

Tuulia Ollikainen

P1-puhtausluokka rakennushankkeessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

26.4.2017

Tekijä(t) Otsikko	Tuulia Ollikainen P1-puhtausluokka rakennushankkeessa
Sivumäärä Aika	32 sivua 26.4.2017
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Rakentamisen Projektinhallinta
Ohjaaja(t)	Laatupäällikkö Kari Suojala Lehtori Markus Immonen
<p>Tämän insinööriyön tarkoituksena oli kehittää tilaajan ja urakoitsijan välisiä toimintatapoja P1-puhtausluokan rakennushankkeissa. Lisäksi työn tarkoituksena oli laskea arviot P1-luokan aiheuttamista aikatauluvaikutuksista sekä lisäkustannuksista. Tavoitteena oli, että työn pohjalta tilaaja ja urakoitsija pääsevät helpommin yhteisymmärrykseen P1-luokan vaikutuksista hankkeen suunnitteluun, toimintatapoihin, kustannuksiin sekä aikatauluihin.</p> <p>Insinööriyössä perehdyttiin sisäilmastoluokitukseen ja sen vaatimukseen, joiden pohjalta rakentamisen puhtausluokitus on laadittu. Puhtausluokka P1 on korkein mahdollinen puh- tausluokka, ja sen saavuttaminen edellyttää työmaalla käytettäville laitteille ja materiaaleil- le, pölynhallintamenetelmille, siivoukselle sekä pintojen puhtaudelle ennalta määritellyjä vaatimuksia. Työssä esitettiin, miten rakentamisen pölynhallinta toteutetaan rakennus- hankkeen eri vaiheessa ja mitä toimenpiteitä se vaatii hankkeen eri osapuolilta.</p> <p>Työtä varten haastateltiin Staran projektipäällikköä sekä kustannuslaskijaa, jotta saatiin selville tämänhetkinen tilanne P1-luokan hankkeiden käytännöistä ja toteutustavoista. Haastatteluiden perusteella tuli ilmi, että P1-puhtausluokan toteuttaminen on eniten kiinni eri osapuolten asennoitumisesta pölynhallintaa kohtaan sekä rakennushankkeen jokaisen vaiheen huolellisesta suunnittelusta.</p> <p>Insinööriyön tuloksena saatiin koottua tilaajan ja urakoitsijan välisen yhteistyön haasteet P1-hankkeissa sekä kirjattua, miten tilaaja ja urakoitsija voivat parantaa yhteistyötään jo hankesuunnitteluvaiheesta alkaen. Lisäksi työssä kerrottiin, millaisia toimintatapoja pölynh- hallinnan suorittaminen vaatii niin tilaajalta kuin urakoitsijaltakin, ja miten se vaikuttaa työ- maan kustannuksiin. Insinööriyöhön saatiin myös koottua P1-puhtausluokan aiheuttamat arvioidut kustannus- ja aikatauluvaikutukset, joiden pohjalta P1-luokan rakennushankkeita voidaan tulevaisuudessa suunnitella.</p>	
Avainsanat	P1-puhtausluokka, pölynhallinta, sisäilmasto

Author(s) Title	Tuulia Ollikainen P1 Purity Class in a Construction Project
Number of Pages Date	32 pages 26 April 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation Option	Project Management for Construction
Instructor(s)	Kari Suojala, Quality Manager Markus Immonen, Lecturer
<p>The purpose of this Bachelor's thesis was to develop the methods between the customer and contractor regarding the construction sites that use P1 purity class, and to create a guide that can be used when the contractor needs to evaluate the impacts that the class sets for the construction project and site.</p> <p>The Bachelor's thesis studied the general idea behind the concept P1 purity class, and the standards that the class creates for the contraction sites and what kind of impact it has for the overall costs. Furthermore, interviews with the professionals on the field were used, as well as topical professional literature.</p> <p>The outcome of the Bachelor's thesis was a complete guide which compiles the possible challenges that both parties, customer and contractor, may meet during the process and shows how to overcome those difficulties and how to develop the cooperation between the parties. Also the directive for the correct working methods was included to ensure each and every given requirement will be fulfilled during the whole process. Finally, the Bachelor's thesis gives the project management general guidelines for correctly counting the effects of the purity class that need to be considered to make sure the timelines and financial side of the project will be evaluated correctly.</p>	
Keywords	P1 purity class, dust control, indoor climate

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Sisäilmastoluokitus ja puhtausluokitus	3
2.1	Yleistä	3
2.2	Vaatimukset	4
2.3	Tavoitteet ja tarkoitus	5
2.4	Mittaustavat ja arviointi	6
3	Pölynhallinta rakentamisessa	7
3.1	Pöly	7
3.1.1	Pölyn aiheuttamat ongelmat ja haittavaikutukset	8
3.1.2	Pölyn aiheuttajat	10
3.2	Pölynhallinnan haasteet	10
3.3	Pölynhallintasuunnitelma	11
4	Pölynhallinnan toteutus	12
4.1	Lähtökohdat ja tavoitteet	12
4.2	P1-puhtausluokkaan varautuminen suunnitteluvaiheessa	12
4.3	Ratkaisuja ja toimenpiteitä pölynhallintaan	14
4.4	Tuotteita pölynhallintaan	16
5	P1-puhtausluokan toteuttaminen Staralla	17
5.1	Toimintatavat ja yhteistyö tilaajan ja urakoitsijan välillä	17
5.2	Tilaajan ja urakoitsijan väliset haasteet	18
5.3	Kokemuksia P1:n toteutumisesta	19
5.4	Riskitekijät ja yleisimmät ongelmat	19
5.5	Kehitys- ja ratkaisuehdotukset	21
5.5.1	Muutokset suunnitteluvaiheeseen	22
5.5.2	Muutokset työmaavaiheeseen	22
6	Vaikutukset aikatauluihin	23
6.1	Suunnitteluvaihe	23
6.2	Työmaavaihe	24

7	Vaikutukset kustannuksiin	25
7.1	Suunnitteluvaihe	26
7.2	Työmaavaihe	26
7.3	Laskennalliset vaikutukset	27
8	Yhteenveto	30
	Lähteet	32

1 Johdanto

Sisäilman ongelmat ovat herättäneet viime vuosina paljon keskustelua niin rakenteiden kuin ihmistenkin terveyden osalta. Ongelmia on löydetty etenkin julkisissa rakennuksissa, joista on havaittu kosteusvaurioita ja ihmisten terveyteen haitallisesti vaikuttavaa heikkolaatuista sisäilmaa. Huono sisäilma on aiheuttanut haittoja tiloja käyttävien ihmisten terveydelle. Julkisten rakennusten jatkuvat korjaukset maksavat paljon, ja korjattavia tiloja on paljon enemmän kuin mitä ehditään korjata. Ongelmia on ilmennyt myös uusissa rakennuksissa.

P1-puhtausluokka on tehty korjaamaan edellä mainittuja ongelmia. P1-puhtausluokan tarkoituksena on varmistaa, että sisäilma on laadukasta niin rakennus- kuin käyttövaiheessakin ja tiloissa on laadukas sisäilmasto koko rakennuksen elinkaaren ajan. Jotta P1-luokitus voidaan toteuttaa, sen aiheuttamat toimenpiteet on otettava huomioon jo rakennushankkeen suunnitteluvaiheesta lähtien.

Insinööriyö tehdään Helsingin kaupungin rakentamispalvelu Staran rakennusprojektit -yksikölle. Stara rakentaa ja korjaa kaupungin omistamia tiloja, kuten kouluja sekä päiväkoteja. Staran rakennusprojektit -yksikön rakennushankkeissa tilaajana toimii lähes aina Kiinteistöviraston tilakeskus, joka vastaa Helsingin kaupungin tiloista ja rakennuksista. Koska Tilakeskus on Staran rakennushankkeiden suurin tilaaja, tässä työssä on keskitytty vain näiden kahden kaupungin viraston väliseen rakentamistoimintaan. Insinööriyön tutkimusosiossa Tilakeskuksesta käytetään nimitystä ”tilaaja” ja Starasta nimitystä ”urakoitsija”.

Insinööriyön tarkoituksena on kehittää tilaajan ja urakoitsijan välistä yhteistyötä P1-rakennushankkeissa. Tällä hetkellä tilaajan ja urakoitsijan välillä ei ole yhteisiä toimintatapoja P1-puhtausluokan määrittelyyn tai sen toteuttamiseen. Työssä käsitellään tämänhetkistä tilannetta P1-rakennushankkeissa ja selvitetään, miten yhteistyötä voidaan jatkossa kehittää. Lisäksi työssä esitetään karkeat arviot P1-puhtausluokan vaikutuksista työmaan aikatauluihin sekä kustannuksiin, koska niistä ei Staralla ole vielä laadittu yhtenäisiä käytäntöjä.

Insinööriyössä käsitellään aluksi sisäilmastoluokitusta ja siihen pohjautuvaa rakennustyömaiden puhtausluokitusta. Tämän jälkeen perehdytään tarkemmin P1-puhtausluokitukseen kertomalla, miten pölynhallinta rakentamisessa toteutetaan ja millaisia toimenpiteitä se vaatii rakennushankkeen eri osapuolilta. Insinööriyön keskeisin sisältö käsittelee P1-luokan toteuttamista Staralla sekä Staran ja Tilakeskuksen välistä yhteistyötä P1-rakennushankkeissa. Lisäksi insinööriyössä esitetään suuntaa antavat laskelmat P1-luokan aiheuttamista kustannuksista sekä asiat, jotka vaikuttavat aikataulusuunnitteluun. Esimerkkikohteena käytetään uudisrakennusta. Uudisrakennuskohteena on kaksikerroksinen päiväkotirakennus.

2 Sisäilmastoluokitus ja puhtausluokitus

2.1 Yleistä

Sisäilmastoluokitus antaa sisäilmastolle tavoite- ja suunnitteluarvot. Sisäilmastoluokitus on tarkoitettu rakennuskohteen käyttäjän, omistajan, rakennuttajan ja suunnittelijoiden avuksi sisäilmaston tavoitteiden määrittelyyn, olematta kuitenkaan viranomaisohje. Sisäilmastoluokituksen ensimmäisessä luvussa käsitellään sisäilmaston tavoitearvoja ilman epäpuhtauksien määrään, lämpöoloihin sekä ääni- ja valaistusolosuhteisiin. Toisessa luvussa käsitellään suunnittelussa ja työmaan eri vaiheissa noudatettavia periaatteita sekä työskentelytapoja, joiden tarkoituksena on, että rakennusten sisäilmastotavoitteet otettaisiin huomioon rakentamisen jokaisessa vaiheessa. Kolmas luku koskee rakennustuotteiden vaatimuksia. Kolmannen luvun tarkoituksena on edistää vähäpäästöisten materiaalien ja puhtaiden ilmanvaihtotuotteiden kehittämistä sekä käyttöä. Sisäilmastoluokkien tavoitteet, vaatimukset ja ohjeet tulee ottaa huomioon rakennushankkeen jokaisessa vaiheessa. [1; 2.]

Sisäilma voidaan luokitella luokkiin S1, S2 ja S3, joista S1 on korkein luokitus. Rakennuttaja valitsee sisäilmaston tavoitearvot yhdessä suunnittelijoiden kanssa. Suunnittelijoiden tulee huolehtia, että sisäilmastotavoitteet ja niiden perusteella valitut suunnitteluratkaisut esitetään asiakirjoissa sekä samalla varmistaa, että niiden toteuttaminen on mahdollista järkevästi kustannustehokkuutta unohtamatta. Urakoitsija huolehtii, että rakennuskohteeseen täytetään sille asetetut sisäilmastovaatimukset. Tavoitetasojen täyttyminen varmistetaan valvomalla, että toteutus vastaa suunnitelmia. Sisäilmastoluokitus on tarkoitettu apuvälineeksi, kun tarkoituksena on rakentaa entistä terveellisempiä ja viihtyisämpiä rakennuksia. Sisäilmastoluokitusta ei kuitenkaan ole tehty käytettäväksi rakennusten terveellisyyden arviointiin, koska sisäilman tavoitearvoja pienemmätkin pitoisuudet voivat aiheuttaa oireita osalle ihmisistä. [1.]

Kun sisäilmaston tavoitearvot on määritetty, voidaan rakennustyöt luokitella sisäilmastoluokituksen mukaisiin puhtausluokkiin, jotka on nimetty lyhenteillä P1 ja P2. Näistä P1-luokalla on tiukemmat puhtausvaatimukset. P1-luokalla pyritään varmistamaan, että rakennuskohteen luovutusvaiheessa tilat ovat puhtaat eikä rakennusvaiheessa syntyneet epäpuhtaudet kulkeudu sisäilmaan. P1-rakentamisen vaatimukset on määriteltävä jo urakka-asiakirjoissa ja niiden noudattaminen on edellytys tiukkojen puhtaustavoitteiden saavuttamiseksi.

den saavuttamiselle. P1-ohjeet koostetaan puhtaudenhallintaohjeeksi, jonka lisäksi P1-luokan toteutustapoja määritellään työselostuksissa, urakkarajaliitteessä sekä ilmanvaihdon ohjeissa. P1-rakentaminen edellyttää myös P1-puhtausluokan ilmanvaihtojärjestelmää, koska siten pystytään varmistamaan, että tuloilman laatu on hyvä eikä siinä ole terveydelle ja viihtyisyydelle haitallisia aineita tai hajuja. P1-puhtausluokkaa käytetään useissa rakennuskohteissa, koska nykyisin sisäilmastolle on asetettu paljon yksityiskohtaisia ja tiukkoja laatuvaatimuksia. Näiden vaatimusten toteutumiseen vaikuttaa merkittävästi se, miten työmaalla on onnistuttu pölyn- ja kosteudenhallinnassa rakentamisen aikana. [2; 3.]

2.2 Vaatimukset

S1-sisäilmastoluokan eli yksilöllisen sisäilmaston vaatimuksena on, että sisäilma on laadultaan erittäin hyvää sekä hajutonta. Myös lämpötilan, ääniolosuhteiden ja valaistuksen tulee olla viihtyisät ja käyttötarkoituksen mukaiset, sekä olla yksilöllisesti säädettävissä. S1-luokan saavuttaminen edellyttää Suomen ilmastossa käytännössä koneellista jäähdytystä sekä huonekohtaista lämpötilan säätöä. S2-luokka, eli hyvä sisäilma, toistaa perustasoa. Siinä sisäilman laadun tulee olla hyvä eikä sisäilmassa saa olla havaittavissa häiritseviä hajuja. Ääni- ja valaistusolosuhteet ovat käyttötarkoituksen mukaiset eikä sisäilman lämpötilassa ole moittimista, vaikkakin lämpötila saattaa kuumina kesäpäivinä nousta sisätiloissa tavallista korkeammaksi. Sisäilmastoluokkien S1 ja S2 toteuttaminen edellyttää rakennustöiden ja ilmanvaihtojärjestelmän P1-puhtausluokkaa sekä päästöluokan M1 rakennusmateriaalien käyttöä. S3-luokassa sisäilmaston tulee täyttää rakentamismääräysten vähimmäisvaatimukset sisäilman laadun, lämpöolojen sekä ääni- ja valaistusolosuhteiden osalta. Tätä vaatimusta noudatetaan P2-luokan rakennustöissä, eli niin kutsutuissa hyvän rakennustavan mukaisissa toiminnoissa. [2.]

P1-puhtausluokan vaatimuksena on, että rakennustyön päättyessä rakennus on niin puhdas, että tilat voidaan ottaa käyttöön heti luovutuksen jälkeen. Pinnoilla ei myöskään saa olla irtolikaa eikä pölyä. P1-luokalle on asetettu useita vaatimuksia, jotka koskevat korjaustyön toteutusta sekä siivousta. Erilaisille pinnoille on myös määritetty sallitut pölykertymät, joita ei saa ylittää. Mitä lähempänä pinnoilta ja ilmasta mitattujen epäpuhtauksien tulokset ovat raja-arvoja, sitä useammin mittauksia on suoritettava. Mittausten suoritustavat ja niiden alustavat aikavälit sovitaan urakka-asiakirjoissa. Ilman-

vaihtotuotteiden osalta P1-vaatimusten testaus ja luokittelu tehdään hyväksyntämenetelyllä, joka perustuu laboratoriomittauksiin ja valvontasopimukseen. Rakennustyömaalla ei siis tehdä erikseen ilmanvaihtotuotteiden testausta, vaan paikan päällä ainoastaan tarkistetaan toimitettujen tuotteiden hyväksymismerkintöjen olevan kunnossa. [1; 4.]

P2-puhtausluokalle ei ole asetettu mitään erityisiä puhtausvaatimuksia, vaikka työt tulee tehdä silloinkin Suomen rakentamismääräyskokoelman vaatimusten mukaisesti. Näin toteutettuna lopputulos työmaalla on hyvä ja siisti, vaikkei ihan P1-tasolle ylläkään. Tilaaja voi kuitenkin halutessaan valita vaatimuksia eri laatuluokista esimerkiksi siivoukselle tai sallituille pölykertymille, vaikka ei vaatisikaan P1-puhtausluokan noudattamista koko hankkeen osalta. [4.]

2.3 Tavoitteet ja tarkoitus

Sisäilmastoluokitus on ensisijaisesti tarkoitettu uudisrakennuksen sisäilmatavoitteiden asettamiseksi, mutta sitä voidaan soveltuvin osin käyttää myös korjausrakentamisessa. Sisäilmaston, rakennustöiden ja ilmanvaihtoasennuksien puhtaudelle asetetut vaatimukset ovat vapaaehtoisia ja rakennuttaja voi määrittellä hankekohtaisesti kullekin kohteelle sopivat vaatimukset. [2.]

P1-rakentamisen tavoitteena on käyttäjien turvallisuus, puhdas ja laadukas ilmanvaihto, kosteudenhallinta sekä työturvallisuus. Nämä tavoitteet voidaan saavuttaa, mikäli alla olevista osa-alueista on huolehdittu:

- pölynhallinta
- oikeanlaiset laitteet ja materiaalit
- rakennusmateriaalien suojaus ja varastointi
- rakennussiivous
- tupakoimattomuus työmaa-alueella
- ulkoalueiden kunto ja siisteys
- toimiva jätehuolto.

Jos pölynhallinta toteutetaan suunnitellusti, käytössä olevissa tiloissa ei ole merkittäviä pölyhaittoja rakentamisen aikana, ilmanvaihtolaitteisto pysyy puhtaana, työmaalla työskentely on turvallisempaa ja tilat ovat heti vastaanottovaiheessa käyttövalmiit, kun kaikki pinnat on pidetty puhtaina. Tällöin myöskään ylimääräisiä ylläpito- ja siivouskustannuksia ei ylläpidon aikana tule. Lisäksi myös tilojen käyttäjien kannalta on parempi, kun ympäristö on siisti ja turvallinen. Kiinteistön elinkaaren kustannuksista vain noin 2 % syntyy rakentamisesta, joten rakennus- ja ylläpitovaiheen puhtaudenhallinnalla ja niiden ansioista harveneavalla saneeraustarpeella on suuri vaikutus elinkaarikustannuksiin. [2.]

2.4 Mittaustavat ja arviointi

Sisäilman laadun todentaminen on vaikeaa, koska sisäilmaan vaikuttavat useat eri tekijät kuten ulkoilman olosuhteet sekä rakennuksen käyttäjien toiminta, jotka vaihtelevat voimakkaasti eri ajankohtina. Siksi mittauksissa tulee pyrkiä ottamaan huomioon kaikki nämä sisäilman laatuun vaikuttavat tekijät. Tavoitearvojen toteutuminen varmistetaan riittävän laajoilla ja luotettavilla mittauksilla. Jos on syytä epäillä tavoitearvojen toteutumista, voi mittauksia tehdä myös rakennuksen käyttöaikana. Suomessa ei kuitenkaan ole yhtenäistä toimintatapaa rakennus- ja ilmanvaihtotöiden puhtauden arviointiin ennen toimintakoevaihetta ja luovutusta, joten puhtausvaatimukset ja puhtauden todentamistavat määritellään urakka-asiakirjoissa aina hankekohtaisesti erikseen. [1.]

P1-puhtausluokkaan on määritelty pölykertymän sallitut raja-arvot ennen ilmanvaihdon toimintakokeita ja rakennuksen luovutusta. Mikäli raja-arvot ylittyvät, on koko ilmanvaihtokanavisto puhdistettava. Pölypitoisuuksien mittaaminen tehdään pääsääntöisesti silmämääräisesti arvioimalla. Tarkempi työmaalla käytettävä mittaustapa on pintapölymittaus, joka tehdään geeliteippimenetelmällä useilta eri pinnoilta. Menetelmässä geeliteippi painetaan mitattavalle pinnalle, jonka jälkeen teippi läpivalaistetaan mittauslaitteella. Laite ilmoittaa, kuinka monta prosenttia teipin pinnasta on pölyn ja lian peitossa. [2.]

Pintapölyn määrä mitataan pinnoilta alakaton yläpuolelta, yli 180 cm korkeudelta ja alle 180 cm korkeudelta sekä ennen luovutusta mitataan aiempien lisäksi pölyn määrä myös lattian pinnalta. Ensimmäinen mittaus suoritetaan ennen toimintakoevaihetta. Jos pintapölymittauksen tulos alittaa raja-arvot, voidaan toimintakokeet aloittaa. Ennen luovutusta tehdään toinen pintapölymittaus, jonka avulla todennetaan, että rakennuksen

tilat ovat riittävän puhtaat luovutettaviksi käyttäjille. Toisen pintapölymittauksen raja-arvot ovat tiukemmat kuin ennen toimintakoevaihetta tehtävän ensimmäisen mittauksen raja-arvot. [2; 5.]

Taulukko 1. Puhtausluokan P1 sallitut pölykertymät [1.]

Tarkastusajankohta	Arvioitavat pinnat	Pölykertymä (%)
Ennen ilmanvaihdon toimintakokeita	Alakaton yläpuoli	5,0
	Pinnat yli 180 cm korkeudella	
	Pinnat alle 180 cm korkeudella (ei lattiapintoja)	
Ennen rakennuksen luovutusta	Pinnat yli 180 cm korkeudella	1,0
	Pinnat alle 180 cm korkeudella	
	Lattiapinnat	3,0

3 Pölynhallinta rakentamisessa

3.1 Pöly

Suurin osa rakentamisessa syntyvästä pölystä on betonipölyä. Rakennuspölyn pituisuuksiin vaikuttavat työstettävä materiaali ja sen työstötavat, työskentelytilan koko, ilmavirtaukset ja ilman vaihtuvuus sekä käytettävät pölynhallintakeinot. Työntekijän pölylle altistumiseen vaikuttaa etäisyys pölynlähteestä sekä pölylle altistumisen kesto. [3.]

Pöly jaotellaan hiukkaskoon mukaan kolmeen eri ryhmään. Hiukkaskooltaan suurin pöly on hengittyvää jaetta, jossa hiukkaset kertyvät hengityselimiin. Kooltaan keskimäiseksi luokiteltu pöly on keuhkojaetta, jossa hiukkaset kertyvät kurkunpään alapuolelle ja keuhkoihin. Hiukkaskooltaan pienintä ja myös terveydelle haitallisinta on alveoli-jae, joka kertyy keuhkojen värekarvatomalle alueelle eli keuhkorakkuloihin asti. Pienimmät hiukkaset tunkeutuvat myös keuhkojen kautta verenkiertoon. Useimmat terveydelle vaaralliset pölyt ovat hiukkaskooltaan niin pieniä, ettei niitä pysty erottamaan paljaalla silmällä. [2.]

3.1.1 Pölyn aiheuttamat ongelmat ja haittavaikutukset

Suurimmat pölystä aiheutuvat haitat ihmisille ovat terveysongelmia. Yleensä pölylle altistutaan hengitysteiden kautta, mutta myös ihon kautta altistuminen on mahdollista. Rakennuspölylle erityisen paljon altistuvia työntekijöitä ovat hionta- ja tasoitetöiden tekijät, kirvesmiehet, asentajat sekä siivoojat. Pölytyyppejä on useita erilaisia. Osa pölytyypeistä aiheuttaa lieviä ja ohimeneviä oireita, joita ovat esimerkiksi hengitysteiden ärsytys tai ihottumat. Hyvä esimerkki tällaisesta pölytyypistä on puupöly. Kovat puulajit ovat vaarallisempia kuin pehmeät, koska niille altistumisen on todettu aiheuttavan myös esimerkiksi syöpää ja ammattiastmaa. Täytyy kuitenkin huomioida, että pitkäaikaisella ja säännöllisellä altistumisella vähemmänkin vaaralliset pölyt voivat aiheuttaa vakavia sairauksia. Osa pölytyypeistä, kuten asbestipöly, aiheuttaa pitkäaikaisessa altistumisessa vakavia ja pysyviä oireita. Se voi aiheuttaa esimerkiksi syöpää, sisäelinten vaurioita tai jopa hermostovaurioita. Kosteusvaurioituneiden rakenteiden purkamisessa voi altistua haitallisille mikrobeille, jotka huonontavat sisäilman laatua aiheuttaen terveysongelmia. Tutkimusten mukaan rakennustyöntekijöiden hengitysoireet lisääntyvät merkittävästi rakenteiden purkutöiden aikana. [4; 6.]

Seuraavalla sivulla on taulukko erilaisista rakentamisen pölytyypeistä. Taulukkoon on kirjattu missä erilaisia pölyjä esiintyy sekä mitä terveydellisiä haittoja ne aiheuttavat. Erityisen vaaralliset pölyt on esitetty taulukossa punaisiin kirjaimiin. Taulukossa on myös sellaisia aineita, jotka ovat terveydelle niin vaarallisia, että niiden käyttö on nykypäivän rakennusmateriaaleissa kielletty. Kuitenkin, vaikka esimerkiksi asbestin käyttö ei enää nykyään ole sallittua, sitä esiintyy vielä paljon korjausrakentamisen puolella hieman vanhemmissa rakennuksissa.

Täytyy muistaa, että vaikka ohessa olevassa taulukossa on esitetty haittoja vain ihmisten terveydelle, taulukossa mainitut pölyt aiheuttavat myös ympäristölle vakavia ongelmia. Keskeinen syy esimerkiksi lyijyn käytön lopettamiseen erilaisissa materiaaleissa oli sen myrkylliset vaikutukset ympäristölle, kasveille sekä eläimille.

Taulukko 2. Pölyistä aiheutuvat terveyshaitat [4.]

Pölyaltiste	Esiintyminen	Haitta tai vaara
Asbesti	Putkien eristeet, seinä- ja kattolevyt, lattiamateriaalit, tasoitteet, laastit ja maalit	Asbestoosi sekä keuhkojen syövät, paksuuntumat ja muut keuhkomuutokset.
Betonipöly		Hengitysteiden ja ihon ärsytys. Sisältää lisäksi kvartssia (kts. kvartsipöly).
Epäorgaaniset mineraalikulidut	Lasi- ja mineraalivillaeristeet	Ihon, silmien ja hengitysteiden ärsytys.
Kovapuulajien pölyt (esim. tammi ja pyökki)	Parketit ja puulevyt	Syöpäriski kasvaa. Lisäksi tavallisen puupölyn haitat (kts. puupöly).
Kreosiitti	Puunkyllästysaineet ja kos-teuseristeet	Syöpävaarallinen (PAH-yhdisteet), ihon ja hengitysteiden ärsytys.
Kvartsipöly (esim. betoni, laastit, kevytbetoni, tiilet)	Rakennusaineet, joiden valmistuksessa on käytetty luonnonkiveä tai -hiekkää	Pitkäaikainen altistuminen voi aiheuttaa silikoosin (kivipölykeuhkosairaus). Lisäksi lisää keuhkosityövän ja keuhko-ahtaumataudin riskiä.
Lyijy (lyijyhöyry, lyijypöly)	Betonielementtien saumaussmassat	Pahoinvointi, munuais- ja maksavauriot. Pitkäaikaisessa altistumisessa hermoston toimintahäiriöt.
Maalit, liimat, tasoitteet		Astma, allerginen nuha, ärsytys- ja pahoinvointioireet. Pitkäaikainen altistuminen voi aiheuttaa hermostovaurioita.
Mikrobit		Ärsytysoireet, allergiset sairaudet, infektiot ja myrkytykset.
PCB	Elementtien saumaussmassat	Näköhäiriöt, vatsavaivat, silmätulehdukset ja hermosto-oireet. Mahdollisesti syöpää aiheuttava.
Puupöly		Hengitysteiden ja ihon ärsytys, ihottumat.
Sementtipöly		Allergiaoireet (kromin, nikkelin ja koboltin aiheuttamaa).

Terveys- ja ympäristövaikutusten lisäksi pöly aiheuttaa muitakin haittoja. Pölypitoisuuden noustessa esimerkiksi riski pölyräjähdykselle kasvaa. Elektroniset laitteetkaan eivät siedä kovin hyvin pölyä, vaan liiallinen pölyn kertyminen aiheuttaa niihin erilaisia toimintahäiriöitä. Pölyllä on myös viihtyvyyteen vaikuttavia haittavaikutuksia, kuten pintojen ja tilojen likaantuminen. Mikäli pölyä pääsee kulkeutumaan IV-kanavistoon, pöly leviää ilmanvaihdon mukana ympäri rakennusta huolimatta siitä, miten huolellisesti tilat muuten siivotaan. Pölyn lisääntyminen aiheuttaa siivouskustannusten nousemista sekä tyytymättömyyttä tilojen käyttäjien osalta. [3; 4.]

3.1.2 Pölyn aiheuttajat

Rakentamisessa yleisesti syntyviä rakennuspölyjä ovat betonipöly, tiili- ja kivipöly, puupöly sekä eristekuitupöly. Eniten pölyä aiheuttavia töitä ovat rakenteiden purkaminen, jauhemaisten aineiden käsittely, hionta- ja tasoitetyöt, reikien poraaminen sekä materiaalien ja pintojen päällysteiden työstäminen. Yllättävän paljon pölyä aiheutuu myös purkujätteen ja uudismateriaalien siirroista sekä työntekijöiden liikkumisesta paikasta toiseen työmaa-alueella. Työmaa-alueella pölylle voi altistua, vaikkei itse tekisikään pölyäviä töitä. Puutteellisen pölyntorjunnan takia korjattavien tilojen ulkopuolellakin, eli normaalissa käytössä olevissa tiloissa voidaan kärsiä pölyn aiheuttamista haitoista. Purettavissa rakenteissa olevien terveydelle haitallisten aineiden tunnistaminen ja paikallistaminen on tarpeellista ennen korjausrakentamiseen liittyvän muun suunnittelun aloittamista. [4; 6.]

3.2 Pölynhallinnan haasteet

Puhtaudenhallinnan tiedetään olevan tärkeä asia niin uudis- kuin korjausrakentamisessakin. Siitä huolimatta se jää usein suunnitteluvaiheessa liian vähälle huomiolle. Yleinen ongelma on, että puhtaudenhallintaa ei määritellä riittävän laajasti urakka-asiakirjoissa eikä sitä koskevia taloudellisia riskejä huomioida tarpeeksi urakkalaskennassa. Tällöin puhtaudenhallinnan aiheuttamista kustannuksista ei saada etukäteen luotettavaa tietoa, jolloin kustannukset tulevat ennakoimattomina kuluina sitä mukaa kuin työt hankkeessa etenevät.

Korjausrakentamisessa hankaluuksia aiheuttaa rakennuksen työnaikainen käyttö korjaustöiden aikana. Se vaikeuttaa käyttäjien turvallisuudesta huolehtimista ja puhtaudenhallinnan toteutusta. Puhtaudenhallinta vaatii osaavia ja siisteyden ylläpitämisestä motivoituneita työntekijöitä, mikä pitää huomioida ennen hankkeen alkua. Puhtaudenhallinta ei ole mahdollista, mikäli kaikki työmaan työntekijät eivät omalta osaltaan pidä huolta työmaan siisteydestä. [2.]

Lisäksi puhtaudenhallintaa hankaloittaa se, jos työmaalla ei rakentamisen aikana ole puhtauden järjestelmällistä ja säännöllistä seurantaa, arviointia tai dokumentointitapoja. Tässä tapauksessa suurin osa puutteista tulee ilmi vasta vastaanottotarkastuksessa, jolloin ne voidaan korjata vasta vastaanoton jälkeen. Tämä on haasteellista, koska puhtaudenhallintaan liittyvien puutteiden korjaaminen voi pitkittää tilojen käyttöönottoa pitkäksi aikaa. Tilojen siistiminenkin on vaikeampaa silloin, kun monet siistittävät pinnat kuten alakattojen yläpuolelle jäävät ilmanvaihtoputket, on ehditty jo rakentaa umpeen. [2.]

3.3 Pölynhallintasuunnitelma

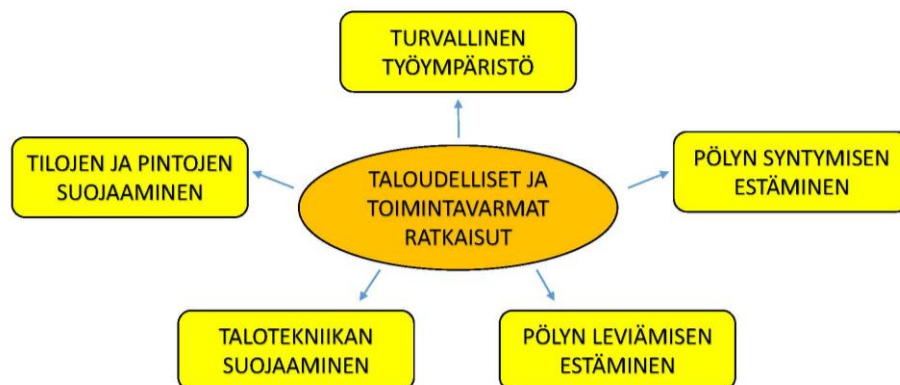
Pääurakoitsija laatii hankekohtaisen pölynhallintasuunnitelman noudattaen puhtaudenhallintaohjetta. Pölynhallintasuunnitelmalla varmistetaan, että urakoitsija on kartoittanut pölyä muodostavat työt ja työmaa-aikataulussa vaiheistanut ne toimivaksi kokonaisuudeksi. Urakoitsijan tulee huolehtia, että suunnitellut työt on tehtävissä turvallisesti ja niin, että työmaan siisteydestä pystytään huolehtimaan jokaisessa työvaiheessa. Pölynhallintasuunnitelmassa kuvataan pölynhallinnan tavoitteet ja keinot, pölynhallinnassa käytettävä kalusto sekä rakentamisen aikainen siivous ja loppusiivous. Myös selvitykset jätehuollosta, rakennusmateriaalien varastoinnista ja suojauksesta sekä ulkoaluiden järjestyksestä huolehtimisesta työmaa-alueella ovat tärkeä osa pölynhallintasuunnitelmaa. [3.]

Lisäksi pölynhallintasuunnitelmassa kerrotaan, miten pölynhallintaan liittyvien asioiden perehdytys ja tiedottaminen toteutetaan, eli miten eri osapuolille tiedotetaan töiden toteutustavoista, opastuksesta ja valvonnasta. Mikäli rakennuskohde on käytössä rakennustöiden ajan, suunnitelmassa selvitetään menettelytavat, joita noudatetaan pölyvien työvaiheiden aikana. Urakoitsija on vastuussa pölynhallintasuunnitelman laatimisesta ja toteuttamisesta. [3.]

4 Pölynhallinnan toteutus

4.1 Lähtökohdat ja tavoitteet

Pölynhallinnan lähtökohtana on, että rakennus on työmaavaiheessa sekä käyttövaiheessa mahdollisimman turvallinen ihmisille ja rakenteille. Kaikkien työmaan työntekijöiden pitää tietää, miten turvallinen työskentely tapahtuu käytännössä, mitä vaara- ja haittatekijöitä mihinkin työvaiheeseen liittyy ja miten ne minimoidaan. Jotta voidaan suunnitella pölynhallinnan toteutustapoja, tulee ymmärtää miten ja millaisissa työvaiheissa pölyä syntyy. Pölyn hallitsemiseksi pitää tuntea pölyn syntymisen mekanismit, tietää millaiset työt aiheuttavat pölyä sekä miten pöly pääsee ja leviää työmaalle. Työvaiheet tulee suunnitella niin, että niiden toteuttaminen on vaaratonta eikä aiheuta haittaa työntekijöiden terveydelle. [2; 3.]



Kuvio 1. Pölyntorjunnan tavoitteet [4.]

4.2 P1-puhtausluokkaan varautuminen suunnitteluvaiheessa

Huolellinen suunnittelu on edellytys pölynhallinnan hyvälle toteutukselle. Pää toteuttajalla on velvollisuus huolehtia rakennustöiden turvallisuussuunnittelusta ja teettää lähtötiedoiksi esiselvityksiä kohteen erityispiirteistä, kuten rakennuspaikasta ja alustavien rakennusteknisten ratkaisujen soveltuvuudesta rakennettavaan kohteeseen. Valtioneuvoston asetuksissa määritellään, mitä työturvallisuutta koskevia suunnitelmia päätoteuttajan tulee laatia ennen rakennustöiden aloitusta. Asetuksissa myös esitetään asi-

at, joihin suunnitelmia tehdessä pitää kiinnittää puhtaudenhallinnan suhteen erityistä huomiota. Erityishuomiota vaativat työmaan järjestelyt ja siisteys, käytettävät työmenetelmät sekä työvaiheiden kesto ja niiden yhteensovittaminen. Lisäksi pölynhallintaan liittyvinä asioina mainitaan keinot pölynhallintaan, toimintatavat purkutöissä sekä työhygieenisten mittausten menettelyt. Purkutöiden suunnittelussa tulee tehdä riittävästi selvityksiä purkukohteesta ja purettavista materiaaleista, jotta mahdolliset yllätykset havaittaisiin ajoissa. Jokaisella työmaalla on myös muistettava selvittää etukäteen henkilösuojainten käyttötarpeet ja käytön ajankohdat. Kun tarkoituksenmukaiset ja laadukkaat henkilösuojaimet on hankittu työmaille valmiiksi eri työvaiheita varten, on niiden käyttöönottokin työntekijöiden kannalta helppoa. [2; 3.]

Jotta puhtaustasovaatimukset ovat selkeitä kaikille osapuolille, ne kirjataan urakka-asiakirjoihin ennen rakennustöiden aloitusta. Urakkarajaliitteessä määritellään mitkä P1-luokkaan kuuluvista vastuualueista kuuluu kenellekin. Usein puhtausluokan lisäksi kirjataan myös, mitä toimenpiteitä pölyntorjunnan osalta edellytetään, mitkä pölyntorjuntamenetelmät valitaan ja miten ne mitoitetaan sekä kuinka usein siivous tapahtuu. Siten tilaaja pyrkii varmistamaan, että pölyntorjunta toteutetaan kaikkien osapuolien kannalta parhaalla mahdollisella tavalla. Usein tilaaja haluaa määritellä etukäteen esimerkiksi osastoivien seinien paikat ja niiden tekotavat sekä käytettävät alipainearvot. [4; 5.]

Puhtaudenhallintaan liittyvät ohjeet ja velvoitteet mainitaan urakka-asiakirjoissa, ja työselostuksissa esitetään yksityiskohtaisemmat menettely- ja toimintatavat. Yleensä P1-kohteen urakka-asiakirjoissa viitataan Sisäilmastoluokitus 2008 -ohjekorttiin ja Terveen talon toteutusohjeisiin, jotka antavat tilaajalle hyvän pohjan puhtaustavoitteiden asettamiseen. Puhtaustavoitteet kannattaa kirjata myös aliurakkasopimukseen, jotta aliurakoitsijatkin sitoutuvat työskentelemään puhtaustavoitteiden mukaisesti. Mikäli tavoitteita ei sovita tarpeeksi selkeästi, tilaajan ja urakoitsijan välille syntyy helposti erimielisyyttä puhtaustason ja siisteyden on riittävydestä. [4; 5.]

Rakennustyö tulee suunnitella vaiheistuksen, ajoituksen ja osastoinnin suhteen siten, että pölyntorjunta on katkeamatonta ja toimii moitteettomasti koko ajan. Pölyntorjunnan järjestelyille on varattava tarpeeksi aikaa ja resursseja ennen varsinaisten rakennustöiden alkamista. Hankkeen loppuun on hyvä varata riittävästi aikaa loppusiivoukselle, toimintakokeille ja luovutukselle, jotta muut työt eivät häiritse niiden toteuttamista. Aikataulusuunnittelussa täytyy myös ottaa huomioon, ettei loppusiivouksen ja toimintakokeiden aikana voi enää tehdä juurikaan muita töitä, koska tilojen on pystyttävä siisteinä. [4.]

4.3 Ratkaisuja ja toimenpiteitä pölynhallintaan

Ensisijainen pölyntorjunnan keino on estää pölyn syntyminen. Jos tämä ei ole mahdollista, muita pääasiallisia pölyntorjunnan keinoja on vähentää syntyvän pölyn määrää sekä rajoittaa syntyneen pölyn leviämistä. Mikäli runsaalle tai terveydelle vaaralliselle pölylle altistuminen on työn tai työkohteen laadun takia väistämätöntä, on ryhdyttävä heti toimenpiteisiin vaarojen minimoimiseksi. Pölyntorjunta on tehtävä siten, että se suojelee työntekijää sekä ympäristöä. Koska rakennustyömaalla joudutaan joka tapauksessa tekemään paljon pölyäviä töitä, on pölyä mahdotonta välttää täysin. Silloin työntekijöiden turvallisuuden ja tilojen siisteyden kannalta on tärkeää siivota tilat säännöllisesti sekä käyttää henkilökohtaisia suojaimia. [3; 4.]

Työntekijöiden perehdyttäminen

P1-hankkeen toteutumisessa työntekijät ovat avainasemassa. Jotta P1:n vaatima puhtaus voidaan toteuttaa, on kaikkien työntekijöiden sitouduttava sen vaatimiin järjestelyihin. Työntekijöitä perehdyttäessä tulee käydä läpi työmaan pölyntorjunnan periaatteet sekä niiden vaikutukset töiden tekemiseen. Lisäksi voidaan motivoida työntekijä noudattamaan P1-puhtausluokkaa valistamalla työntekijöitä pölyn vaarallisuudesta sekä valvomalla, että kaikki noudattavat pölyntorjuntaohjeistusta. Tarvittaessa ohjeiden noudattamatta jättämisestä voidaan määrätä sanktio. Sisäilmastoluokituksen ohjeen mukaan työmaalla noudatettavista sisäilmasto- ja puhtausluokista laaditaan kirjallinen tiedote, joka jaetaan kaikille työmaan työntekijöille. [1; 4.]

Pölyämättömät työmenetelmät

Suurin osa rakennus- ja purkutöistä on tehtävissä menetelmillä, jotka aiheuttavat mahdollisimman vähän pölyä. Pölyn määrää voi vähentää esimerkiksi käyttämällä määrämittäisiä tuotteita, katkaisemalla materiaalit leikkurilla sahauksen sijaan tai siivoamalla pinnat imurilla harjaamisen sijaan. Pölyävä menetelmä voidaan myös korvata esimerkiksi laastin teossa valmiiksi sekoitetulla materiaalilla, joka toimitetaan työmaalle kosteana massana. [4.]

Rakennusmateriaalit ja laitteet

Rakennusmateriaalien ja laitteiden mukana kulkeutuu työmaalle herkästi kaikenlaisia epäpuhtauksia, ellei siihen erikseen kiinnitetä huomiota. Laitteet ja materiaalit tulee suojata kuljetusten ja varastoinnin aikana likaantumiselta sekä kastumiselta. Alipaineistus- ja kohdepoistolaitteiston toiminta on varmistettava päivittäin ja ne on huollettava säännöllisesti. Tuotteiden ja materiaalien varastointi on riskialttein vaihe. Siksi ne on tärkeää saada työmaalle oikea-aikaisesti, jolloin niiden varastointiaika on mahdollisimman lyhyt. Varastointi tehdään aina valmistajan ohjeiden mukaisesti. Asennuksen aikana ja sen jälkeen tulee huolehtia sisätilojen puhtaudesta sekä asennettujen tuotteiden, kuten ilmanvaihtoputkien suojauksesta. [2.]

Osastointi

Tila, jossa tehdään pölyäviä töitä, voidaan eristää osastoinnilla muista tiloista. Korjattava tila alipaineistetaan, jolloin pöly ei pääse leviämään sieltä puhtaisiin tiloihin. Osastoinnin suunnittelussa tulee ottaa huomioon, ettei pöly pääse kulkeutumaan työntekijöiden, vaatteiden ja laitteiden mukana osastoidun tilan ulkopuolelle. Kun osastoitu lohko on saavuttanut P1-puhtausluokan, se pidetään osastoinnin avulla erillään muusta tilasta, ja merkitään P1-merkinnällä. [4; 5.]

Rakennusjätteet

Rakennusjätteistä ja niiden käsittelystä on olemassa valtioneuvoston asetus, joka sisältää ohjeita rakennus- ja purkujätteen lajittelusta ja hyödyntämisestä. Tavoitteena on, että mahdollisimman suuri osa jätteestä päätyy hyötykäyttöön. Asetuksessa on myös annettu ohjeita vaarallisten jätteiden pakkaamisesta sekä kuljetuksesta. [2.]

Mittaukset

Rakennuskohteessa tulee tehdä säännöllisesti mittauksia, joilla varmistetaan, että puhtausluokka toteutuu tavoitteiden mukaisesti. Puhtautta arvioidaan rakennusaikana pääosin silmämääräisesti. Mittauksia voidaan tehdä tilojen välisistä paine-eroista, erilaisten pölyhiukkasten pitoisuuksista ja pintojen puhtaudesta. Mittaukset kuvataan ja dokumentoidaan, ja mittausten tuloksista tiedotetaan kaikkia rakennushankkeen osapuolia. [4.]

Rakennussiivous

Rakennussiivous koostuu töiden aikaisesta siivouksesta ja kaksivaiheisesta loppusiivouksesta. Rakennussiivouksen tarkoituksena on luoda puhtaat työskentelytilat poistamalla työtä haittaava irtolika, estämällä lian leviäminen sekä suojaamalla säilytettävät ja uudet pinnat likaantumiselta ja vaurioitumiselta. Rakennussiivouksen tulee olla säännöllistä ja pölyämättömin menetelmin toteutettua, jotta siitä on hyötyä. Siivous tehdään aina työvaiheiden välillä, jotta aiemmassa työvaiheessa syntynyt pöly ei nouse ilmavirtojen vaikutuksesta takaisin ilmaan seuraavan työvaiheen aikana. Mitä pidemmälle rakennustyöt etenevät, sitä tiukemmaksi tilojen puhtausvaatimus kasvaa. [2.]

4.4 Tuotteita pölynhallintaan

Kohdepoistolaitteisto

Kohdepoisto on helpoin tapa välttää pölyn leviämistä. Kohdepoiston avulla pöly kerätään säilöön sitä mukaa kun sitä syntyy, jolloin vain pieni osa työssä syntyneestä pölystä leviää ympäristöön. Kohdepoistoa voidaan käyttää esimerkiksi hiomalaitteissa tai sirkkeleissä. [4.]

Alipaineistus ja ilmanpuhdistus

Alipaineistuksen avulla pöly ei jää sisätiloihin, vaan se ohjataan alipaineistajan avulla ulos rakennuksesta. Jotta pöly ei ulkonakaan aiheuta haittaa, on alipaineistaja varustettava riittävän tehokkaalla suodatuksella. Sisätiloissa alipaineistus ohjataan aina kulkemaan puhtaasta tilasta likaisempaan päin. [4.]

Henkilökohtaiset suojaimet

Pölyäviä töitä tehtäessä on varmistettava, että kaikilla samassa tilassa työskentelevillä on tarpeeksi tehokas hengityssuojain ja tarkoituksenmukaiset suojakäsineet. Hengityssuojaimet ja suojakäsineet on luokiteltu suojausluokkiin, joiden mukaan kuhunkin työhön valitaan oikeat suojaimet. Työnjohto huolehtii suojainten käytönopastuksesta. [4.]

5 P1-puhtausluokan toteuttaminen Staralla

Tilaaajan ja Staran välisiä toimintatapoja P1-luokan suhteen selvitettiin haastattelemalla Staran projektipäällikköä, jolla on kokemusta P1-hankkeista, ja joka on mukana hankkeissa niiden valmisteluvaiheesta aina toteutukseen ja rakennuksen luovutukseen asti. Kustannuslaskentaan ja P1-luokan kustannusten selvittämiseen liittyvissä asioissa tietoa saatiin Staran kustannuslaskijalta. Kummassakin tapauksessa tietoa kerättiin haastatteluilla.

5.1 Toimintatavat ja yhteistyö tilaaajan ja urakoitsijan välillä

Staran hankkeissa tilaaja määrittää rakennuskohteeseen P1-puhtausluokan aina, kun rakennus on suuren ihmismäärän käytössä ja vastaavissa rakennuksissa on ollut ongelmia sisäilman kanssa. Koska Staralla on kaupungin toimija, Staran rakennuskohteet ovat lähes kaikki tällaisia riskikohteita, kuten päiväkotia, kouluja tai toimistotiloja. Näin ollen tilaajalla on tapana määrittää kaikkiin rakennustöihin P1-luokitus varmuuden vuoksi, vaikkei sille jokaisessa kohteessa olisi tarve. Vaikka suunnitelmiin kirjataan P1-vaatimus, usein kuitenkin tilaaja ja urakoitsija neuvottelevat keskenään kuinka tarkkaan P1-luokkaa toteutetaan kussakin kohteessa. Joissain kohteissa tiukoilla puhtausvaatimuksilla ei saavuteta merkittäviä hyötyjä. Joissain kohteissa taas P1-luokka on tarpeellinen vain osassa työvaiheista, jolloin helpointa on sopia etukäteen, milloin P1-luokkaa voidaan toteuttaa hieman suurpiirteisemmin ja missä vaiheessa aloitetaan tiukempi P1-luokan noudattaminen. Jos asioista ei neuvotella etukäteen, tilaajalla ja urakoitsijalla saattaa olla keskenään täysin eri käsitys tarpeellisesta puhtaustasosta. Se aiheuttaa väistämättä lisäkustannuksia jommallekummalle osapuolelle esimerkiksi ylimääräisinä siivous- tai puhtausmittauskustannuksina. [7.]

P1-puhtausluokan toteuttaminen vaatii yhteistä tahtotilaa ja riittävää motivaatiota puhtauden ylläpitoon sekä tilaajalta että urakoitsijalta. Tämä on kaikista tärkein asia, jotta P1-luokka saadaan toteutettua. Jos jompikumpi osapuoli ei välitä P1-luokan toteutumisesta tai koe sitä tarpeellisena, P1-tason puhtauden ylläpitäminen ei tule onnistumaan. Usein asenteet P1-luokkaa kohtaan saattavat olla sellaisia, että tilaaja kokee P1-luokan aiheuttavan heille vain ylimääräisiä kustannuksia, kun taas urakoitsija kokee sen ylimääräisinä ja turhina työvaiheina omassa urakassaan. Täytyy kuitenkin muistaa, että loppujen lopuksi P1 tähtää työmaan työntekijöiden sekä tilojen käyttäjän turvallisuuteen. Laadukas hengitysilma on tärkeä asia etenkin näinä aikoina, jolloin monessa julkisessa rakennuksessa on havaittu pahoja sisäilmaongelmia. [7.]

5.2 Tilaaajan ja urakoitsijan väliset haasteet

Staralla on vaikeuksia saada tietoonsa, millaisia vaatimuksia tilaaja P1-puhtausluokalta haluaa missäkin hankkeessa toteutettavan. Useimmiten tilaaja on suunnitelmassa vain määritellyt P1-luokituksen, mutta ei kuitenkaan tarkempaa tietoa puhtausvaatimuksista, niiden toteuttamisesta tai mahdollisista työnaikaisista pölymittauksista. Näin ollen P1-luokan toteutustavat ovat vaihdelleet suuresti Staran sisällä työmaasta, työmaan projektipäälliköistä tai vastaavasta työnjohtajasta riippuen. Lisäksi P1-luokitus on vielä niin uusi asia monelle, että harvalla työmaalla sen toteuttaminen on rutiininomaista. Staran hankkeissa myös rakennusvalvonnan suhteen on havaittu vaihtelua toimintatavoissa, osa puuttuu tarkasti puhtaudenhallinnan pieniinkin puutteisiin kun taas osa puuttuu vain räikeimpiin epäkohtiin. [7.]

Koska P1-luokan vaatimuksia ja toteutustapoja ei ole tarkemmin määritelty, Staran kustannuslaskijan on hankala laskea hintaa P1:n aiheuttamille kustannuksille. Tähän asti kustannuslaskennassa on toimittu niin, että P1-luokkaan liittyville toimenpiteille, kuten suojaseinille ja alipaineistajille, on laskettu arvioitu neliöhinta tai kuukausihinta, ja kustannukset on siten laskettu suoraan rakennuskohteen neliömäärän tai keston suhteen. Tässä laskentatavassa ei kuitenkaan pystytä huomioimaan kunkin kohteen erityispiirteitä, joten todellinen kustannus saattaa vaihdella suurestikin suuntaan tai toiseen esimerkiksi suojaseinien ja alipaineistajien todellisista määristä riippuen. Staralla ei myöskään jälkikäteen eritellä toteutuneita P1-luokasta aiheutuneita kustannuksia, joten kustannuslaskennassa ei pystytä arvioimaan kustannuksia aiemmin tehtyjen hankkeiden perusteella. Joistakin kohteista on laskentavaiheessa tehty pölynhallinta-

suunnitelma, ja sen pohjalta on pystynyt hinnoittelemaan urakan paremmin. Sitä ei kuitenkaan ole aina tehty vielä laskentavaiheessa tarpeeksi yksityiskohtaisesti, jotta sitä pystyisi hyödyntämään urakan laskennassa. [8.]

5.3 Kokemuksia P1:n toteutumisesta

P1-puhtausluokka vaatii paljon enemmän etukäteissuunnittelua kuin normaali rakentaminen. Kaikki lähtee jo tuotannosuunnittelusta, jolloin työmaan järjestelyt varastoinnista alkaen on suunniteltava tarkasti etukäteen. Siisteydestä on pidettävä jatkuvasti huolta, koska P1-luokan puhtaus ei synny pelkällä perussiisteydellä. Jos puhtauden todentamiseen on sovittu käytettäväksi puhtausmittauksia, pienetkin pölymäärät ylittävät raja-arvot. Mutta vaikka työmaalla P1-luokan pölynhallinnasta ja siivouksesta huolehditaisiin erinomaisesti, tilojen käyttäjän toiminta kuitenkin ratkaisee sen, miten laadukkaana sisäilma ajan kuluessa pysyy. Ellei käyttäjä huolehdi riittävästi säännöllisestä siivouksesta tai ilmanvaihtolaitteistojen huollosta ja säädöistä, rakennustöiden aikaisen P1-puhtausluokan hyödyt jäävät mitättömän pieniksi. [7.]

Staralla on toteutettu yksi rakennushanke, jossa noudatettiin viimeisen päälle P1-luokan vaatimuksia. Siitä oli sovittu etukäteen tilaajan kanssa, ja kohde toimi myös testikohteena siitä, miten P1-luokan toteuttaminen etenee rakennushankkeessa. Tästä kohteesta tuli menestys niin tilaajan, käyttäjän kuin urakoitsijankin kannalta. Oikeastaan vasta tässä vaiheessa osapuolet havaitsivat, miten paljon P1-luokka ja sen onnistuminen vaikuttaa niin työmaa-aikana kuin käyttövaiheessakin viihtyvyyteen sekä turvallisuuteen. Tämä onnistunut hanke sai paljon positiivista palautetta, ja nyt sitä halutaankin käyttää esimerkkinä tulevien P1-kohteiden toteuttamisessa. [7.]

5.4 Riskitekijät ja yleisimmät ongelmat

Staralla suurin P1-puhtausluokkaan liittyvä riski on taloudellinen riski. Vaikka tilaaja haluaa rakennuskohteisiin P1-luokan rakentamista, se ei kuitenkaan ole valmis maksamaan siitä lisähintaa. Star joutuu toteuttamaan P1-hankkeet omalla riskillä, tietämättä aina etukäteen kuinka tarkkaan P1-luokkaa halutaan noudatettavan. Joskus urakoitsija saattaa arvioida, ettei kohteen P1-luokitus ole juuri siinä kohteessa tarpeellinen, jolloin pölynhallinnan suhteen toimitaan hieman suurpiirteisemmin. Kuitenkin tilaaja

saattaakin jossain vaiheessa olla sitä mieltä, että P1-luokkaa halutaan noudatettavan kaikkien mahdollisten vaatimusten mukaisesti. Tällöin työmaalla joudutaan tekemään suuri määrä lisää töitä, että tilat saadaan P1-luokan mukaiseen siisteyteen. Siitä syntyy paljon lisää työtä ja kustannuksia siivoustöistä, joihin ei etukäteen osattu varautua riittävässä laajuudessa. [7.]

Ei riitä, että vain tilaaja ja pääurakoitsija ovat sitoutuneet P1-luokan rakentamiseen, vaan myös kaikki aliurakoitsijat täytyy motivoida sen noudattamiseen, vaikka heillä ei välttämättä ole lainkaan aiempaa kokemusta huolellisesta pölynhallinnasta. Pelkkä P1-vaatimuksen lisääminen aliurakkasopimuksiin ei riitä, vaan aliurakoitsijat pitää myös velvoittaa toteuttamaan P1-vaatimuksia työskennellessään työmaalla esimerkiksi käyttämällä tarpeeksi tehokkaita kohdepoistolaitteita. Kaikilla urakoitsijoilla ei välttämättä ole valmiina P1-luokan toteuttamiseen vaadittavia resursseja. Jos pölynhallinnasta tietämätön urakoitsija vaikkapa poraa P1-luokan saavuttaneessa lohossa reikiä seiniin ilman kohdepoistolaitteistoa, koko lohkon siivoustyöt täytyy tehdä uudestaan. Se aiheuttaa sekä aikataulujen viivästymistä että siivouskustannusten nousua. Yksikin osaamaton tai välinpitämätön työntekijä työmaalla pystyy täten toiminnallaan vaikeuttamaan P1-luokan toteutumista suunnitellusti. [7.]

Työmaalla työnjohdon tulee olla tarkkana, että kaikki pölyävät työt on tehty kussakin lohossa ennen P1-vaihetta, koska pienetkin työt aiheuttavat suuria määriä pölyä. Esimerkiksi sähköurakoitsija voi jättää jonkun pienen työvaiheen tekemättä, koska ”sen ehtii tehdä kyllä myöhemminkin”. Siksi perehdyttäminen pölynhallintaan on niin tärkeää jo heti työmaan aluksi, jotta työntekijät osaavat itse toimia tällaisissa tilanteissa, eikä työnjohdon tarvitse vahtia heidän tekemisiään koko ajan. Työnjohtajan on myös hyvä varmistaa eri urakoitsijoilta, että kaikki reikäkuviissa tai muissa suunnitelmissa esitetyt reiät sekä työvaiheet ovat varmasti tehtyinä ennen P1-puhtauteen siirtymistä. [7.]

Toinen merkittävä riskitekijä on muutostyöt. Etenkin korjausrakentamisessa muutostöitä voi tulla valtava määrä, kun rakennustöiden edetessä paljastuu lisää korjaustarpeita tai rakenteet eivät ole sellaisia, mihin alun perin on varauduttu. Muutostöitä varten pölynhallintaan liittyviä suunnitelmia joudutaan muuttamaan jatkuvasti, eivätkä alkuperäiset pölynhallintasuunnitelmat enää ole välttämättä lainkaan käyttökelpoisia. Työmaan työnjohdolta tämä edellyttää nopeaa reagointikykyä muuttuviin tilanteisiin sekä kokonaisuuksien hallintaa, jotta P1-vaatimukset pystytään täyttämään muuttuvista suunnitelmista huolimatta. [7.]

5.5 Kehitys- ja ratkaisuehdotukset

Rakennuttajan asettamat sisäilmastotavoitteet ja ratkaisut niihin pääsemiseksi tulisi esitellä ennen työmaan aloitusta rakennuttajan, suunnittelijoiden ja pääurakoitsijan kesken. Tärkeimmät asiat kirjataan urakoitsijan laatusuunnitelmiin, ja niiden toteutumista seurataan työmaakokouksissa. Puhtaudenhallinta vaatii toimenpiteitä myös suunnittelijoilta, jotta suunnitelmissa on otettu rakennusteknisten asioiden lisäksi puhtaudenhallintakin huomioon. Tilaaja voi varmistaa puhtaudenhallinnan toteutumisen riittävällä valvonnalla ja vaatimalla urakoitsijalta puhtauden säännöllistä todentamista. Urakoitsijan vastuulla taas on, että kaikki työmaalla työskentelevät ovat tietoisia, miten pölynhallinta työmaalla toteutetaan ja urakoitsija myös valvoo, että kaikki toimivat yhteisten toimintatapojen mukaisesti. Jos rakennushankkeessa ollaan menossa puhtaudenhallinnan suhteen huonompaan suuntaan, tulee muutoksia tehdä välittömästi.

Keskeisin asia puhtaudenhallinnan toteuttamisessa on osapuolten asennemuutos suunnittelun, työtapojen sekä työssä käytettävien laitteiden suhteen. Tilaajan tulee ymmärtää, että siisti työmaa on etu myös rakennuksen käyttäjälle. Työmaan toiminta puhtaudenhallinnan eteen vaikuttaa pitkään rakennuksen käyttöönottovaiheen jälkeenkkin parempana sisäilman laatuna, ja sitä kautta käyttäjien tilojen turvallisuutena. Urakoitsijan kannalta puhtaudenhallinta vaikuttaa työmaan järjestykseen, viihtyvyyteen sekä työntekijöiden turvallisuuteen myös pitkällä tähtäimellä. Ei ole urakoitsijan etu, jos kokeneet ammattilaiset sairastuvat työssään jatkuvien pölynhallinnan puutteiden takia.

Kustannuslaskijan työtä helpottaa kovasti, jos kaikki P1-luokkaan liittyvät toimenpiteet ovat tarkasti tiedossa jo laskentavaiheessa. Se edellyttää tilaajalta ja urakoitsijalta aikaisessa vaiheessa laadittuja suunnitelmia työmaan etenemisestä. Aina tarkempia suunnitelmia ei kuitenkaan pystytä tekemään hyvissä ajoin. Kustannuslaskennassa voisi silloin olla työnjohtajia apuna. He voisivat aiemman työmaakokemuksensa perusteella käydä kustannuslaskijan kanssa läpi, miten aiemmat P1-kohteet on toteutettu, mitä yllättäviä kustannuksia työmaa-aikana tuli tai mihin ei aiemmissa hankkeissa osattu varautua. Työmailla voidaan myös laskea työmaan valmistumisen jälkeen tarkat P1-luokan aiheuttamat lisäkustannukset kullekin hankkeelle, ja vertailla niitä kustannuslaskennassa laskettuihin kustannuksiin. Kun tarpeeksi monesta hankkeesta on saatu eriteltyä P1-luokan aiheuttamat todelliset kustannukset, voidaan tulevien hankkeidenkin pölynhallintaan liittyvät kustannukset laskea tarkemmin aiemmin tehtyjen hankkeiden pohjalta.

5.5.1 Muutokset suunnitteluvaiheeseen

P1-kohteen tarjousvaihe on Staralle se haastavin vaihe, koska yleensä urakat hinnoitellaan niin tiukoiksi, että P1-luokan aiheuttamia lisäkustannuksia on hankala sisällyttää tilaajalle tarjottavaan urakkahintaan. Tämän takia olisi hyvä, että jo tarjousvaiheessa tilaaja ja urakoitsija sopivat yhdessä, miten tiukasti P1-vaatimuksia noudatetaan. Samalla määriteltäisiin kaikki pölynhallintaan liittyvät toimenpiteet, kuten esimerkiksi suojaseinien paikat, alipaineistajien määrät ja tarvittavat varastointitilat. Kun ne on määriteltä, tilaaja ja urakoitsija voivat yhdessä sopia P1-toimenpiteiden aiheuttamista lisäkustannuksista urakkahintaan. Jatkoa ajatellen P1-hankkeita varten voidaan myös sopia kiinteää prosenttiosuus koko urakan hinnasta, joka lisätään aina urakkahintaan, kun kyseessä on P1-rakennuskohde.

On tärkeää saavuttaa yhteisymmärrys P1-kohteissa vaadittavasta puhtaustasosta, jotta ylimääräisiä puhtaustmittauksia ei jatkossa tarvittaisi välttämättä ollenkaan. Puhtaudenhallintakonsultin tekemät viralliset puhtaustmittaukset nimittäin tuottavat paljon kustannuksia, jotka aiheutuvat ulkopuolisen yrityksen tekemästä puhtauden seurannasta, säännöllisistä pölymittauksista sekä mittaustulosten analysoinnista. Kaupungin tilaajan ja urakoitsijan tilannetta helpottaisi, jos heidän välinen yhteistyö toimisi niin hyvin, ettei ylimääräisiä puhtauden todentamismittauksia tarvittaisi. Tällöin tilaaja voisi luottaa siihen, että urakoitsija on huolehtinut sopimuksen mukaisesta pölynhallinnasta.

5.5.2 Muutokset työmaavaiheeseen

P1-puhtausluokan toteutuminen on eniten asennekysymys. Työmaan eri vaiheissa työmaalla työskentelee suuri määrä ihmisiä, jotka eivät ole tottuneet työssään toimimaan P1-luokan vaatimalla tavalla. Työnjohdolta vaaditaan kovaa työtä, että kaikki työmaan työntekijät saadaan huolehtimaan puhtaudenhallinnasta. Aluksi työnjohdon täytyy valvoa tarkasti puhtaudenhallinnan toteutumista ja puuttua heti, jos joku ei huolehdi puhtaudenhallinnasta niin kuin on sovittu. Työnjohdolla täytyy olla tiukka linja epäkohtiin puuttumisessa. Sitten, kun työntekijät ovat näin sisäistäneet pölynhallinnan toimintaperiaatteet, he oppivat toimimaan oikein myös omatoimisesti. Siistit ja järjestyksessä olevat tilat myös motivoivat ylläpitämään saavutettua siisteyttä.

Työnjohdon tulee jo työmaan alkuvaiheessa selvittää, mitä pölyviä työvaiheita urakkaan sisältyy ja millaisia laitteita ja varusteita niiden turvalliseen suorittamiseen vaaditaan. Työnjohtaja huolehtii, että työmaalla on riittävä määrä tehokkaita alipaineistajia sekä kaikissa laitteissa on kohdepoisto, joihin se vain on saatavissa. Työmaalta pitää myös löytyä kaikki eri työvaiheissa käytettävät henkilökohtaiset suojaimet. Lisäksi on tärkeää, että varastointitilaa on riittävästi, P1-luokan hankkeessa kun ei voi laitteita ja materiaaleja varastoida rakennuskohteen sisätiloihin. Usein tarvitaan ylimääräisiä varastokontteja, jotta varastointitilaa on riittävästi.

6 Vaikutukset aikatauluihin

P1-puhtausluokan aiheuttamia vaikutuksia aikatauluihin kerättiin Staran tähänastista käytännöistä, jotka on laadittu puhtaudenhallintakonsultin Staralle tekemän puhtaudenhallintaohjeen pohjalta. Myös kustannuslaskijalta kysyttiin näkemyksiä eri työvaiheiden kestoihin. Tässä luvussa esitetyn esimerkkikohteen P1-luokasta aiheutuvat aikatauluvaikutukset ovat vain karkeita arvioita, koska aikatauluihin vaikuttaa niin paljon se, pysytäänkö työmaalla suunnitellussa aikataulussa ja millaisia muutos- tai lisätoita työmaalla tehdään rakennusaikana.

6.1 Suunnitteluvaihe

Pääurakoitsija laatii suunnitelman puhtaudenhallinnan toteutuksesta. Puhtaudenhallinta ohjaa koko aikataulusuunnittelua. Työvaiheiden järjestys, kesto ja vaiheistus suunnitellaan pölynhallintasuunnitelman ja kosteudenhallintasuunnitelman vaatimusten mukaisesti, ja jokaiselle työvaiheelle varataan riittävän paljon aikaa. Aikatauluissa esitetään myös kriittisten tahdistavien työvaiheiden etenemisjärjestys, jolla varmistetaan, että työn kannalta välttämättömät ajankohdat kuten betonin riittävä kuivuminen tai lämmityksen aloittaminen saadaan toteutettua suunnitellusti. [5.]

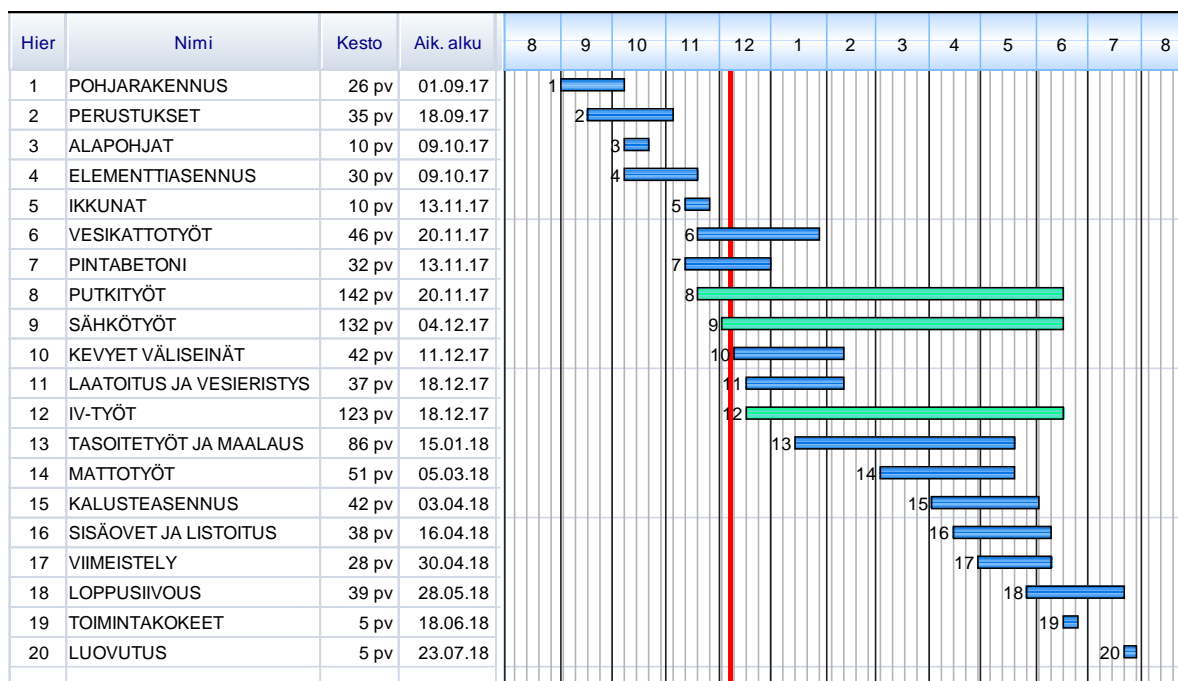
P1-luokan kohteissa työt suunnitellaan ja tehdään lohkoittain, jolloin pölyävät työt tehdään alueella, joka on eristetty muusta tilasta. Näin pölyävistä töistä syntyvät epäpuhtaudet eivät pääse leviämään puhtaisiin tiloihin. Työmaa-aikatauluissa on myös otettava huomioon, ettei IV-asennuksia ja pölyviä rakennustöitä voi tehdä samanaikaisesti. Rakennuksen luovutusta edeltävään aikaan on tärkeää varata tarpeeksi aikaa ilman-

vaihdon ja lämmityksen toimintakokeille ja säädöille. Toimintakoevaiheessa kaikkien tilojen tulee olla puhtaita, eikä pölyäviä töitä saa enää tehdä. [5.]

6.2 Työmaavaihe

Tarkkaan suunniteltu työvaiheiden vaiheistus ja oikea järjestys ovat tärkeitä asioita P1-hankkeen toteutumisessa. Niiden tarkoituksena on, että kaikki pölyävät työvaiheet tunnistetaan jo ennen rakentamisen aloittamista ja työt vaiheistetaan niin, että kaikki pölyävät työt tehdään rakennuksen kussakin lohossa aina ensin. Kun lohkon on todettu olevan P1-puhtaudessa, se eristetään, eikä pölyäviä töitä enää siinä tilassa tehdä. Tämä edellyttää, että kaikki urakoitsijat huolehtivat omalta osaltaan, että kaikki pölyävät työt on tehty hyvissä ajoin eikä mikään työvaihe ole vahingossa jäänyt välistä. Työnjohdon on järkevää kartoittaa pölyävät työvaiheet hyvissä ajoin ennen niiden alkamista ja laatia pölyävistä työvaiheista luettelo. Luettelon perusteella voidaan tarkistaa, että kaikki pölyävät työt on varmasti tehty silloin kuin pitääkin.

Ohessa on aikataulu, jossa kuvataan työmaan vaiheet. Aikatauluun on merkitty punaisella pystyviivalla P1-vaiheen aloitus. P1-luokkaan tulee varautua jo työmaan perustamisesta lähtien, jotta sisävalmistusvaiheen alkaessa puhtausluokan toimenpiteet voidaan aloittaa välittömästi. Tässä aikataulussa puhtausluokan toteuttaminen aloitetaan kevyiden väliseinätöiden alkaessa.



Kuva 1. P1-puhtausluokan aloitus työmaalla

Aikataulun toteutumiseen vaikuttaa merkittävästi se, miten hyvin vaiheistus onnistuu ja miten hyvin P1-puhtauden saavuttaneet lohkot pystytään pitämään puhtaina. Aikataulun tavoitteena on, että vaiheistuksen avulla P1-puhtaus etenee järjestelmällisesti lohkoista toiseen ja kaikki työvaiheet pystytään tekemään sillä ajanjaksolla, johon ne on suunniteltu tehtäväksi. Lisäksi, mitä huolellisemmin tiloja siivotaan rakennusvaiheen aikana, sitä vähemmän siivottavaa jää loppusiivoukseen. Se jättää enemmän aikaa töiden viimeistelyyn sekä toimintakokeisiin, jolloin tilat saadaan todennäköisemmin luovutettua ajoissa käyttäjille.

7 Vaikutukset kustannuksiin

P1-luokan aiheuttamat kustannukset on hankala arvioida, koska Staralla ei ole ollut tapana laskea pölynhallinnasta aiheutuneita todellisia kustannuksia hankkeiden päätymisen jälkeen. Näin ollen ei ole tiedossa, kuinka tarkkaan kustannuslaskijan laskemat hinnat pölynhallinnan toteuttamiselle vastaavat toteutuneita hintoja. Kustannuslaskijan avulla kuitenkin arvioitiin puhtaudenhallinnan kustannukset tässä luvussa esitetyille esimerkkihankkeelle. Kustannusten arvioinnissa on käytetty kustannuslaskijan tekemää Excel-taulukkoa eri P1-luokan toimenpiteiden aiheuttamista kustannuksista ja Staran aiempia P1-hankkeisiin laadittuja kustannuslaskelmia.

7.1 Suunnitteluvaihe

P1-puhtausluokka on rakentamisessa vielä niin tuore asia, ettei P1-luokan töihin ole määritelty vakiohintoja Ratu-kortistossa kustannuslaskennan tueksi. Näin ollen kustannuslaskennan hinnat ovat vain arviohintoja aiempien P1-kohteiden pohjalta ja riippuvaisia kustannuslaskijasta ja hänen aiemmista kokemuksistaan toteutuneista puhtaudenhallinnan kustannuksista. Mitä tarkemmat suunnitelmat P1-luokan toimenpiteille on tehty jo ennen tarjouslaskentavaihetta, sitä paremmin kustannukset voidaan laskea. Suunnitteluvaiheessa pitäisi jo olla tiedossa töiden laajuus, käytettävät työmenetelmät, osastointien paikat ja tekotavat sekä alipaineistuksen ja puhtausmittausten tarve. Näiden tietojen pohjalta kustannuslaskennassa voidaan laskea P1-luokan aiheuttamat kustannukset heti urakan tarjousvaiheessa. [8.]

7.2 Työmaavaihe

Pölyntorjunnasta aiheutuvat kustannukset riippuvat hankkeen laajuudesta, toteutustavoista ja aikatauluista. Suurin yksittäinen kustannus syntyy työnaikaisesta rakennussiivouksesta. Siitä ei kuitenkaan ole järkevää säästää, koska työnaikaisen siivouksen laiminlyönti lisää loppusiivouksen kustannuksia ja heikentää pölyntorjunnan eteen tehdyn työn tuloksia. Toiseksi suurin kuluerä aiheutuu alipaineistus- ja kohdepoistolaitteiston vuokrasta sekä niiden käyttö- ja huoltokustannuksista. Näiden lisäksi merkittävä kuluerä syntyy osastointien tekemisestä aiheutuvista työ- ja materiaalikustannuksista. [4.]

Työmaan kustannuksiin vaikuttaa huomattavasti, käytetäänkö kohteessa ulkopuolista mittauspalvelua seuraamaan puhtaudenhallinnan toteutumista ja tekemään puhtauden todentamismittauksia. Ulkopuolelta ostettu säännöllinen työmaanaikainen puhtauden seuranta ja mittaus tuovat työmaalle lisäkustannuksia. Kustannuksiin vaikuttaa oleellisesti myös työmaavaiheen kesto ja suunnitellun aikataulun toteutuminen. [8.]

7.3 Laskennalliset vaikutukset

Tässä luvussa esitettyjen kustannusvaikutusten arvioissa käytetään esimerkkitilana kaksikerroksista päiväkodin uudisrakennusta, jonka pinta-ala on yhteensä 1300 brm². Esimerkkihankkeen työmaan kesto on 11 kk. Esimerkkihankkeen rakennuskustannukset ovat yhteensä 3 100 000 euroa.

Taulukko 3. Puhtausluokan P1 aiheuttamat kustannukset esimerkkityömaalla

Kustannus	Määrä	Yksikkö	Yksikköhinta	Hinta yhteensä
Osastointi (sis. työt ja materiaalit)	140	m ²	21,00	2 940,00
Rakennussiivous	8	kk	2 040,00	16 320,00
Kohdepoistolaitteisto	3	kpl	300,00	900,00
Alipaineistus (vuokra)	8	kk	1 145,00	9 160,00
Työmaateiden kastelu	4	kk	68,00	272,00
Varastointikontit (vuokra)	8	kk	430,00	3 440,00
Jätelava (vuokra)	10	kk	425,00	4 250,00
Loppusiivous vaihe 1	1300	m ²	5,50	7 150,00
Loppusiivous vaihe 2	1300	m ²	6,00	7 800,00
Puhtausmittaukset ja puhtauden seuranta	14	kpl	920,00	12 880,00
Tilojen puhtauden arviointi	2	krt	2 200,00	4 400,00
Perehdytys työmaan puhtaudenhallintaan	1	kpl	520,00	520,00
Aikataulujen piteneminen P1:n takia	2	vko	9 687,00	19 374,00
YHTEENSÄ				89 406,00

Taulukon laskelmat perustuvat seuraaviin seikkoihin:

- Tilat osastoidaan kuudeksi osastoksi, eli kolme lohkoa kummassakin kerroksessa. Kunkin lohkon ala on noin 215 m².
- Rakennussiivous aloitetaan, kun sisävalmistusvaihe alkaa. Rakennussiivousta tehdään keskimäärin 15 tuntia viikossa.
- Kohdepoistolaitteistoja ostetaan 3 kappaletta, jotta pölyäviä töitä voidaan tehdä monessa paikassa yhtä aikaa.

- Työmaalla käytetään kahta alipaineistajaa, joita käytetään niissä tiloissa, joissa tehdään pölyviä työvaiheita.
- Kuumina ja kuivina päivinä työmaan hiekkatie kastellaan, jotta se ei pölyä. Työmaatien kastelu painottuu kesäaikaan, jolloin kasteluun kuluu aikaa keskimäärin kaksi tuntia kuukaudessa.
- Varastokontteja hankitaan kolme kappaletta tavallista enemmän, koska P1-luokan rakennuskohteessa materiaaleja, tavaroita ja laitteita ei voi säilyttää sisätiloissa. Nämä ylimääräiset varastokontit hankitaan työmaalle, kun sisävalmistusvaihe alkaa.
- Työmaalle hankitaan kannellinen jätelava, ja lisäksi kullekin materiaalityypille omat lajittelupisteensä.
- Loppusiivouksen ensimmäinen vaihe tehdään ennen toimintakokeita.
- Loppusiivouksen toinen vaihe tehdään ennen tilojen luovutusta. Toinen vaihe loppusiivouksesta tehdään ensimmäistä vaihetta tarkemmin.
- Puhtauden varmistamiseksi tiloissa tehdään puhtaustmittauksia ja puhtauden seuranta sisävalmistusvaiheesta lähtien noin kahden viikon välein. Mittauksista, puhtauden seurannasta ja mahdollisten puutteiden korjaustoimenpiteiden laatimisesta huolehtii puhtaudenhallintakonsultti.
- Ennen toimintakoevaihetta sekä ennen luovutusta puhtaudenhallintakonsultti mittaa ja arvioi, alittavatko tilojen pölykertymät sallitut raja-arvot.
- Puhtaudenhallintakonsultti perehdyttää työmaalla työskentelevät henkilöt työmaan pölynhallinnan periaatteisiin sekä toimenpiteisiin pölynhallinnan toteuttamiseksi.
- Jos aikataulut pitenevät P1-puhtausluokan aiheuttamien toimenpiteiden takia, aiheuttaa se kustannuksia työmaan käyttö- ja yhteiskustannuksiin, eli kustannuslajien pääryhmiin 8 ja 9. Staralla laskettujen hankkeiden kustannusarvioiden keskimääräinen arvo näille kustannuksille on noin 15 % koko hankkeen kustannuksista. Tässä arvioissa on arvioitu hankkeen pidentyneen kahdella viikolla P1-puhtausluokan aiheuttamien toimenpiteiden takia.

Taulukossa esitetty kustannus P1-luokan toimenpiteille on suuri, koska siihen on laskettu mukaan pölynhallintakonsultin tekemät puhtaustmittaukset, puhtauden seuranta, sekä puhtaudenhallinnan konsultointi. Kun P1-luokka ja sen toteuttaminen yleistyy, jokaisessa rakennushankkeessa ei varmasti tarvitse enää olla puhtaudenhallintakonsulttia valvomassa puhtaudenhallinnan toteutumista. Tällöin tilaaja ja urakoitsija keskenään huolehtivat puhtauden mittauksista, seurannasta ja valvonnasta. Jos kohteessa jätettäisiin pois puhtaudenhallintakonsultin osuus, rakennushankkeen P1-kulut vähenisivät 17 800 eurolla 71 606 euroon. Prosentteissa kulut alenisivat siis 2,9 prosentista 2,3 prosenttiin.

Täytyy kuitenkin muistaa, että huolellinen työnaikainen rakennussiivous säästää loppusiivouksen kustannuksia. Myös mitä vähemmän työmaan työntekijät altistuvat pölylle, sitä vähemmän he kärsivät pölyn aiheuttamista haittavaikutuksista ja vaaroista. Näin ollen P1-puhtausluokan ylläpito maksaa ajan kuluessa itsensä takaisin työntekijöiden sairaspöytäalojen vähentyessä ja työympäristön viihtyvyyden lisääntyessä.

Jatkossa, kun P1-rakentamisesta tulee rutiinia niin työnjohdon kuin työntekijöidenkin toiminnassa, myös taulukossa olevat aikatauluvaikutukset jäävät pois, eikä P1-hankkeelle tarvitse laskea aikatauluihin sen enempää rakennusaikaa kuin normaaleille hankkeillekaan. Tämä edellyttää kuitenkin aikataulujen ja vaiheistuksen laadukasta suunnittelua etukäteen, joka ei ole kaikissa hankkeissa mahdollista esimerkiksi muutostöiden takia, jos niistä ei tiedetä ennen työmaavaihetta. Jos rakennushankkeessa saadaan sisällytettyä P1-luokan toimenpiteet normaalin hankkeen mukaisesti laskettuun aikatauluun, esimerkkityömaan P1-kustannukset alenevat 19 374 eurolla.

8 Yhteenveto

Staran rakennuskohteissa P1-puhtausluokan vaatimus on lisääntynyt huomattavasti viime vuosina ja tällä hetkellä lähes kaikki hankkeet ovat työmaan puhtausvaatimuksiltaan P1-tasoa. P1-luokan toteuttamisesta ei kuitenkaan ole vielä tullut rutiinia, joten sen toteutus on tuottanut hankaluuksia niin tilaajalle, urakoitsijoille kuin suunnittelijoillekin.

Insinööriyön tarkoituksena oli tutkia, miten tilaajan ja urakoitsijan välistä yhteistyötä P1-hankkeissa voidaan kehittää. Tällä hetkellä heidän välillään ei ole yhtenäisiä käytäntöjä puhtaudenhallintaan ja puhtauden seurantaan työmailla. On tärkeää, että jatkossa työmailla on yhtenäinen vaatimustaso P1-luokan puhtaudelle sekä yhteiset tavat, joilla puhtauden riittävää toteutumista seurataan. Tämän insinööriyön pohjalta tilaaja ja urakoitsija voivat sopia P1-puhtausluokan käytännöistä rakennushankkeissa ja yhtenäistää toimintatapojaan eri työmailla.

P1-puhtausluokan toteutukseen vaikuttaa eniten tilaajan ja urakoitsijan asennoituminen sen noudattamiseen. Vaikka alkuun toteutuksessa saattaa olla paljonkin vaikeuksia, ne kyllä vähenevät kun työmaan työntekijät perehdytetään tarpeeksi laajasti työmaan puhtaudenhallintaan ja mahdollisiin epäkohtiin puututaan välittömästi. Puhtauden ylläpitäminen tekee työmaasta turvallisemman ja viihtyisämmän työmaan työntekijöille. Tilojen käyttäjä taas saa tilojen luovutuksen jälkeen käyttöönsä siistit ja sisäilmaltaan laadukkaat tilat.

Insinööriyössä tutkittiin myös P1-luokan aikataulu- ja kustannusvaikutuksia. Aikataulujen osalta selvitettiin, millaiset asiat vaikuttavat aikatauluihin ja millaisia riskitekijöitä niihin P1-työmaalla liittyy. Insinööriyössä päädyttiin siihen tulokseen, että tärkeimmät seikat aikataulun onnistumiseen ovat huolellinen suunnittelu sekä jatkuva puhtaudenhallinnan ja työvaiheiden etenemisen seuranta. Työnjohdon on hyvä pitää P1-työmailla luetteloja, johon kaikki pölyävät työvaiheet on merkitty. Näin P1-puhtauteen siirtyessä voidaan varmistaa lohkokohtaisesti, että kaikki pölyävät työt on siinä tilassa tehty. Aikatauluissa täytyy muistaa varata hankkeen loppuun tarpeeksi aikaa loppusiivoukselle ja toimintakokeille.

Kustannusten osalta P1-luokka aiheuttaa eniten kuluja rakennussiivoukseen, pölynhallintalaitteistoon sekä puhtausmittauksiin ja puhtauden seurantaan. P1-luokan vaikutukset kustannuksiin määritettiin yhden esimerkkihankkeen pohjalta. Tulokseksi saatiin, että P1-luokan toimenpiteet aiheuttavat uudisrakentamisessa noin 2-3 % lisäyksen työmaan kokonaiskuluihin. Korjausrakentamisessa osuus saattaa olla hieman suurempi, koska korjausrakentamista on vaikeampi ennakoida kuin uudisrakentamista. Myös aikataulujen piteneminen P1-toimenpiteiden takia aiheuttaa lisäkustannuksia työmaalle. Kuitenkin mitä enemmän P1-hankkeita toteutetaan, sitä paremmin ne varmasti pystytään pitämään aikataulussa, kun puhtaudenhallinnan toimenpiteisiin totutaan. Näin alkuvaiheessa P1-luokan huolellinen toteuttaminen vaatii kuitenkin aikatauluihin hieman ylimääräistä aikaa etenkin hankkeen loppupäähän. Puhtaudenhallinnan kannalta olisi hyvä, jos tilaaja pystyisi mahdollisuuksien mukaan joustamaan hankkeen valmistumisen ajankohdan suhteen, eli varaamaan työmaavaiheeseen tavallista enemmän työaikaa.

Lähteet

- 1 Sisäilmastoluokitus 2008. 2009. Rakennustieto Oy. Verkkodokumentti. <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rt/kortit/10946> Luettu 21.3.2017
- 2 Takkunen, Juha. Projektipäällikkö, TPA Andersson Oy. Puhtausluokka P1 Rakennus- ja ilmanvaihtotyössä. Koulutus 3.2.2016.
- 3 Pölyntorjunta rakennustyössä. 2009. Rakennustieto Oy. Verkkodokumentti. <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/ratu/kortit/1225> Luettu 22.3.2017
- 4 Koski, H. 2013. Ohjeita korjausrakentamisen pölynhallintaan. VTT Oy. Verkkodokumentti. http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2013/Putusa_ohje_laaja_130415.pdf Luettu 22.2.2017
- 5 Terveen talon toteutuksen kriteerit. 2004. Sisäilmayhdistys. Verkkodokumentti. <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rt/kortit/10832> Luettu 21.3.2017
- 6 Kokkonen, A. ym. 2013. Pölynhallinta korjausrakentamisessa. Itä-Suomen Yliopisto. Verkkodokumentti. http://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_978-952-61-1052-3/urn_isbn_978-952-61-1052-3.pdf Luettu 20.2.2017
- 7 Projektipäällikkö, Stara. Haastattelu 6.4.2017.
- 8 Kustannuslaskenta, Stara. Haastattelu 4.4.2017.