oli paikalla todella harvoin.

Pääurakoitsijalla olisi ollut mahdollista sakottaa ali- ja sivu-urakoitsijoita, mutta sitä ei käytetty, sillä se olisi vaatinut myös omalta osalta P1-vaatimusten noudattamista tarkalleen.

P1-kohteissa työmaan logistiikka on haasteellista. Kun logistiikka toimii oikein, materiaalit menevät suoraan paikoilleen ja vältetään suojauksilta ja edestakaisilta siirtelyiltä. Näin ollen materiaalit säilyvät ehjinä ja puhtaina paremmin. Esimerkkikohteessa aikatauluviiveen ja lattian kuivumattomuuden takia jotkin materiaalit olivat pitkiä aikoja rakennuksen sisällä varastoituna. Tästä aiheutui paljon lisätyötä, kun materiaaleja jouduttiin siirtelemään edestakaisin. Oman haasteen työmaan logistiikkaan toi tavaran vastaanottaminen ahtaasta sisäänkäynnistä, koska pääsisäänkäyntiä ei voida rakentaa ennen kuin vanha toimitila on purettu pois edestä.

Materiaalien oikeaoppinen varastoiminen ja suojaaminen on tärkeää, mikäli niitä ei saada suoraan paikoilleen. Esimerkkikohteessa sähköurakoitsijalla meni valaisimia pilalle, kun ne olivat kastuneet ulkona. Lisätyötä loppusiivoukseen aiheuttivat paikoittain hiekkaiset IV-kanavat ja kaapelihyllyt. Näiltä ongelmilta olisi välttytty, jos olisi varastoitu oikein.

Osastointeja ja suojaseinämiä joudutaan tekemään todella paljon pölyn leviämisen rajoittamiseksi. Joskus arkkitehtuuri aiheuttaa hankaluuksia P1-kohteen toteuttamiselle. Esimerkiksi kerrosten väliset suuret aukot on vaikea saada pölytiiviksi. Esimerkkikohteessa on kaksi korkeaa aulaa ja yksi läpi talon menevä valoaukko. Erityisesti valoaukon kerrosten väliset osastoinnit ja niiden tiiviiksi saaminen aiheuttivat ongelmia. Aulojen siivoaminen täytyi suorittaa nostimilla. Rajoituksia nostimen kokoon aiheutti lattian kantavuus. Oli vaikeaa löytää nostinta, joka ylittää kattoon saakka ja on painoltaan sopiva. Ainoiksi vaihtoehtoiksi jäivät hinattavat puomilliset henkilönostimet, joiden saaminen ahtaisiin tiloihin oli todella vaikeaa.

5.2 Kehitysideat

Esimerkkikohteen työmaaorganisaatiolta saatujen kokemusten pohjalta tulevissa kohteissa loppusiivouksen aloitus kannattaa lykätä mahdollisimman myöhäiseksi, jotta välttyttäisiin ylläpitosiivouksilta. Myös oma P1-toteuttaminen täytyy olla sillä tasolla, että ali- ja sivu-urakoitsijoita voidaan sakottaa tarvittaessa.

Mielestäni ainakin pää-, sähkö- ja LVI-urakoitsijoiden kannattaa harkita varastoteltan käyttämistä P1-kohteissa, mikäli materiaaleja joudutaan varastoimaan ulos.

Seuraaviin kohteisiin kannattaa nimetä työntekijöiden joukosta yksi P1-vastaava, joka toimii työnjohtajien apuna P1-kohteen valvonnassa. Henkilö huolehtii osastointien kunnosta, alipaineistuskoneiden tarkastuksista, yleisestä puhtaustasosta ja suojauksista. Työntekijä ilmoittaa havaituista puutteista työnjohdolle ja sopii korjausmenetelmän.

Laastien sekoitusta varten voitaisiin hankkia CAMU 1200:aa sekoitusasemia (kuva 10). CAMU 1200:n avulla välttyttäisiin erillisen sekoitustilan tekemiseltä ja laastit ja tasoitteet voitaisiin sekoittaa työpisteen vieressä. Esimerkkikohteessa CAMU 1200:aa olisi ollut todella hyödyllinen ainakin seinä- ja lattiatasoteporukoilla. Lattiatasoitetta sekoitettiin satoja säkkejä yhdellä tasoituskerralla ja siirtomatka sekoitushuoneesta työpisteeseen oli pisimmillään yli 50 metriä.



Kuva 10. CAMU 1200:aa sekoitusasema (consair.fi)

Myös vaihtoehtoisilla työmenetelmillä voidaan vähentää pölyä työmaalla. Käyttämällä lattiantasointutyössä pumpattavaa lattiantasointia vältetään kokonaan sekoitustyöltä rakennuksen sisällä.

Toimiva rakennussiivous on P1-kohteen onnistumisen kannalta yksi tärkeimmistä asioista ja siihen kannattaa panostaa. Rakennussiivouksessa halutaan yleensä säästää ja siivoojia otetaan työmaalle minimimäärä. P1-työmaan rakentamisvaiheessa hyvin toimivat rakennussiivous ja pölynhallinta säästävät rahaa ja aikaa loppusiivouksessa.

Koulutusta voitaisiin myös lisätä ja ottaa se paremmin mukaan perehdytykseen. Näin uudelle työntekijälle saadaan heti käsitys mitä vaaditaan, ja hänen ei tarvitse virheiden kautta oppia. Tämän opinnäytetyön pohjalta laadittiin ohjeistus työntekijöille ja se voidaan jakaa perehdytyksessä. Siinä on annetaan ohjeet P1-työmaalla toimimiseen ja työskentelyyn. Opinnäytetyön sisältöä voidaan hyödyntää myös esimerkiksi työnjohtajien perehdytyksessä.

5.3 Lopputulos

Esimerkkikohteessa päästiin ongelmista huolimatta hyvään lopputulokseen. Puhtausluokan P1 tavoitteiseen päästiin ja rakennus saatiin puhtaaksi osastoittain ennen ilmanvaihdon toimintakokeita. Kaikki rakennuksen tilat

saatiin luovutettua puhtaina tilaajalle. Ilmanvaihtotyö oli pystytty tekemään pölyttömissä olosuhteissa ja putkien tulppaamisesta oli huolehdittu varastoinnin ja asennustyön taukojen aikana. Tästä osoituksena oli se, ettei yhdessäkään IV-kanavasta otetussa geeliteippinäytteessä ollut pölykertymää yli sallittujen arvojen.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia mitä, vaatimuksia P1-puhtausluokitus asettaa työmaalle ja kuinka ne saavutetaan. Esimerkkikohteessa havaittujen ongelmien pohjalta pohdittiin kehitysideoita seuraaviin kohteisiin. Lisäksi laadittiin ohjeistus P1-työmaan työntekijöille. Ohjeistus on tarkoitettu jakaa työmaaperehdytyksen yhteydessä.

P1-kohteissa erittäin tärkeää on aikataulun laatiminen. Aikataulu tulisi laatia siten, että IV-asennukset voidaan suorittaa niille rauhoitetussa suljetussa osastossa. Myös urakoitsijoiden P1-vaatimukseen sitouttaminen nousi esille opinnäytetyötä tehdessä. Siinä onnistuakseen pääurakoitsijan tulee itse näyttää mallia toiminnallaan alusta lähtien. Jokaisen työntekijän tulee tietää P1-rakentamisesta. Työntekijöiden tietoisuuden varmistamiseksi täytyy järjestää P1-koulutuksia. Kun havaitaan tahallisesti ohjeita laiminlyövä työntekijä, otetaan sanktiot käyttöön. Näin osoitetaan, että työmaalla toimitaan P1-vaatimusten mukaisesti ja lipsumisia ei sallita.

P1-puhtausluokan rakentaminen koetaan monesti hankalaksi, mutta huolellisella ennakkosuunnittelulla päästään asetettuihin tavoitteisiin. Mielestäni hyödyt ovat paljon suuremmat kuin haitat. P1-rakentaminen on varmasti tulossa myös omaperusteiseen rakentamiseen, kun kilpailu asiakkaista on kovaa. P1-rakentaminen voi silloin olla myyntivaltti kilpailijaa vastaan. Rakennuspölyn väheneminen työmaalla parantaa myös työntekijöiden tehokkuutta ja vähentää sairaspoissaoloja.

Mielestäni pääsin opinnäytetyön tavoitteisiin hyvin. Aihe oli minulle valmiiksi tuttu kesäharjoittelutyömaalta. Kuitenkin työtä tehdessä vastaan tuli paljon uutta tietoa. Työn pohjalta saaduilla tiedoilla on helppoa lähteä uusille P1-työmaille työnjohtoon ja sen avulla sain myös kehitysideoita toteutukseen.

LÄHTEET

Koski, Hannu – Mattila, Inka – Taipale, Aimo – Laitinen, Tuomas – Törnqvist, Jouko 2013. VTT. Pölynhallinnan ja maan tiivistämisen kestävä toimintamallit talonrakennusalalla. Saatavissa: <http://www.rakennuskone.fi/wp-content/uploads/2014/05/Pölynhallinta-ja-maantiivistäminen.pdf>. Hakupäivä 20.10.2016.

Kovanen, Keijo. Ilmanvaihdon merkitys sisäilman laatuun. Saatavissa: https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:zAF-Ddsog_sJ:https://www.jedu.fi/c/document_library/get_file%3Fuuid%3D3f5f5026-2306-4703-8c0c-a1adb45056f6%26groupId%3D12015+&cd=1&hl=fi&ct=clnk&gl=fi&client=firefox-b-ab Hakupäivä 25.9.2016.

Ollikainen, Paavo 2012. Työmaamestarin vaikutusmahdollisuudet haitallisen rakennuspölyn ehkäisemiseksi. Lappeenranta: Saimaan ammattikorkeakoulu, rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Saatavissa: <http://www.theseus.fi/handle/10024/49448>. Hakupäivä 15.11.2016.

Puhtaudenhallintaa koskevat ohjeet. 2014. Suomen Yliopistokiinteistöt Oy.

Pulkkinen, Saija 2015. P1-puhtausluokituksen huomioiminen rakennushankkeen eri vaiheissa. Oulu: Oulun ammattikorkeakoulu, rakennustekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Saatavissa: <http://www.theseus.fi/handle/10024/90025>. Hakupäivä 25.9.2016.

Rakennustieto. Saatavissa: <http://www.rakennustieto.fi>. Hakupäivä 3.12.2016.

RATU 1225-S. 2009. Pölyntorjunta rakennustyössä. Rakennustieto Oy. Saatavissa: [https://www-rakennustieto-fi.ezp.oamk.fi:2047/kortistot/tuotteet/104926.html.stx](https://www-rakennustieto.fi.ezp.oamk.fi:2047/kortistot/tuotteet/104926.html.stx) (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 16.10.2016.

RT 07-10805. 2003. Terveen talon toteutuksen kriteerit. Rakennustieto Oy.
Saatavissa: https://www-rakennustieto-fi.ezp.oamk.fi:2047/kortistot/tuotteet/RT_8719.html.stx. Hakupäivä 25.9.2016.

RT 07-10946. 2009. Sisäilmastoluokitus 2008. Rakennustieto Oy. Saatavissa:
<https://www-rakennustieto-fi.ezp.oamk.fi:2047/kortistot/tuotteet/103675.html.stx>
(vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 22.9.2016.

Säteri, Jorma. Pölytön työmaa. Saatavissa:
<https://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=9&ved=0ahUKewjRuPnKqaXQAhUHBywKHWRhA0MQFghdMAg&url=https%3A%2F%2Fwww.rakennustieto.fi%2FDownloads%2FRK%2FRK050504.pdf&usq=AFQjCNEaAncrZtbwMygpUjtA37gWWClS6A&bvm=bv.138493631,d.bGg&cad=rja>.

Hakupäivä 16.10.2016.

Säteri, Jorma 2008. Sisäympäristön uudet tavoitearvot. Saatavissa:
<http://docplayer.fi/918296-Sisailmastoluokitus-2008-sisaympariston-uedet-tavoitearvot.html>. Hakupäivä 20.9.2016.

P1 TYÖMAAN TOIMINTAOHJEET

Yleiset ohjeet

- Tupakoi ainoastaan tupakointipaikalla
- Pidä ulko-ovet ja ikkunat suljettuina
- Älä käytä osastoituja tiloja läpikulkuun
- Pidä osastojen ovet suljettuina

Materiaalien varastointi ja suojaus

- Varastoi irti lattiasta/maasta
- Suojaa pölyltä ja kastumiselta

Työskentely

- Käytä kohdepoistoa, jos mahdollista
- Lajittele omasta työstä syntyneet jätteet
- Suojaa laite- ja rakennusosat asennustyön päätyttyä sekä taukojen ajaksi
- Sekoita laastit sekoitushuoneessa tai käytä sekoitusasemaa

Loppusiivotut tiloissa

- Käytä suojatossuja
- Vältä pölyäviä töitä, mikäli joudut tekemään käytä kohdepoistoa
- Imuroi työpiste ja lajittele jätteet
- Älä varastoi tavaraa tai työkaluja
- Pidä osastojen ja tilojen ovet suljettuina
- Älä käytä loppusiivottuja tiloja läpikulkuun

P1 SITE INSTRUCTIONS

General instructions

- Smoking is allowed only on designated smoking areas
- Keep doors and windows closed
- Do not use partitioned spaces as passageways

Storage and protection of materials

- Store materials off the ground/floor
- Protect materials from dust and moisture

Working

- Use extraction if possible
- Sort all waste resulting from your work
- Protect all devices and materials after work and during breaks
- Mix mortar in the mixing room or use mixing station

Final cleaning

- Use shoe covers
- Avoid work that creates dust if you can
- Vacuum your workstation and sort the waste
- Do not store equipment or tools
- Keep all doors closed
- Do not use cleaned areas as passageways