

Saimaan ammattikorkeakoulu
Tekniikka, Lappeenranta
Rakennusalan työnjohdon koulutus

Olli Kaski

P1-puhtausluokka: Toimenpiteet ja tekniset apuvälineet rakennushankkeen aikana

Opinnäytetyö 2019

Tiivistelmä

Olli Kaski

P1-puhtausluokka: Toimenpiteet ja tekniset apuvälineet rakennushankkeen aikana 36 sivua

Saimaan ammattikorkeakoulu

Rakennustekniikka

Rakennusmestari AMK

Opinnäytetyö 2019

Ohjaajat: lehtori Leena Jormanainen, Saimaan ammattikorkeakoulu, rakennusinsinööri Petri Liukkonen, Rakennusliike Evälahti Oy

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli saada kokonaiskuva P1-puhtausluokasta, ja siitä millaisia teknisiä toimenpiteitä ja työmaateknisiä keinoja P1-puhtausluokan saavuttaminen vaatii rakennustöiden aikana. Opinnäytetyössä ilmenevät havainnot ja tutkittava ympäristö liittyvät Imatralla rakennetun Vuoksenniskan koulukeskuksen uudisrakennukseen liittyviin rakennustöihin, jossa pääurakoitsijana toimi Rakennusliike Evälahti Oy.

Opinnäytetyöhön on koottuna tietoon perustuva selvitys P1-puhtausluokan käsitteestä ja sisäilmastoluokista. Opinnäytetyössä tarkasteltiin P1-puhtausluokan toteutumiseen liittyviä keinoja, toimenpiteitä sekä teknisiä laitteita, joiden hyödyntämisen avulla oli edellä mainittu puhtausluokka saavutettavissa. Opinnäytetyössä tarkasteltiin myös eri rakennusvaiheiden P1-puhtausluokkiin liittyviä haasteita ja ongelmakohtia.

Opinnäytetyön tuloksena laadittiin selvitys tarkastellun kohteen P1-puhtausluokan toteutumisen onnistumiseen liittyvistä keinoista, jotka on otettava huomioon seuraavissa kohteissa, joissa vaaditaan P1-puhtausluokkaa. P1-puhtausluokan käyttö rakennustöiden aikana hankkeessa osoittautui hyödylliseksi urakoitsijalle muun muassa työmaan paremman siisteys tason ja työturvallisuuden toteutumisena sekä mahdollisti tilaajalle ja loppukäyttäjille paremman sisäilman sekä rakennuksen välittömän käyttöönoton heti luovutuspäivämäärästä alkaen.

Konkreettisesti P1-puhtausluokka on muodostumassa yleiseksi toimintatavaksi etenkin julkisessa rakentamisessa, ja on yhtenä tärkeänä edellytyksenä puhtaan sisäilman laadun toteutumiseksi.

Asiasanat: P1-puhtausluokka, sisäilmastoluokat

Abstract

Olli Kaski

Methods to achieve P1-purity class by using various techniques at the construction site, 36 pages

Saimaa University of Applied Sciences

Technology Lappeenranta

Degree programme in construction management

Bachelor's Thesis 2019

Instructors: teacher Ms Leena Jormanainen, Saimaa University of Applied Sciences, civil engineer Mr Petri Liukkonen, Rakennusliike Evälahti Oy

The purpose of the study was to delve in to the matter under study and to realize what defines the characteristics of P1-purity class and to examine what kind of technical measures and means at the construction site are required to achieve the P1-purity class. The findings that compose the thesis are from the construction works of Vuoksenniska school center located in Imatra. The main contractor in charge of the construction of the new school center was Rakennusliike Evälahti and the study was commissioned by the latter.

The study holds an apprehensive clearance based on information found of the subject about the P1-purity class and about the indoor climate classes. The study examined means that could be conducted at the construction site, but also the use of technical instruments and tools that were useful or essential to achieve the P1-purity class. Different phases of construction work were also presented in the study including the issues and problems related to each phase of the construction work of the new building.

The results of the study were the solid evidence of the benefits of using the P1-purity class during the construction work of the new school including the ascended level of cleanliness and work safety, but also the rapid disposition to the users. The study can be used as a useful check-list for further projects by the commissioner of the study.

Keywords: P1-purity class, indoor climate classes

Sisällys

1	Johdanto	5
2	Terveellinen sisäilmasto	6
3	Sisäilmastoluokat	6
4	P1-puhtausluokka	9
4.1	Rakennuksen P1-puhtausluokan toteutumisen arviointi	10
4.2	Rakennustarvikkeiden suojaus kuljetuksessa ja työmaalla	11
4.3	Rakennuksen ilmanvaihtotuotteiden varastointi ja käsittely työmaalla	14
4.4	Osastointi toimintakoevalmiuden saavuttamiseksi	15
4.5	Rakennussiivous	17
4.6	Loppusiivous	17
5	Työmaan P1-puhtausluokan suunnittelu ja valvonta	18
5.1	Kosteudenhallintasuunnitelma	18
5.2	Pölynhallintasuunnitelma	19
5.3	Työnjohdon tehtävät P1-kohteessa	20
6	Tekniset laitteet ja apuvälineet	21
6.1	Käsi käyttöisten sähkötyökalujen kohdepoisto	21
6.2	Laastien sekoitustyöpisteen kohdepoistolaitte	22
6.3	Työmaakohtainen keskuspölynimurijärjestelmä	23
6.4	Siirrettävät korkeapaineiset kohdepoistolaitteet	23
7	Toimenpiteet P1-puhtausluokitellulla työmaalla	25
7.1	Rakennussiivous ja jätehuolto	25
7.2	P1-osastointi työmaalla	25
7.3	Kiviaineisen rakennusmateriaalin työstöstä aiheutuvan pölyn minimoiminen vesisauhauksella- ja poraamisella	27
7.4	Suorakiinnitystekniikka	29
7.5	Laastien ja tasoitteiden haitallisen pölyn minimoiminen käyttämällä valmis- ja pumpputasoitteita	30
7.5.1	Valmistasoihteet seinien tasoitustöissä	30
7.5.2	Lattiatasoitteiden koneellinen pumppaus	31
8	Yhteenveto	32
9	Lähteet	34

1 Johdanto

Opinnäytetyön tilaaja on Rakennusliike Evälahti Oy, joka on merkittävä rakennusalan toimija Etelä-Karjalan alueella. Rakennusliike Evälahti Oy rakentanut maakunnassa ja sen lähialueilla jo yli kuuden vuosikymmenen ajan toimitila- ja liikekiinteistöjä, asuntoja, julkisia rakennuksia sekä teollisuuskohteita. Rakennusliike Evälahti Oy kuuluu Evälahti-konserniin, johon kuuluu myös vuonna 2010 perustettu Evälahti Uusimaa Oy, joka toimii Uudellamaalla. Evälahti konsernin liikevaihto vuonna 2018 oli 35.9 miljoonaa euroa ja yritys työllisti 111 henkilöä. Rakennusliike Evälahden perusti rakennusneuvos Kauko Evälahti vuonna 1950. Toimitusjohtajana toimii tällä hetkellä Jouni Pohjolainen. Perinteikäs perheyritys onkin Suomen kolmanneksi vanhin perheomisteinen rakennusliike.

Työssä käsitellään vuosina 2018–2019 rakennetun Vuoksenniskan koulukeskustyömaan rakennustöitä. Vuoksenniskan koulukeskuksen rakennustyöt alkoivat vuoden 2018 helmikuussa, ja rakennus luovutettiin kesäkuussa 2019. Opinnäytetyön tavoitteena on perehtyä P1-puhtausluokkaan käsitteenä ja saada kattava kuva siitä, mitä kyseisen puhtausluokan saavuttaminen Vuoksenniskan koulukeskuksen rakennustyömaalla edellyttää.

Tutkielman aluksi esitellään eri sisäilmasto- ja puhtausluokkien määritelmät. Tärkeimpänä tietolähteenä on Sisäilmastoluokitus 2018. Sisäilmastoluokitus 2018 korvasi vuonna 2008 laaditun sisäilmastoluokituksen. Ohjetta käytetään rakennuksia ja LVIS-järjestelmiä suunniteltaessa sekä urakoitsijoiden ja rakennustarviketeollisuuden avuksi, jotta voidaan rakentaa terveen sisäilman omaavia rakennuksia. Työssä tutustutaan tarkasteltavana olevan kohdetyömaan haitallisen rakennuspölyn pölynhallintaan ja selvitetään niitä työvaiheita, joista haitallinen rakennuspöly voi muodostua. Opinnäytetyössä tutustutaan työmaateknisiin keinoihin sekä teknisiin apuvälineisiin ja laitteisiin, joilla P1-puhtausluokka on saavutettavissa. Tutkielma sisältää eri julkaisuista ja lähteistä tietoa sekä työmaalla rakennustöiden aikana tehtyjä havaintoja. Tarkastelussa ovat myös työmaalla käytetyt erilaiset keinot ja niiden toimivuus käytännössä.

2 Terveellinen sisäilmasto

Talonrakennuksen yhtenä päätavoitteena on aikaansaada terve sekä viihtyisä sisäilmasto rakennettavaan rakennukseen. Rakennuksen ja siihen liittyvien tilojen sisäilmaston laatutason kuvaamiseen käytetään seuraavanlaisia tekijöitä:

- lämpötilaolosuhteet
- ilmavirtaus ja vedon tunne
- sisäilmassa esiintyvän kosteuden määrä
- sisäilman epäpuhtaudet ja haitta-aineet.

Jokainen yksilö kokee sisäilmaston laadun yksilöllisesti sekä sisäilmaston terveysvaikutukset vaihtelevat yksilöiden välillä riippuen siihen vaikuttavien tekijästä. Suurimpina viihtyvyyteen ja terveysvaikutuksiin vaikuttavat tekijät ovat yksilön oma terveydentila, ikä, herkistyminen ja altistusaika sekä psykologiset tekijät. Näiden yksilöllisten deviaatioiden vuoksi sisäilmaston tavoitearvojen asettaminen on haasteellista. (RT 07-10564 Rakennuksen sisäilmasto 1995)

3 Sisäilmastoluokat

Sisäilmastoluokitusten päätavoitteena on määrittää ja luokitella tavoitteet ja sisäilmaston laatutason luokka, joita noudattaen voidaan rakentaa sisäilmaltaan terveitä, käyttäjilleen turvallisia sekä asumismukavuudeltaan riittävän korkeatasoisia rakennuksia. Sisäilmastoluokitus on apuna rakennushankkeeseen liittyvän organisaation hankesuunnittelussa, valvonnassa ja rakennuttamisessa, urakoitsijoiden työnsuunnittelussa sekä rakennuksien tulevien käyttäjien rakennukseen liittyvissä toiminnoissa. Luokitusta käytetään uudisrakentamisessa sekä sovelletaan myös korjausrakentamiselle. (Sisäilmastoluokitus 2018)

Rakennukselle valitun sisäilmastoluokituksen rakentamisaikaiset ohjeet, ohjeistukset sekä valitun laatutason täyttämiseen tarvittavat toimenpiteet täytyy huomioida eri rakennusvaiheissa. Tilaajaorganisaation on valittava sisäilmastoluokka ja siihen liittyvä tavoiteltava sisäilmaston laatutaso hankesuunnittelun aikana rakennuksen suunnitteluorganisaation kanssa. Rakennuttajan sekä tilaajan täytyy

ohjata hankkeen suunnittelua ja tuoda ilmi omat vaatimuksensa rakennuksen sisäilmastoluokitukseen. Jokaisen suunnittelualan edustajan täytyy varmistua siitä, että hankkeelle on määritelty sisäilmastoluokitus ja se ominaispiirteet täytyvät. Valittu sisäilmastoluokitus on huomioitava kaikissa hankkeeseen liittyvissä asiakirjoissa hankesuunnittelun, rakentamisvaiheen sekä luovutusvaiheen aikana. Eri alojen suunnittelijoiden täytyy myös suorittaa suunnitelmiensa törmäystarkastelua sekä valvontaa, jotta varmistutaan sisäilmastoluokitukseen vaikuttavien suunnitteluun liittyvien ratkaisuiden soveltuvuudesta valitun sisäilmastoluokan toteuttamiseksi. (Sisäilmastoluokitus 2018)

Sisäilmaston suunnittelu

Suunnittelijoiden täytyy huomioida rakennuksen sisäilmastoa suunnitellessaan seuraavat asiat:

Pääsuunnittelijan, erityissuunnittelijan ja rakennussuunnittelijan on tehtäviensä mukaisesti rakennusta suunnitellessaan otettava huomioon seuraavat rakennuksen sisäilmastoon vaikuttavat tekijät:

- 1) sisäiset kuormitustekijät, kuten: lämpö- ja kosteuskuormitus, laitteet, valaistus, henkilökuormat, melulähteet, prosessit, rakennustuotteiden päästöt sekä muut rakennuksen käyttöön liittyvät epäpuhtaudet;*
- 2) ulkoiset kuormitustekijät, kuten: sää- ja ääniolot, ulkoilman laatu ja muut ympäristötekijät;*
- 3) sijainti ja rakennuspaikka.*

Pääsuunnittelijan, erityissuunnittelijan ja rakennussuunnittelijan on tehtäviensä mukaisesti otettava huomioon rakennuksen käyttötarkoituksen mukainen sisäilmasto, kun:

- 1) suunnitellaan rakennuksen lämmön- ja kosteudeneristystä sekä ikkunoiden ominaisuuksia ja aurinkosuojausta;*
- 2) suunnitellaan rakennuksen energiatehokkuutta;*
- 3) määritellään rakennuksen ulkovaipan, alapohjan ja kuilujen ilmanpitävyyttä sekä tilojen välisten rakenteiden ilmanpitävyyttä;*
- 4) suunnitellaan rakennuksen ääneneristystä ja meluntorjuntaa;*
- 5) suunnitellaan tilojen valaistusta ja päivänvalon hyödyntämistä;*
- 6) valitaan rakennusmateriaaleja;*
- 7) suunnitellaan rakennuksen lämmitystä ja jäähdytystä sekä muita talotekniikkajärjestelmiä, niiden käyttövarmuutta ja tilantarvetta;*
- 8) suunnitellaan rakennustyömaan kosteudenhallintaa;*
- 9) suunnitellaan rakennustöiden ja ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden hallintaa;*
- 10) laaditaan rakennustyömaan, vastaanoton ja käyttöönoton aikataulua;*
- 11) suunnitellaan rakennuksen ja teknisten järjestelmien käytettävyyttä, asianmukaista käyttöä ja kunnossapitoa sekä laaditaan rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjetta.*

Rakennuksen käyttötarkoituksen mukaisen sisäilmaston aikaansaamiseksi voidaan käyttää rakenteellisia keinoja, pienentää sisäisiä kuormitustekijöitä, rajoittaa ulkoisten ja sisäisten kuormitustekijöiden vaikutusta sekä käyttää lämmitys-, jäähdytys-, ilmanvaihto- ja ilmastointiteknisii keinoja sekä näihin liittyvää ohjausta ja säätöä. (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta. Suomen säädöskokoelma 1009/2017. (2018), 1–2)

Sisäilmastoluokitus sisältää kolme erilaista laatuluokkaa: S1, S2, sekä S3. Valitsemalla näistä luokituksista yhden ja asettamalla rakennushankkeelle sisäilmaston tavoitteet voidaan pyrkiä rakentamaan sisäilmastoltaan parempia rakennuksia sekä minimoimaan terveydelle ja käyttömukavuudelle esiintyviä riskejä ja ongelmia. (Sisäilmastoluokitus 2018)

Pohjoisen pallonpuoliskon ilmastosta sekä nykypäivän lämpötilan muutoksista aiheutuvien kuormitusten johdosta S1 sisäilmastoluokan toteutus vaatii koneellisen jäähdytyksen sekä huonekohtaisen lämpötilan säädön tarpeen. Sisäilmastoluokka S2 voidaan saavuttaa riittävän huolellisesti toteutetuilla rakennuksen suunnitteluvalinnoilla. S3-sisäilmastoluokittelulla rakennuksella auringosta aiheutuvan lämpökuorman ja lämpimien sääolosuhteiden vaikutuksesta saattavat huoneiden lämpötilat nousta. (Sisäilmastoluokitus 2018)

Sisäilmastoluokka S1, yksilöllinen sisäilmasto

S1-sisäilmastoluokitellun tilan sisäilmaston sekä ilmanlaadun laatutaso on erinomainen, eikä ylimääräisiä hajunlähteitä tai ilmanlaatuun vaikuttavia epäpuhtauksia levittäviä rakennusosia tai muita lähteitä esiinny. Tilassa vallitseva lämpötila on miellyttävä eikä vedon tunnetta tai ylikuumenemista esiinny oleskeluvyöhykkeellä. Lämpötilaa voidaan säätää yksilöllisesti halutuksi. Tilassa vallitsevat ääni- ja valaistusolosuhteet sopivat tilan käytön mukaiseen tarpeeseen erinomaisesti sekä niitä voidaan säätää yksilöllisesti käyttäjien toimesta halutun mukaisiksi. (Sisäilmastoluokitus 2018)

Sisäilmastoluokka S2, hyvä sisäilmasto

S2-sisäilmastoluokitellun tilan sisäilmaston sekä ilmanlaadun laatutaso hyvä, eikä ylimääräisiä hajunlähteitä tai ilmanlaatuun vaikuttavia epäpuhtauksia levittäviä rakennusosia tai muita lähteitä esiinny. Tilassa vallitseva lämpötila on hyvä,

eikä vedon tunnetta esiinny normaalisti, vaikka tilan ylikuumeneminen on todennäköistä kesäaikana. Tilassa on käyttötarkoitukselle sopivat ääni- sekä valaistusolosuhteet. (Sisäilmastoluokitus 2018))

Sisäilmastoluokka S3, tyydyttävä sisäilmasto

S3-sisäilmastoluokitellun tilan sisäilmaston, ilmanlaadun sekä valaistus- ja ääniolosuhteiden taso täyttää vähimmäisvaatimukset, jotka ovat perustuvat maankäyttö- ja rakennuslakiin. Silti on huomattavaa, että asetettujen asetusten sekä määräysten täyttäminen ei kuitenkaan perustu S3-sisäilmastoluokan tavoitearvoihin. (Sisäilmastoluokitus 2018)

4 P1-puhtausluokka

Rakennushankkeen suunnitteluun ja sen ohjaukseen on valittava rakennushankkeen aikana suoritettavien rakennustöiden sekä ilmanvaihtojärjestelmien puhtausluokitus. Rakennushankkeen hankesuunnittelun aikana on myös huomioitava rakennusmateriaaleille ja ilmanvaihtotuotteille valittu puhtausluokka. Näiden valittujen tavoitteiden ratkaisuun ja toteutukseen voidaan käyttää erilaisia sovellutuksia eri suunnittelualoilla, kunhan ne täyttävät tavoitellut tavoitearvot ja vaatimukset. (Sisäilmastoluokitus 2018)

Rakennustyön puhtausluokituksessa esitetään tavoitteet rakennukselle valitusta puhtausluokasta. Rakennustyön puhtausluokituksia on olemassa vain yksi kapale, joka on P1 puhtausluokitus. Tähän puhtausluokitukseen kuuluvat toimisto- sekä julkiset rakennukset, varhaiskasvatustilat muun muassa koulut ja päiväkodit sekä asuinrakennukset. P1 puhtausluokituksen päätavoitteena on luoda edellytykset sille, että rakennetun rakennuksen tilat ovat riittävästi puhdistetut ennen rakennuksen käyttöönottoa. Rakennusvaiheen aikana sisäilmaan ei saa kulkeutua epäpuhtauksia tai muita rakennuksen sisäilmaa heikentäviä komponentteja. Luovutettaessa tilat tulee voida ottaa rakennuksen käyttäjien toimesta käyttöön välittömästi rakennuksen vastaanottotarkastuksen jälkeen. Näiden edellä käsiteltyjen asioiden konkretisoitumisen takia täytyy varmistua luovutettavien tilojen puhtauden riittävästä tasosta ennen koneellisen ilmanvaihtojärjestelmän käynnistystä tekemällä ilmanvaihtojärjestelmän käynnistämiseen liittyvät riittävän

kattavat toimintakokeet sekä tarkastukset. Ennen toimintakokeiden aloittamista tulee tilan täyttää toimintakoevaiheen puhtaustaso, jottei ilmanvaihtojärjestelmä pääse turmeltumaan. (Sisäilmastoluokitus 2018)

4.1 Rakennuksen P1-puhtaustuokan toteutumisen arviointi

Rakennuksen tai siihen liittyvän tilan puhtaustason arviointi on suoritettava visuaalisesti arvioimalla kaikkien tilassa olevien pintojen puhtaustaso. Myös rakenteiden sisään jäävät näkymättömät pinnat on arvioitava. Käytännössä arvioinnin piiriin kuuluvat kattojen, seinien, kiintokalusteiden sekä lattioiden pinnat. Alakattojen yläpuoliset tilat on arvioitava ennen niiden ummistamista, jonka jälkeen niiden puhtaus tasoa ei enää arvioida.

Rakennuksen puhtaustason arviointi on suoritettava visuaalisesti ennen kuin ilmanvaihtojärjestelmä käynnistetään. Arvioitavia pintoja ovat näkyvät kattopinnat, seinäpinnat, kalustepinnat sekä lattioiden pinnat. (Sisäilmastoluokitus 2018)

Tarkasteltaviin pintoihin kuuluvat:

- kattopinnat joihin kuuluvat muun muassa kattomateriaalien yläpinnat ja niiden yläpuoliset pinnat, valaisinten kotelot, ilmanvaihtojärjestelmän pääte-laitteet, putkistot, valaisinten pinnat sekä portaikkojen alapinnat
- seinäpintoihin kuuluvat muun muassa seinät, seiniin ripustetut putket, ikkunat, ovet sekä niiden karmit, kevyet väliseinät, sähkövarusteet sekä kalusteet, ilmanvaihtojärjestelmän päätelaitteet, valaisimet, peitelistat sekä kaidejohteet
- näkyvissä olevat kalusteiden pinnat sekä niiden sisäpinnat mukaan lukien kaikki niihin liittyvät koneet ja laitteet
- lattiapinnat sekä niihin liittyvät rutilät sekä kaivot, ovien kynnykset sekä por-rastasot

Puhtauden arvioinnissa tarkastetaan jokaisessa tilassa silmämääräisesti, että luokan puhtausvaatimus täyttyy. Pintojen pölykertymä voidaan mitata geeliteippi-menetelmällä SFS 5994 INSTA 800 -standardin mukaisesti. Pölykertymän mit-taus on suositeltavaa tehdä aikaisintaan kahden tunnin kuluttua siivouksesta,

jotta ilmassa leijuva pöly ehtii laskeutua pinnoille ennen mittausta. Pölykertymän enimmäistasot on esitetty kuvassa 1. (Sisäilmastoluokitus 2018)

Taulukko 2.3.3. Puhtausluokan P1 pölykertymän enimmäistasot.

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

Kuva 1, Puhtausluokan P1 pölykertymän enimmäisarvot (Sisäilmastoluokitus 2018.)

Pölykertymää tarkkaillessa voidaan käyttää Dustdetector-pintapölynmittauslaitetta, jonka toiminta perustuu laserin avulla suoritettavaan mittaukseen. Mittarin käyttäjän täytyy olla riittävän perehtynyt kyseessä olevan laitteen käyttöön sekä sen tuottamien tulosten käsittelyyn. Rakennuttajan nimeämä sisäilmakoordinaattori käyttää ja tulkitsee laitteen antamia arvoja sekä esittää niiden perusteella saadun raportin tilaajaorganisaatiolle ja urakoitsijaorganisaatiolle.

4.2 Rakennustarvikkeiden suojaus kuljetuksessa ja työmaalla

Kaikki rakennettavan rakennuksen rakennusosiin liittyvät rakennusmateriaalit ja komponentit on suojattava riittävällä huolellisuudella estäen niiden likaantuminen ja kastuminen kuljetuksen, varastoinnin sekä asennustöiden aikana. Suojaustoimenpiteisiin kuuluu asianmukainen peittäminen sekä riittävä suojaetäisyys maaperästä nousevasta kosteudesta. Sade tai muut vallitsevat sääolosuhteet eivät saa kastella kuljetuksen, varastoinnin tai asennustyön aikana rakennusmateriaaleja tai muita rakennukseen liittyviä komponentteja. Kuljetuksen ja varastoinnin aikaiset suojaustoimenpiteiden täytyy olla tuotteiden valmistavan tahon hyväksymiä. Lähtökohtaisesti rakennusmateriaalien ja muiden komponenttien säilytys suositellaan suoritettavaksi sisätiloissa mahdollisimman tasaisissa ja kuivissa olosuhteissa. Kaikki rakennustöiden aikana olevat keskeneräiset rakennusosat täytyy suojata niin, etteivät ne pääse turmeltumaan. Kaikki käytettävät suojaukset poistetaan vasta ennen asennustöiden aloittamista. Asennusolosuhteiden täytyy olla riittävän puhtaat sekä kuivat, eikä epäpuhtauksia ilmassa saa esiintyä. Tie-

Kuvassa 2 on Ratu kortti 1232:sta peräisin oleva taulukko rakennustyömaalla käytettävien rakennusmateriaalien suojaustarpeista.

Kuva 2, (Ratu 1232 Rakennustyömaan sääsuojaus)

12



Kuva 3, Ewona eristyslevyjien varastointi Vuoksenniskan koulukeskus työmaalla.

4.3 Rakennuksen ilmanvaihtotuotteiden varastointi ja käsittely työmaalla

Ilmanvaihtotarvikkeiden oikeaoppinen varastointi ja käsittely rakennustyömaalla ovat ehdoton edellytys terveen sisäilman sekä P1-puhtausluokituksen toteutumisen kannalta. Terveen sisäilman ja P1-puhtausluokan saavuttamiseksi on tärkeää varmistaa, että järjestelmän läpi virtaava tuloilma pysyy riittävän puhtaana. Asennettavan järjestelmän kanavisto on asennettava niin, etteivät epäpuhtaudet ja rakennuspöly turmele kanavistoa. Jos edellä mainitut määreet eivät täyty, on suoritettava järjestelmän sekä kanavien puhdistus nuohoamalla. Järjestelmään liittyvät komponentit täytyy varastoida työmaalla tulpattuina tai muuten suojattuina erillisessä omaksi osastokseen osastoidussa P1-tilassa, jotta vältetään kanavien pölyntyymiseltä rakennusaikana. Kanavat ja muut järjestelmään liittyvät tarvikkeet on suojattava varastoinnin ajaksi myös sateelta ja muista kosteutta aiheuttavista lähteistä. Asennuksen aikana järjestelmän osat on varustettava tulpilla tai muilla suojaustoimenpiteillä. Asennuksen aikaiset suojat voidaan poistaa loppusiivouksen jälkeen ennen toimintakokeiden aloittamista. (RT 07-10805 2003, 2-5)

Kuvassa 4 on esitettyä ilmanvaihtojärjestelmään liittyvien komponenttien suojausperiaate.

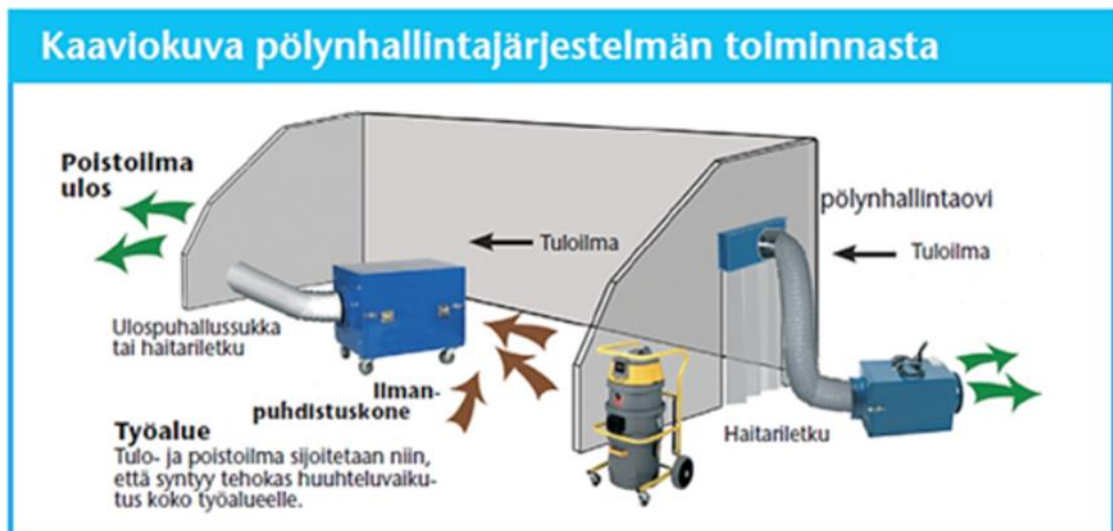


Kuva 4, Ilmanvaihtojärjestelmän komponenttien suojaus Vuoksenniskan koulu-keskus työmaan P1-tilassa.

4.4 Osastointi toimintakoevalmiuden saavuttamiseksi

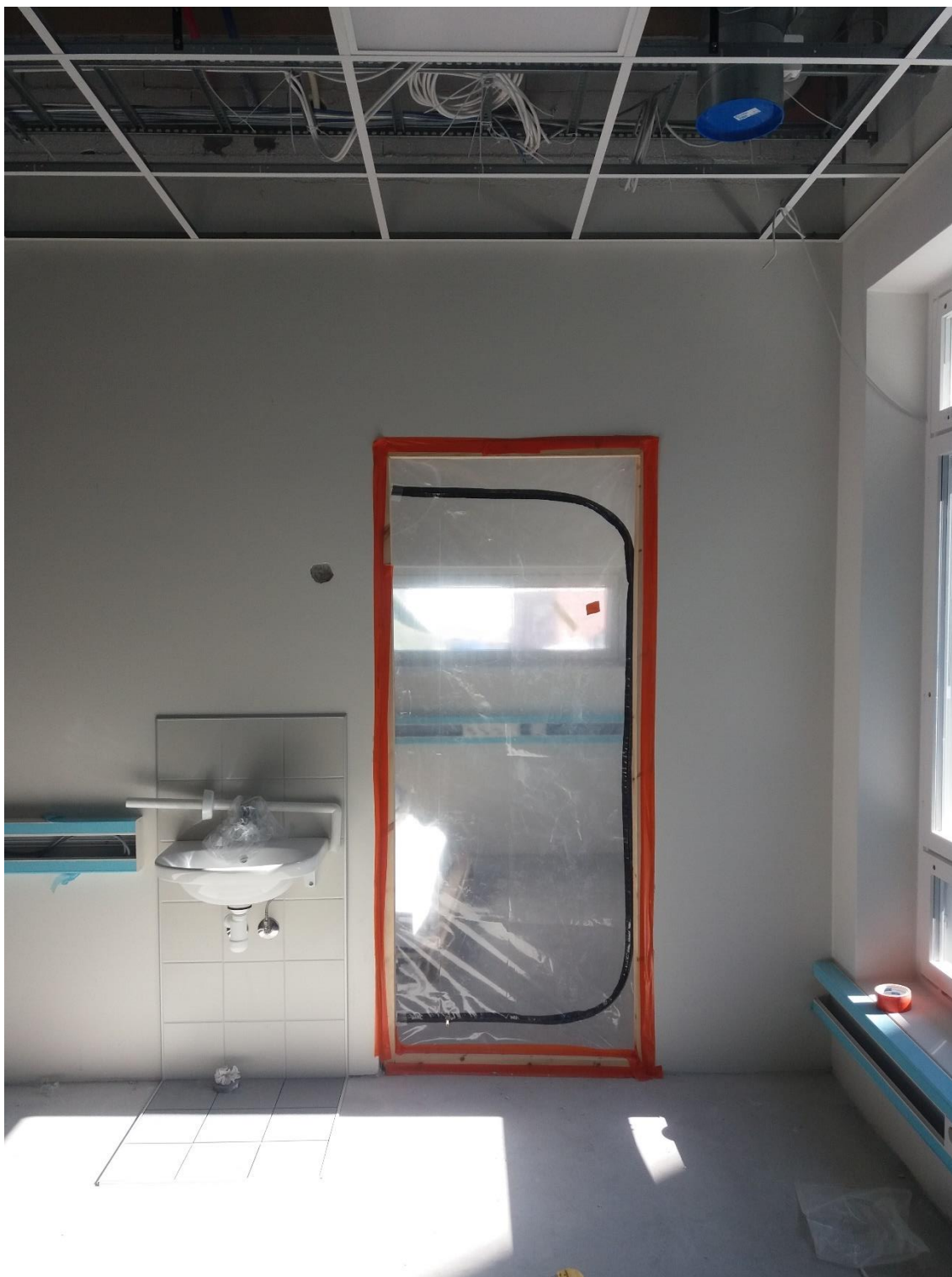
Toimintakokeiden aloittamisedellytykset saavuttaneet tilat ovat osastoiva erilleen muista välittömässä läheisyydessä olevista tiloista ennen kuin loppusiivous voidaan aloittaa kyseisessä tilassa. Tällaisen osastoidun tilan kautta läpi kulkeminen on kiellettyä, jolleivät sen välittömässä läheisyydessä sijaitsevat muut tilat täytä toimintakoevaiheen puhtaustasoa. Tilat, jotka täyttävät toimintakoevaiheen puhtaustason, täytyy merkitä selkeästi esimerkiksi nimeämällä ne P1-tilaksi. Osastoinnin sisällä tehtävät rakennus- sekä asennustyöt täytyy suorittaa pölyttömästi käyttäen riittävää kohdepoistoa tai hyödyntäen suorakiinnitystekniikkaa suoraan alustaan. Riittävästä ilmavaihdosta on huolehdittava koko P1 osastoinnin aikana. (Sisäilmastoluokitus 2018)

Kuvassa 5 on esitetty kaavio P1-tilaan soveltuvasta pölynhallintajärjestelmän toimintaperiaatteesta.



Kuva 5 Pölynhallintajärjestelmän kaaviokuva, (Rakennuskone.fi, 2019)

Kuvassa 6 on esitetty opetustilan P1-asennustilan osastointi Vuoksenniskan koulukeskustyömaalla.



Kuva 6, Opetustilan P1-asennustilan osastointi vetoketjuovella Vuoksenniskan koulukeskustyömaalla.

4.5 Rakennussiivous

Rakennushankkeen P1-puhtausluokituksen tavoitteiden onnistumisen ehdoton edellytys on jatkuva rakentamisaikainen rakennussiivous. Rakennussiivouksella voidaan varmistaa P1-puhtausluokitukseen liittyvän puhtaustason riittävä laatu. Rakennustöistä syntyvä karkearakeinen jäte voidaan poistaa korkeapaineisella pölynpoistolaitteella eli suuritehoisella rakennusimurilla tai manuaalisesti käyttäen lapiota tai kumilastaa. Pölynpoisto harjaamalla on kiellettyä.

Imurien suodattimia täytyy vaihtaa riittävin määräajoin niiden toimintakunnon ylläpitämiseksi. Käytettävien imurijärjestelmien on oltava EN 60335-2-69 standardiin hyväksyttyjä M tai H-luokkaan kuuluvia järjestelmiä. Toimintakokeiden alaiset tilat täytyy siivota huolellisesti, jos niissä tehdyissä työvaiheissa on esiintynyt pölyä synnyttäviä työvaiheita sekä niissä tehtävissä töissä pyritään käyttämään kohdepoistoa. (Sisäilmastoluokitus 2018)

4.6 Loppusiivous

Kaksivaiheiseen loppusiivoukseen kuuluu myös havainnoimattomien pintojen siivous- ja puhdistustyöt. Havainnoimattomilla pinnoilla tarkoitetaan talotekniikkajärjestelmiin sekä alakattojen yläpuolisiin tiloihin liittyviä pintoja. Nämä edellä mainitut pinnat puhdistetaan irtoliasta käyttäen ammattilaitoskäyttöön tarkoitettua imuria hyödyntäen. Edellä mainitun imurin täytyy olla varustettu vähintään HEPA H13 suodattimella. Pinnat täytyy puhdistaa pyyhkimällä ne kostealla tai nihkeällä siivousvälineellä ottaen huomioon eri rakennusmateriaaleihin liittyvät ominaisuudet ja rajoitukset. Käytettävien pesuaineiden täytyy olla hajuttomia sekä M1-luokiteltuja kemikaaleja. (Sisäilmastoluokitus 2018)

Kuvassa 7 on esitetty loppusiivoukseen liittyvien näkymättömissä olevien alakattopintojen puhdistustyö Vuoksenniskan koulukeskustöyömaalla.



Kuva 7, Alakattojen yläpuolisen tilan loppusiivous Vuoksenniskan koulukeskus työmaalla.

5 Työmaan P1-puhtausluokan suunnittelu ja valvonta

P1-puhtausluokan hankkeen aikaisella suunnittelulla pyritään antamaan edellytykset rakennettavan rakennuksen hyvälle sisäilmastolle. P1-puhtausluokka mahdollistaa sisäilmastoluokan S1 tai S2. Tärkeimpiä P1-puhtausluokkaan liittyviä suunnitelmia ovat kosteudenhallintasuunnitelma ja pölynhallintasuunnitelma. Näiden suunnitelmien toteuttaminen mahdollistaa P1-puhtausluokan toteuttamisen, kun jokainen työmaalla toimiva noudattaa niissä määriteltyjä toimintatapoja.

5.1 Kosteudenhallintasuunnitelma

Rakennustyömaan kosteudenhallinnan tavoitteena on estää rakentamisaikaisten kosteudesta aiheutuvien vaurioiden syntyminen, varmistua että rakennettavat ra-

kenteet ovat kuivuneet riittävästi ennen niiden päällystämistä aiheuttamatta viiveitä rakentamisen aikatauluun sekä vähentää rakenteiden tarpeetonta kuivastusta. Kosteudenhallintasuunnitelman on sisällettävä seuraavat osa-alueet:

- kosteusriskit ja niiden kartoittaminen
- rakennettavien rakenteiden kuivumisajat
- olosuhteiden hallinnan suunnittelu
- kosteusmittaussuunnitelma
- kosteudenhallinnan organisointi sekä sen seuranta ja valvonta rakennustöiden aikana

5.2 Pölynhallintasuunnitelma

Rakennustöiden pölynhallinnassa on päämääränä minimoida töistä muodostuvan pölyn määrää sekä vähentää rakentamisesta tulevien, epäpuhtauksien leviäminen työkohteesta ympäröiviin tiloihin. Päättävöitteena on löytää keinot, joilla löydetään pölyämättömät tai mahdollisimman vähän pölyä synnyttävät työtavat ja apuvälineet. Tärkeitä keinoja ovat muun muassa kohdepoistot sähkötyökaluissa sekä osastoidut tilat. (Ratu S-1225 2009, 1–7)

Pääurakoitsijan on pölynhallintasuunnitelmassaan tuotava ilmi toimenpiteet, joilla pölynhallintaa suoritetaan rakennustyömaalla. Jokainen työmaalla toimiva urakoitsija on sitoutettava toimimaan pölynhallintasuunnitelman mukaisesti. Pölynhallintasuunnitelman liitteeksi voidaan laatia pölynhallinnan laadunvarmistusmatriisi.

Kuvassa 8 on esitetty pölynhallintasuunnitelmaan liitetty pölynhallinnan laadunvarmistusmatriisi.

Pölyvä vaihe	Työvaiheen ajoitus	Työmenetelmä	Pölyn leviämisen estäminen	Työssä käytettävät laitteet ja koneet	Muuta huomioon otettavaa
Tasoitetyöt	Väliseinä työn jälkeen, kun pinnat on paikattu tasoite kuntoon	Koneellinen ruiskutus	Tasoitetyö tehdään kerros/porraskohtaisesti. Siivous työvaiheen jälkeen.	Aliurakoitsijan koneet. Hiomakoneissa oltava kohdepoistot	Hyvin tehty tasoitetyö vähentää hiomista ja pölyä. Mahdollisten tasoite rainojen leikkaus tuoreena.
Hionta ja maalaustyöt	Heti tasoitetyön jälkeen	Hionta kohdepoistolla varustetulla koneella. Pohjamaalaus (telaus)	Hiontatyön jälkeen alueen imurointi ennen maalaustyötä	Aliurakoitsijan koneet. Koneissa/välineissä kohdepoistot	Työn aikana asianmukaiset hengityssuojaimet
Märkätilojen pohjatyöt	Rasioiden paikkauksen jälkeen	Käsilaastit ja tasoitteet	Laastien sekoitus joka kerroksessa yhdessä osastoidussa tilassa	Sekoitusvispilällä varustettu porakone	Työn aikana asianmukaiset hengityssuojaimet
Mattotyöt ja akryyilattiatyöt	Kun maalaustyöt on tehty	Pumpputasoite + hionta lattiahiomakone	Kerroskohtainen osastointi.	Aliurakoitsijan koneet ja laitteet varustettava kohdepoistoilla	Mahdollisimman isot työ alueet kerrallaan. Asian mukaiset hengityssuojaimet
Kalusteasennus	Mattoasennuksen jälkeen	Kalusteasennussirkkeli + rasiaporakone	Kerroskohtainen osastointi.	Aliurakoitsijan koneet ja laitteet varustettava kohdepoistoilla	Mahdollisimman isot työ alueet kerrallaan. Asian mukaiset hengityssuojaimet
Listoitustyöt	Kun maalaustyöt on kokonaan tehty ja oviasennukset on tehty	Normaali puulistoitus	Sirkkeleissä ja höylässä kohdepoisto. Valmiin listoitustyön jälkeen imurointi	Aliurakoitsijan koneet ja laitteet. Varustettu kohdepoistoilla	Työalueen kaikki listat kerralla paikalleen

Kuva 8, Pölynhallintasuunnitelman laadunvarmistusmatriisi (Rakennusliike Evä-lahti Oy)

5.3 Työnjohdon tehtävät P1-kohteessa

Rakennustyömaan vastaavan mestarin ja muiden työmaamestarien tehtävänä on tiedottaa työmaalla toimiville työntekijöille P1-puhtausluokkaan liittyvistä toimenpiteistä ja tavoitteista. He valvovat että pölyn- ja kosteudenhallintasuunnitelmaan kirjatut toimenpiteet ja laadunvarmistuskeinot konkretisoituvat työmaalla tehtävien töiden suorittamisen aikana. Työnjohdon on jo työmaaperehdytyksen aikana tiedotettava P1-puhtausluokkaan liittyvistä järjestelyistä ja toimintatavoista sekä koko työmaan rakennustöiden aikana motivoitava henkilöstöä. Työmaalle voidaan nimetä työmaan P1-vastaava, joka valvoo työmaan P1-tilojen puhtaus tasoa ja niissä suoritettavien töiden oikeaoppista suorittamista. Tämän nimetyn henkilön täytyy olla riittävästi perehdytetty oman työmaansa P1-puhtausluokkaan liittyviin toimintatapoihin ja niihin keinoihin, joilla P1-puhtausluokkaan päästään. Tehtävään valittu henkilö on velvollinen korjaamaan ja ilmoittamaan huomaamistaan epäkohdista suoraan työnjohdolle.

6 Tekniset laitteet ja apuvälineet

Rakennustöiden P1-puhtausluokan saavuttaminen rakennustyömaalla vaatii erilaisia teknisiä laitteita sekä apuvälineitä, jotta haitallinen rakennuspöly saadaan eliminoitua rakennustöiden aikana. Nykypäivän rakentamisessa on saatavilla mit-tava määrä eri funktioilla ja ominaisuuksilla varustettuja sovellutuksia ja koneita, joilla P1-puhtausluokan saavuttaminen on mahdollista. Laitteet ovat helppokäyt-töisiä ja yksinkertaisia käyttää ja niiden käyttö on yleistynyt myös muillakin, kuin P1-puhtausluokitelluilla rakennustyömailla.

6.1 Käsikäyttöisten sähkötyökalujen kohdepoisto

Kohdepoistolla hallitaan pölyt ja epäpuhtaudet siellä missä ne muodostuvat. Pö-lymassa kerätään talteen ennen kuin siinä olevat pienet ja vaaralliset hiukkaset leviävät likaamaan työtilaa. Samalla estetään niiden pääsy työntekijän hengitys-ilmaan ja sitä kautta keuhkorakkuloihin. (Consair Oy, P1-rakentaminen)

Sähkö- tai akkukäyttöisten kädessä pidettävien laitteiden ja työkalujen kohde-poistovarustuksen käyttö on ehdoton edellytys P1-puhtausluokitellulla työmaalla tehtävien töiden suorittamisen pölyttömän suorituksen onnistumiseen. Lähes jo-kaisella laitevalmistajalla on omat kohdepoistoa varten kehitetyt järjestelmänsä, jotka ovat peruseränsä erittäin yksinkertaisia ja samankaltaisia. Kohde-poisto käsitteellä tarkoitetaan työkoneeseen kytkettävää korkeapainepoistolai-tetta eli imuria. Imurin tarkoituksena on poistaa työstettävän rakennusosan tai materiaalin työstöstä syntyvä työstöjäte ja pöly. Vuoksenniskan koulukeskustyö-maan rakennustöiden aikana käytettiin aktiivisesti kohdepoistoa muun muassa poravasarointiin sekä hiontatöihin liittyvissä työvaiheissa.

Kuvassa 9 on esitettyä piikkauskoneeseen liitetty kohdepoistovarustus.

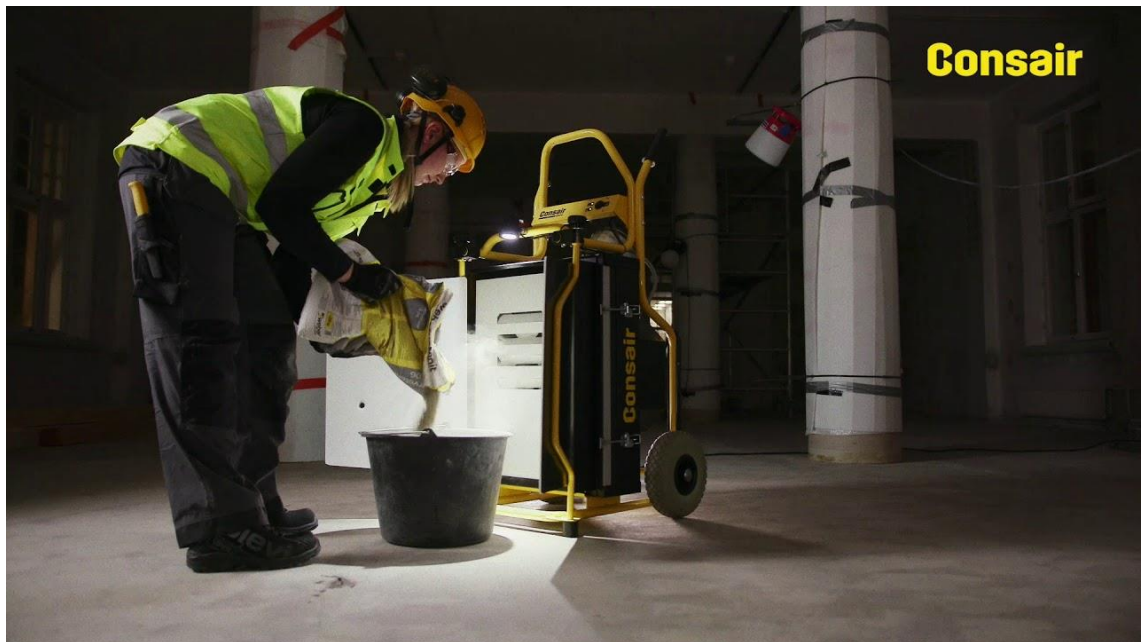


Kuva 9, Hilti Te DRS-Y kohdepoistojärjestelmä, (Hilti Suomi Oy 2019)

6.2 Laastien sekoitustyöpisteen kohdepoistolaite

Matalapaineisten kohdepoistolaitteiden käyttö rakennustyömailla on alkanut yleistyä. Matalapaineisen kohdepoistolaitteen tarkoituksena on imeä sekoituspaikalla kertyvä pöly laajalta alueelta. Matalapaineinen kohdepoistolaite on helposti siirrettävissä sekä helppokäyttöinen. Laitteen etuina ovat muun muassa laastien sekoituksen mahdollistaminen sisätiloissa sekä lyhennetyt kuljetus matkat sekoituspaikalta työpisteeseen, joka on työsuojelun kannalta merkittävä tekijä työntekijöiden fyysisen kuormittumisen kannalta. Kyseistä kohdepoistotekniikkaa käytettiin Vuoksenniskan koulukeskus työmaalla tasoiteurakoitsijan sekoituspisteen välittömässä läheisyydessä, ja haastattelemani urakoitsijan mukaan kokemukset olivat erittäin myönteiset kyseisen laitteen käytön kannalta. Laitteen etuina ovat sen käytön vaivattomuus sekä erittäin vähäinen huollon tarve.

Kuvassa 10 on esitetty Consair Camu D2 kohdepoistolaite.



Kuva 10, Consair Camu D2 kohdepoistolaite (Consair Oy 2019)

6.3 Työmaakohtainen keskuspölynimurijärjestelmä

P1-puhtausluokkaan suunnitellun rakennuksen rakennustöiden aikana tulee huolehtia rakennustyömaan rakennustöiden aikaisesta jatkuvasta puhtaanapidosta sekä työmaan siisteyden ylläpidosta. Työmaan rakennusjätteiden ja pölynpoiston tärkeimpinä komponentteina ovat oikeanlaiset korkeapaineiset suurtehoiset rakennusimurit, joilla rakennuspöly poistetaan avoimilta pinnoilta työmaan aikana.

Rakennustyömaiden keskuspölynimurijärjestelmät ovat yleistyneet viime vuosina ja niiden ominaisuuksien on todettu olevan työmaan siisteyden kannalta erittäin hyviä. Keskuspölynimurijärjestelmän etuina ovat työmaalle rakennetun imurijärjestelmän suuri toimintasäde sekä vähentynyt tavanomaisen rakennusimurin siirron ja kuljetuksen tarve, jotka vähentävät työsuojelun ja ergonomian kannalta henkilöstön fyysistä kuormitusta.

6.4 Siirrettävät korkeapaineiset kohdepoistolaitteet

Siirrettävillä korkeapaineisilla kohdepoistolaitteilla tarkoitetaan suurtehoisia rakennusimureita, jotka voidaan liittää kädessä pidettävien sähkötyökalujen sekä muiden laitteiden kohdepoistojärjestelmään. Tavanomaisia käyttöalueita ovat

esimerkiksi hiomakoneen hiontapölyn kohdepoisto sekä katkaisusirkkelin käytöstä syntyvän purun poisto. P1-puhtausluokitellulla rakennustyömaalla korkeapaineisen kohdepoistolaitteen vaatimuksena on kuitenkin vähintään HEPA H13-suodattimella varustettu rakennusimuri. Nykyaikaisten rakennusimureiden kehitys on ollut huomattavaa viime vuosikymmenen aikana muun muassa niiden toimintavarmuuden parantumisena, pölynpoistosta syntyvän jätteen helpon keräämisen sekä rakennuspölyn suodattavuuden kannalta. (Rakennuskone.fi)

Kuvassa 11 on esitetty Vuoksenniskan koulukeskustyömaalla käytetty Hepa H13-suodattimella varustettu korkeapaineinen rakennusimuri



Kuva 11. Korkeapaineinen rakennusimuri Vuoksenniskan koulukeskus työmaalla.

7 Toimenpiteet P1-puhtausluokitellulla työmaalla

Työmaatekniset keinot P1-puhtausluokan saavuttamiseen vaativat oikeanlaisten toimenpiteiden ja laitteiden valitsemista eri työvaiheille. Tärkeä yksityiskohta P1-puhtausluokan rakennustyömaalla on rakennuksen ulko-ovien ja ikkunoiden pitäminen suljettuina ulkopuolisten saasteiden ja pölyjen leviämisen takia.

7.1 Rakennussiivous ja jätehuolto

Jatkuva ja riittävästi resursoitu rakennussiivous on P1-puhtausluokan toteutumisen kannalta erityisen tärkeää. Rakennussiivoajat on varustettava Hepa-suodattimilla varustetuilla suurtehoimureilla. Pölyn ja jätteiden lakaisua ja harjaamista tulee välttää rakennuspölyn leviämisen takia. Rakennusmateriaalien kierrätyksen, riittävien jäteastioiden ja niiden säännöllisten tyhjennysten merkitys korostuu P1-puhtausluokitellun rakennustyömaan sisätyövaiheessa. Eri rakennusjätteille täytyy olla pölyn leviämisen estämiseksi omat kannelliset roskasäiliönsä, joihin jokainen työmaalla toimiva henkilö toimittaa työstään syntyvän jätteen. Työmaan rakennussiivoajat toimittavat täyttyneet jätessäiliöt rakennuksen ulkopuolelle ja lajittelevat ne eri jätelajeittain roskalavoille. Koulukeskuksen rakennustöiden aikana 2 rakennushenkilöä työskenteli pelkästään rakennussiivoukseen liittyvissä töissä, ja heidän työpanoksensa oli välttämätön P1-puhtausluokan saavuttamisen kannalta.

7.2 P1-osastointi työmaalla

P1-tilojen osastoinnin tarkoituksena on erottaa toisistaan likaiset ja puhtaat erillisiksi tiloiksi. Osastointi rakennetaan käyttämällä rakennuksen jo valmistuneita rakenteita sekä rakentamalla väliaikaisia suojaseiniä. Osastointi väliaikaisilla suojaseinillä toteutetaan käytännössä esimerkiksi seuraavanlaisesti:

Väliaikaiset suojaseinät rakennetaan esimerkiksi siten, että:

Muovikalvo teipataan tiiviisti rakenneosiin tai rakentamalla esimerkiksi puurimoista väliaikainen suojaseinä, jonka väliin asennetaan tiiviisti muovikalvo lattian ja katon väliin. Raot ja läpiviennit tiivistetään teipillä tai polyuretaanivaahdolla.

P1-tiloiksi voidaan joutua rakentamaan myös pitkäaikaisempaan käyttöön tarkoitettuja suojatiloja. Pitkäaikaisten suojatilojen rakennustekniikka on samankaltainen kuin väliaikaisissa suojaseinissä, mutta käytettävä puutavara voi olla vahvempirakenteista, ja suojaseinän alaosaan rakennetaan esimerkiksi 120 cm ylöspäin lattiapinnasta korkealle ulottuva suojalevytys käyttämällä levymateriaalina esimerkiksi havuvaneria. Raot ja läpiviennit tiivistetään teipillä tai polyuretaanivaahdolla.

Osastoidun P1-tilan kulkuaukkona voidaan käyttää muovista valmistettua vetoketjullista ovea tai normaalia laakaovea, joka varustetaan riittävän tiiviillä laahuksilla ja tiivistyksillä. Vuoksenniskan koulukeskustyömaalla käytettiin vetoketjumallisia muovista valmistettuja ovia sekä tavallisia laakamallisia väliovia, jotka tiivistettiin P1-tilan osastoinnin varmistamiseksi.

P1-osastoidut tilat suositellaan alipaineistettaviksi. Tilojen alipaineistus estää rakennuspölyn kulkeutumisen osastoituun puhtaaseen P1-osastoon ja niissä sijaitseviin asennettaviin järjestelmiin. Tila ylipaineistetaan koneellisesti tarkoitukseen sopivalla alipaineistusjärjestelmällä. Sopiva paine-ero osastoidun tilan ja muiden tilojen välillä 5 -15 pascalia. (VTT 2018)

Kuvassa 12 on esitetty opettajanhuoneen P1-tilan osastoiva ovi sekä alipaineistuslaite Vuoksenniskan koulukeskustyömaalla.



Kuva 12, P1-tilan osastoiva ovi ja alipaineistaja.

7.3 Kiviaineisen rakennusmateriaalin työstöstä aiheutuvan pölyn minimoiminen vesisahauksella- ja poraamisella

Kiviaineisten rakennusmateriaalien eli betonin, tiilien, harkkojen ja laattojen työstö timanttisauhauksella on vuosikymmeniä vanhaa tekniikkaa, joka on yleisesti käytettyä rakennustyömailla. Työsuojelun ja ergonomian kannalta vesiavustettu timanttisahaus on hyödyllistä, koska sahaustyö voidaan suorittaa sisäti-

loissa, minkä takia vaakasiirrot sahauspisteeltä työpisteelle lyhenevät. Timanttisauhauksella ja -porauksella tarkoitetaan kiviaineisen materiaalin muokkaamista kovametalliteräisellä työstökalustolla. Kiviaineisen materiaalin työstössä käytettävät laitteet on varustettu joko suoralla liitännällä vesijohtoon laitteeseen liitettävä liitosadapterilla, joka liitetään suoraan vesijohtoverkkoon tai vaihtoehtoisesti erillisellä täytettävällä vesilähteellä, josta koneellisella vesipumpulla siirretään vesi vesilähteestä laitteen leikkuupäähän. Markkinoilla on myös kannettavia käsikäyttöisiä järjestelmiä, jotka tuottavat työstökaluston veden paineen itse laitteen leikkuupäähän sähkön avulla erillisestä vesilähteestä. Kosteudenhallinta on otettava huomioon ja sahaustyöstöstä syntyvien vesiroiskeiden leviäminen on estettävä riittäväillä työnaikaisilla suojaustoimenpiteillä rakentamalla esimerkiksi sahauspisteelle vesitiivis kaukalo. Vuoksenniskan koulukeskustyömaan väliseinämuurausurakan aikana käytettiin kyseisiä menetelmiä väliseinätiilien katkaisuun. Erityisellä huolella rakennetun vesitiiviin kaukalon rakentaminen on ehdoton edellytys rakennusaikaisen kosteuden poistamisen kannalta.

Kuvassa 13 on esitettyä vesiavusteista timanttileikkausta pöytävesisahalla.



Kuva 13, Vesipumpputoiminen timanttisaha. (Husqvarna Construction Products 2019)

7.4 Suorakiinnitystekniikka

Suorakiinnitystekniikka on käytännössä pölytön sekä vaivaton ratkaisu erilaisiin mekaanisiin kiinnityksiin erilaisten rakennusmateriaalien ja komponenttien kiinnittämiseen niin betoniin kuin teräkseen. Useampikin laitevalmistaja myy kyseiseen teknologiaan liittyvää laitteistoa, kuten esimerkiksi Spit, Paslode sekä Hilti. Suurimpina etuina suorakiinnitystekniikassa ovat kiinnittämisen tehostunut nopeus sekä vähentynyt laitteiden huoltotarve. Menetelmää voidaan hyödyntää väliaikaisissa sekä pysyvissä kiinnityksissä. Lyhyesti selitettynä suorakiinnitys tarkoittaa mekaanista kiinnitystä naulaamalla rakennusmateriaali tai komponentti rakennusosaan ruuti- tai kaasukäyttöistä naulainta käyttämällä. Eri materiaaleille on valittavissa laaja valikoima erilaisia kiinnikkeitä sekä kiinnitysnauloja. Esimerkkeinä eri sovellutuksista ovat esimerkiksi metallisien väliseinärankojen kiinnitys alustaan sekä erilaisten I-vis-kiinnikkeiden naulaaminen. Vuoksenniskan koulukeskustyömaalla kaikki kevyiden väliseinien metallirangat kiinnitettiin ampumalla käyttäen impulssitoimista kaasunaulainta, jotta rakennusaikaisen haitallisen rakennuspölyn muodostuminen saatiin minimoitua.

Kuvassa 14 on esitetty kaasutoimisella impulssinaulaimella suoritettavaa suorakiinnitystä.



Kuva 14, Kaasukäyttöinen impulssinaulain. (Hilti Suomi 2019)

7.5 Laastien ja tasoitteiden haitallisen pölyn minimoiminen käyttämällä valmis- ja pumpputasoitteita.

Laastien, tasoitteiden ja muiden kuivatuotteiden sekoitustyöstä aiheutuu paljon haitallista mineraalipölyä. Yhtenä pölynhallinnan keinona myös P1-puhtausluokkaan liittyen on valmistasoihteiden sekä tasoitteiden koneellisen pumppauksen käyttö työmaalla.

7.5.1 Valmistasoihteet seinien tasoitustöissä

Valmistasoihteiden käyttö seinien tasoitustöissä on alkanut yleistymään ja muun muassa Tikkurila Oy tarjoaa valmistasoihteita niin säkki- kuin tynnyritavarana. Valmistasoihteiden etuna on laastin sekoituksen tarpeen puuttuminen. Työsuojelun kannalta tämä tarkoittaa haitallisen mineraalipölyn puuttumista sekä tasoitteiden lyhentynyttä kuljetusmatkaa, koska tasoitteita ei tarvitse sekoittaa erillisellä sekoituspaikalla vaan tasoitesäkkien sisältö tyhjennetään suoraan tasoitemyllyyn tai astiaan.

Kuvassa 15 on Tikkurila Oy:n muovisäkkiin pakattu käyttövalmis Prestonit V ruiskutasoite.



Kuva 15 Prestonit V ruiskutasoite. (Tikkurila Oy)

7.5.2 Lattiatasoitteiden koneellinen pumppaus

Lattiatasoitteiden pumppaamisen koneellisesti on todettu olevan kustannustehokasta tasoitettaessa suuria pinta-aloja kerralla. Pumppaaminen kannattaa silloin, kun kerralla tasoitettavaa pintaa on useita satoja tai jopa tuhansia neliömetrejä. Etuina P1-puhtausluokkaa ajatellen on pölyävien kuivatuotteiden käsittely rakennuksen ulkopuolella. Pumppausjärjestelmiä on monia erilaisia riippuen työmaan pumpputasoitustarpeen laajuudesta. Työmaalle perustettavissa järjestelmissä työmaalle varastoidut suursäkituotteet tyhjennetään silloon, jonka jälkeen kuiva-tuote siirtyy läpivirtaussekoittajan kautta veden kanssa oikeassa suhteessa sekoitettuna laastipumppuun, josta letkua pitkin käyttövalmis tasoite siirtyy pumpattavalle alueelle. Liikuteltavissa variaatioissa pumppauskalusto tuodaan työmaalle erikoisvalmisteisella pumppausjärjestelmällä varustetulla kuorma-autolla.

Kuorma-autossa on oma sekoitusjärjestelmä, johon työmaalle varastoidut suursäkeissä olevat kuivat tuotteet tyhjennetään. Tasoitteiden sekoituksen jälkeen valmis lattiatasoite pumpataan letkua pitkin tasoitettavaan kohteeseen.

Kuvassa 16 on erikoisvalmisteinen lattiatasoitteiden valmistukseen ja pumppaamisen tarkoitettu kuorma-auto



Kuva 16 Pumppuauto. (Rempat.net 2019)

8 Yhteenveto

Rakennusliike Evälahti Oy toimi tämän opinnäytetyön tilaajana. Opinnäytetyössä ilmenevät havainnot liittyvät Vuoksenniskan koulukeskuksen rakennustyömaan aikana tehtyihin havaintoihin. Opinnäytetyön tavoitteena oli saada kokonaisvaltainen käsitys P1-puhtausluokasta käsitteenä sekä niistä keinoista, toimenpiteistä ja teknisistä apuvälineistä, joita hyödyntämällä rakennushanke voidaan suorittaa P1-puhtausluokkaan liittyvän puhtaustason mukaisesti. Työn alussa tutustuttiin tietoon sekä aineistoihin, jotka määrittelevät P1-puhtausluokan sekä sisäilmastoluokkien olennaiset vaatimukset ja ominaisuudet. Jälkimmäisissä luvuissa tutustuttiin keinoihin, joita hyödyntämällä rakennustöiden suorittamisen aikana P1-puhtausluokan toteutuminen helpottuu.

Yhtenä päämääränä oli laatia opinnäytetyön tilaamalle yritykselle aineistoa, johon työnjohto sekä muu organisaation henkilöstö voi tutustua ennen P1-puhtausluokittelun rakennushankkeen aloittamista ja sen aikana. Työssä esitellyt keinot, toimenpiteet ja tekniset laitteet ovat hankkeen kustannusrakenteen kannalta toteutettavissa kohtuullisen edullisin kustannuksin, ja yhtenä kehitysideana tilaajaorganisaatiolle voisi olla rakennushankkeen tavoitearvioita laatiessa luoda P1-puhtausluokituksen toteutumiseen liittyvien työsuoritteiden ja teknisten apuvälineiden kustannuslittera, johon työmaan aikana syntyvien P1-puhtausluokkaan liittyvien toimenpiteiden ja hankintojen kulut litteroidaan. Tällainen P1-puhtausluokan littera olisi hyödyllinen apuväline hankkeen päätyttyä jälkilaskennassa sekä tarjoaisi tietoa P1-puhtausluokkaan liittyvien toimenpiteiden ja teknisten laitteiden kustannusrakenteesta uusien hankkeiden tarjousvaiheen tarjouslaskentaan.

Opinnäytetyön alussa oli tärkeää tutustua aiheeseen liittyvään kirjallisuuteen sekä RT-kortistoon. Tärkeimmäksi tietolähteeksi osoittautui Sisäilmastoluokitus 2018, johon työssä esiintyvä lähdetieto pääasiassa perustuu. Sisäilmastoluokitus 2018 on kattava tietolähde P1-puhtausluokitukseen liittyvistä toimenpiteistä rakennushankkeen rakennustöiden aikana tarjoten ohjeet muun muassa rakennusmateriaalien oikeaoppisesta kuljetuksesta ja varastoinnista aina kohteen loppusiivoukseen saakka.

Opinnäytetyö perustuu myös pitkälti työmaalla hankkeen aikana tehtyihin havaintoihin ja ongelmakohtiin, joita ilmeni rakennustöiden aikana. Näihin ongelmakohtiin pyrittiin löytämään oikeaoppinen ja soveltuva ratkaisu tapauskohtaisesti. Yhtenä ilmenneenä ongelmakohtana ja haasteena nostaisin esille työmaalla työskentelevän henkilöstön asennoitumisen niin kutsuttuun pölyttömään työskenteelyyn. Aliurakoitsijoiden sekä oman henkilöstön sitoutuminen ja jatkuva harkinta sekä itsensä kehittäminen luovat entistäkin paremmat edellytykset P1-puhtausluokan toteutumiselle.

Mielestäni muun muassa LVIS-alan urakoitsijoiden kannattaisi panostaa suora-kiinnitystekniikan hyödyntämiseen rakentamisaikaisen pölyn syntymisen estämisessä. Opinnäytetyön aikana päädyin itsekkin miettimään kokonaiskuvaa P1-puhtausluokituksen hyödyistä paremman sisäilman toteutumisen näkökulmasta.

Työmaan aikana toteutunut hyvä siisteystaso ja jatkuva rakennushankkeen aikainen siivous osoittautuivat myös työturvallisuutta ja työhyvinvointia kohentavana tekijöinä merkittäviksi. Kohdetta luovutettaessa ilmeni konkreettisesti parantunut puhtaustaso ja käyttäjien välitön rakennuksen käyttöönotto.

Kyseessä olevan rakennustyömaan P1-puhtausluokan toteutuminen onnistui mielestäni vähintäänkin kohtuullisen hyvin ottaen huomioon hankkeen haasteellisuuden ja tiukan aikataulun. Muutamana onnistumisen merkinä ottaisin esille harvinaisen lyhyen luovutuksen yhteydessä rakennuttajan laatiman vastaanotto-tarkastuksen puutelistan sekä kohentuneet TR-mittaus tulokset. Lopputuloksena uskallan olettaa, että P1-puhtausluokkaan liittyviä toimenpiteitä ja määräyksiä noudattaen saavutettiin uuden koulukeskuksen sisäilman parempi laatutaso.

.

9 Lähteet

Consair Oy <https://consair.fi/consair-camu-d2-kohdepoistolaite/>. Luettu 1.7.2019

Rakennuskone 2019, <https://www.rakennuskone.fi/suodattimet/>. Luettu 30.6.2019

Hilti.fi. Luettu 8.8.2019.

Husqvarna 2019. <https://www.husqvarnacp.com/us/machines/masonry-saws/ms-360/967285201/>. Luettu 8.8.2019.

Ratu S-1225, 2009 Pölyntorjunta rakennustyössä , <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.saimia.fi/resource/juha/content/21760#page=1>. Luettu 30.5.2019

Rakennuskone 2019. <https://www.rakennuskone.fi/osastointi-ja-alipaineistus>. Luettu 22.9.2019

Rakennusliike Evälahti Oy, pölynhallintasuunnitelma, ei julkinen.

Ratu 1232 rakennustyömaan sääsuojaus, <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.saimia.fi/resource/juha/content/18040#page=1>. Luettu 24.5.2019

Rempat.net. <https://rempat.net/palvelut/pumpputasoitus#galleryd14da94f6d-1>. Luettu 8.8.2019.

RT 07-10564 Rakennuksen sisäilmasto 1995, <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.saimia.fi/resource/juha/content/6576#page=1>. Luettu 23.5.2019

RT 07-10805 Terveen talon toteutuksen kriteerit. Kriteerit ja ohjeet toimitilarakentamiselle 2003, <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.saimia.fi/resource/juha/content/8667#page=1>. Luettu 25.5.2019

Sisäilmastoluokitus 2018. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.saimia.fi/resource/juha/content/24863#page=1>. Luettu 5.5.2019

Tikkurila. https://www.tikkurila.fi/files/986/Prestonit_V.jpg. Luettu 8.8.2019.

VTT, Ohjeita korjausrakentamisen pölyntorjuntaan, https://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2013/Putusa_ohje_laaja_130415.pdf. Luettu 12.6.2019

Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdesta. Suomen säädöskokoelma 1009/2017. (2018), <https://www.edilex.fi/data/rakentamismaaraykset/sk20171009.pdf>. Luettu 7.5.2019

