



Valtteri Jordan

P1-puhtausluokitus rakennusprojektissa: aikataulu- ja kustannusnäkökulma

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohton tutkinto-ohjelma

Opinnäytetyö

7.10.2024

Tiivistelmä

Tekijä:	Valtteri Jordan
Otsikko:	P1-puhtausluokitus rakennusprojektissa: aikataulu- ja kustannusnäkökulmat
Sivumäärä:	40 sivua + 2 liitettä
Aika:	7.10.2024
Tutkinto:	Rakennusmestari (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine:	Talonrakennustekniikka
Ohjaajat:	Lehtori Jouni Ruotsalainen Tuotantoinsinööri Nea Tasa DI (Jatke Toimitilat Oy)

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia P1-puhtausluokituksen aikataulu- ja kustannusvaikutuksia rakennusprojektissa. Työssä pyrittiin selvittämään, millaisia muutoksia P1-puhtausluokituksen vaatimukset aiheuttavat rakennusprojektin aikatauluun ja kustannuksiin sekä millä toimenpiteillä näitä voidaan hallita.

P1-puhtausluokitus on rakennus- ja sisäilma-alan standardi, joka määrittelee vaatimukset rakennuksen puhtaudelle sen valmistusvaiheessa ennen käyttöönottoa. Sitä käytetään varmistamaan, että rakennus täyttää tietyt puhtausvaatimukset, mikä vähentää sisäilmaongelmia ja varmistaa terveelliset olosuhteet rakennuksen käyttäjille.

Tutkimuksessa hyödynnettiin Jatke Toimitilat Oy:n työmaata, joka toimi työssä esimerkkikohteena. Tutkimuksessa havaittiin, että P1-vaatimusten täyttäminen edellyttää tiivistä aikataulusuunnittelua, jossa pölynhallinta ja puhtausolosuhteiden varmistaminen on suunniteltava jo varhaisessa vaiheessa. P1-puhtausluokituksen vaikutukset voivat johtaa aikatauluhaasteisiin ja lisäkustannuksiin, mutta hyvin toteutettuna se parantaa työmaan työskentely olosuhteita. P1-puhtausluokituksen huomioiminen jo suunnitteluvaiheessa vähentää riskejä sekä ajallisesti, että rahallisesti. P1-puhtausluokitus tulisi toteuttaa asianmukaisesti, jotta saadaan puhtausluokituksen aiheuttamille kustannuksille vastinetta.

Avainsanat: P1-puhtausluokitus, aikataulu, kustannukset

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author:	Valtteri Jordan
Title:	P1-purity classification in construction projects: schedule and cost perspectives
Number of Pages:	40 pages + 2 appendices
Date:	7 March 2024
Degree:	Bachelor of Engineering
Degree Programme:	Construction site management
Professional Major:	Construction site management
Supervisors:	Jouni Ruotsalainen, Lecturer Nea Tasa, Production engineer DI (Jatke Toimitilat Oy)

The purpose of this thesis was to study the schedule and cost effects of the P1 purity classification in a construction project. The goal was to find out what changes the P1 requirements cause to the project's schedule and costs, and what actions can be taken to manage these effects.

This thesis used a construction site from Jatke Toimitilat Oy as an example. The research showed that fulfilling P1 requirements needs detailed planning, where dust control and cleanliness must be organized from the beginning. The effects of the P1 purity classification can lead to scheduling challenges and additional costs, but when implemented effectively, it improves site conditions. Considering the P1 cleanliness classification already in the planning phase reduces risks both in terms of time and cost. The P1 purity classification should be properly implemented to ensure the costs incurred are justified.

Keywords: P1 purity classification, schedule, expenses

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	2
1.1	Työn tausta	2
1.2	Työn tavoitteet ja toteutus	3
1.3	Yritysesittely	4
2	Sisäilmastoluokituksen suunnittelu ja toteutus	5
2.1	Sisäilmastoluokat	6
2.2	Rakennusmateriaalit	7
2.2.1	M1 rakennusmateriaalien päästöluokitus	8
2.3	Tuotannonsuunnittelu	9
2.3.1	Tarvittavat asiakirjat	9
2.3.2	P1-alueiden laatiminen	14
3	Työmaasuunnittelu ja työmaan puhtaus	15
3.1	Rakennustöiden puhtausluokitus	15
3.1.1	Työskentely tavat	16
3.1.2	P1-kohteiden siivous	18
3.2	Rakennuksen puhtauden arviointi	20
4	P1-puhtausluokituksen vaikutus aikatauluun	20
4.1	Työvaiheiden jaksotus	21
5	P1-puhtausluokituksen vaikutus kustannuksiin	21
5.1	Suojarakenteiden ja siivouksen kustannusvaikutukset	22
6	Haastattelututkimus	22
6.1	Haastateltavien esittely	22
6.2	Haastattelukysymykset	23
7	Tulokset	25
7.1	Aikataulu	25
7.2	Kustannukset	28

8	Johtopäätökset ja yhteenveto	30
	Lähteet	33
	Liitteet	
	Liite 1: Haastattelututkimus 1 runko	
	Liite 2: Haastattelututkimus 2 runko	

Lyhenteet

P1:	Rakennusaikainen puhtausluokitus.
M1:	Materiaalien päästöluokitus. Kalusteista ja rakennusmateriaaleista huoneilmaan kulkeutuviin päästöihin keskittyvä materiaaliluokitus.
VOC:	VOC-yhdisteet. Lyhenne tulee sanoista volatile organic compound. Päästölähteitä voi olla sisustus- ja rakennusmateriaalit.
IV:	Ilmanvaihto.
S1:	Yksilöllinen sisäilmasto. Lämpö-, ääni-, ja valaistusolosuhteet korkeinta luokkaa.
S2:	Hyvä sisäilmasto. Tiloissa ei esiinny häiritseviä hajuja ja tilojen sisäilmanlaatu on kaikin puolin hyvä.
S3:	Tyydyttävä sisäilmasto. Vastaa viranomaisvaatimuksien mukaista vähimmäistasoa.
HEPA:	HEPA-suodatin. Lyhenne tulee sanoista High efficiency particulate air filter. HEPA-suodatin on ilmansuodatin, joita käytetään myös pölynimureissa.

1 Johdanto

1.1 Työn tausta

Puhtaan sisäilman merkitys on korostunut yhä enemmän viime vuosina, kun tiedostetaan sen vaikutukset terveyteen, hyvinvointiin ja tuottavuuteen. Sisäilman laatu on keskeinen tekijä niin asuin- kuin työympäristössä. Jo rakentamisen aikana pystytään vaikuttamaan rakennuksen lopulliseen sisäilman laatuun muun muassa asianmukaisella suunnittelulla, työmenetelmillä sekä materiaalivalinnoilla. [1]

Sisäilmayhdistys julkaisi ensimmäisen sisäilmastoluokituksensa vuonna 1995 nimellä ”Sisäilmaston, rakennustöiden ja pintamateriaalien luokitus”. Tämä alkuperäinen luokitus päivitettiin vuonna 2001, jolloin se sai uuden nimen ”Sisäilmastoluokitus 2000” [2]. Joulukuussa 2008 ilmestyi seuraava päivitys, ”Sisäilmastoluokitus 2008”. Uusin versio Sisäilmaluokitus 2018 korvaa aikaisemmin ilmestyneet luokitukset [2]. Sisäilmaluokitusta on päivitetty vastaamaan nykyistä rakennustapaa uuden tutkimus- ja toteutustiedon perusteella. Sisäilmastoluokitus 2018 on nykyaikaistettu sekä kehitetty tukemaan rakennus- ja taloteknistä suunnittelua, urakointia sekä rakennustarviketeollisuutta asettamaan ja saavuttamaan sisäympäristön tavoite- ja suunnitteluarvot. Tämän luokituksen tarkoituksena on varmistaa, että rakennukset ovat terveitä, turvallisia ja viihtyisiä niiden käyttäjille. Sisäilmastoluokitus 2018 määrittää myös rakennustöiden aikainen puhtausluokka (P). Uusimman Sisäilmastoluokituksen päivityksen myötä puhtausluokkien määrä väheni yhteen luokkaan P1. Hankkeita, joissa P1-puhtausluokkaa yleisesti tavoitellaan ovat julkiset- ja toimisto rakennukset, päiväkotit, koulu-, ja asuinrakennukset. [1]

Tässä opinnäytetyössä käsitellään rakentamisen aikaista P1-puhtausluokitusta yleisesti rakennusprojekteissa. Esimerkkikohteen myötä tarkastellaan tarkemmin toimitila- ja hallirakentamisessa ja P1-puhtausluokituksen vaikutuksia aika-tilaan ja kustannuksiin. P1-puhtausluokituksen toteuttaminen

rakennusprojektissa vaikuttaa rakennusprosessiin tuoden mukanaan erityispiirteitä aikataulun ja kustannusten hallintaan.

1.2 Työn tavoitteet ja toteutus

Tämä opinnäytetyö käsittelee P1-puhtausluokitusta rakennusprojektissa. Työn päätavoitteena on tuoda esille puhtausluokituksen vaikutukset aikatauluun ja kustannuksiin. Työn tavoitteena on selvittää, vaatii P1-puhtausluokitus lisäresursseja ja -toimenpiteitä, joista aikatauluun ja kustannuksiin liittyvät haasteet usein johtuvat. Yhteenvedoksi tehdään vertailu, miten aikataulu ja kustannukset eroavat rakennusprojektissa, jossa ei ole käytössä P1-puhtausluokitusta, minkä seurauksena kyetään tuomaan esille mahdollisia ratkaisuja aikataulu- ja kustannushaasteisiin.

Työn esitutkimuksessa tuodaan esille, mistä P1-puhtausluokitus saa alkunsa eli tutkimuksessa käydään läpi Sisäilmaston suunnittelu ja toteutus, missä käsitellään sisäilmastoluokkia, sisäympäristön teknisiä tavoitteita sekä rakennusmateriaaleja. Esitutkimukseen sisällytetään työmaasuunnittelu ja työmaan puhtaus. Työmaasuunnittelu ja työmaan puhtaus lukua avataan esittämällä rakennustöiden aikainen puhtausluokitus ja tähän vaikuttavat tekijät sekä puhtauden arviointi.

Esitutkimuksen jälkeen tutkitaan, mistä P1-puhtausluokituksen vaikutukset aikatauluun ja kustannuksiin muodostuvat. Puhtausluokituksen vaikutuksia aikatauluun tutkitaan työvaiheiden jaksotuksen sekä suojarakenteiden aikatauluvaikutusten kautta. P1-puhtausluokituksen vaikutuksia kustannuksiin -luvussa käydään läpi luokituksen ja tämän aiheuttamien työvaiheiden kustannuksia, pidempien työsuorituksien vaikutuksia kustannuksiin sekä suojarakenteiden ja P1-siivouksen vaikutuksia kustannuksiin. Aikataulu- ja kustannusvaikutuksista laaditaan haastattelututkimus. Haastattelututkimuksen sekä teorian pohjalta luodaan tutkimustulokset, johtopäätökset ja yhteenveto.

Työssä ei keskitytä pääasiana P1-puhtausluokituksen teknisiin yksityiskohtiin, sen sijaan painopiste keskittyy luokituksen aiheuttamiin aikataulu- ja kustannusvaikutuksiin. Työssä esiintyvä havaintoja, vertailuja sekä kuvia esimerkkikohteesta, näiden tarkoitus ei ole tarjota yleispäteviä ohjeita tai suoria sovelluksia muille rakennusprojekteille. Opinnäytetyö ei käsittele muita puhtausluokituksen ulkopuolisia tekijöitä, jotka voivat vaikuttaa rakennusprojektien aikatauluun ja kustannuksiin.

1.3 Yritysesittely

Opinnäytetyö tehdään Jatke Toimitilat Oy:n toimeksiannosta. Jatke Toimitilat Oy kuuluu Jatke -konserniin ja muodostui omaksi yksikökseen ja aloitti toimintansa vuonna 2022. Jatke on suomalainen yritys, joka perustettiin vuonna 2009. Jatke rakentaa pääkaupunkiseudun, Tampereen ja Turun alueilla asuinrakennuksia ja toimitiloja. Yhtiön kotipaikka on Helsinki, ja pääkonttorin siirryttyä tämä sijaitsee myös nykyään Helsingissä. Jatkeella työskentelee yhteensä 418 rakennusalan ammattilaista, joista 369 on toimihenkilöitä ja 49 on työntekijöitä. [3]

Konsernin liikevaihto vuonna 2023 oli noin 412 miljoonaa euroa, josta liikevoittoa oli noin 9 miljoonaa euroa. Jatke Toimitilat Oy:n liikevaihto vuonna 2023 oli 35 % koko konsernin liikevaihdosta, joka oli suurin liikevaihto konsernin

yksiköistä. Toiseksi suurin liikevaihto oli Jatke Pirkanmaa Oy:llä, joka oli 21 % konsernin liikevaihdosta. [3]



Kuva 1 Jatke konsernin organisaatiokaavio [3]

Jatke konserniin kuuluu Jatke Toimitilat Oy:n lisäksi viisi muuta yksikköä, joita ovat Jatke Oy, Jatke Uusimaa Oy, Jatke Länsi-Suomi Oy, Jatke Pirkanmaa Oy ja Jatke Julkisivut Oy (kuva 1). ”Jatke Oy vastaa konsernin yhteisistä tukitoiminnoista, kuten hankekehityksestä, henkilöstöasioista, hankinnasta, laadusta, kehityksestä, lakiasioista, tietohallinnosta, taloushallinnosta, viestinnästä sekä turvallisuudesta” [3]. Kuvassa 1 on esitetty Jatke-konsernin organisaatiokaavio.

2 Sisäilmastoluokituksen suunnittelu ja toteutus

Sisäilmaston suunnittelun ja toteutuksen tarkoituksena on määrittää tavoitteeksi tietty sisäilmastoluokka, mikä takaa rakennukselle ilmastoluokan mukaisen ilmanlaadun sekä olosuhteet käyttäjälle [1]. Tässä luvussa käydään läpi vaiheita, jotka ovat keskeisiä suunnittelu ja toteutus prosessissa.

Sisäilmastoluokituksen suunnittelu ja toteutus prosessi sisältää useita vaiheita. Tässä luvussa tutkitaan miten sisäilmastoluokat, sisäympäristön ja -ilmanlaadun

tekniset tavoitteet, rakennusmateriaalit ja näiden päästöluokitukset, tuotannon-suunnittelu ja siihen tarvittavat asiakirjat sekä P1-alueiden laatiminen.

2.1 Sisäilmastoluokat

Rakennusprojektin hankesuunnitteluvaiheessa rakennuttajan, tilaajan ja rakennuttajakonsultin tehtävänä on määritellä ja valita tavoitteet, jotka koskevat sisäympäristön puhtautta ja rakennusmateriaalien päästöjä. Tämä tehdään yhteistyössä suunnittelijoiden kanssa, ja tavoitearvot sekä niihin liittyvät toimenpiteet tiedotetaan kaikille hankkeessa mukana oleville suunnittelijoille. Tässä vaiheessa hankeohjelmaan määritellään myös keskeisten tilatyypin sisäilmastoluokat, joita ovat S1, S2 ja S3. [1]. Kuvassa 2 on esitetty havainnekuva sisäilmastoluokituksen vaatimuksista.



Kuva 2: Havainnekuva sisäilmaluokituksen vaatimuksista [1]

Kuvasta 2 selviää, että sisäilmaluokka S1 on luokituksista vaativin, ja tämän saavuttamiseksi vaaditaan koneellista jäähdytystä ja huonekohtaista lämpötilan säätöä. Sisäilmaluokka S2 voidaan saavuttaa jo pelkällä taitavalla rakennus-suunnittelulla ilman koneellista jäähdytystä. Luokka S3 on vähimmäistasoluokitus, johon päästään viranomaisvaatimuksien vähimmäistasolla. S3 luokan sisäilma voi pahimmassa tapauksessa aiheuttaa haittoja herkille henkilöille. [4]

2.2 Rakennusmateriaalit

Rakennusmateriaalien valintaan vaikuttaa päätetty sisäilmaluokka. S1- ja S2-tiloissa tulisi käyttää pääasiassa M1-luokan tuotteita, jotka ovat määritelty vähäpäästöisiksi. S1- tai S2-tiloissa voidaan käyttää muita, kun M1-luokan materiaaleja korkeintaan 20 % huoneen sisäpinoista, kuitenkin siten, että niiden yhteenlaskettu pinta-ala ei ylitä 1 m² huoneen lattiapinta-alaa kohden. Näiden rajoitusten avulla pyritään minimoimaan epäpuhtauspäästöjen, kuten VOC-yhdisteiden vaikutusta sisäilmaan. [1]

Käytettävien materiaalien kosteustekniset ominaisuudet tulee valita käyttötarkoituksen mukaan. Esimerkiksi betonirakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen edellyttävät tarkkaa kuivumisaikojen huomioimista. Väärin valitut materiaalit voivat johtaa kosteusvaurioihin ja siten heikentää sisäilmanlaatua. Kosteusteknisesti toimiviksi tunnetut ja yhteensopivat materiaalit vähentävät riskiä kosteuden aiheuttamiin ongelmiin. Rakenteiden päällystyskelpoisuuden vaatimat kuivumisajat tulee ottaa huomioon, koska liian aikainen päällystäminen voi johtaa kosteusongelmiin. Esimerkiksi betonipintojen päällystäminen ennen riittävää kuivumista. Päällystäminen ennenaikaisesti voi aiheuttaa päällysteiden irtoamista, halkeilua, hilseilyä tai homevaurioita, josta sisäilman laatu kärsii. [5]

Hyvä akustiikka on tärkeä osa sisäilman laatua, sen vaikuttavuuden tilojen käyttömukavuuden kannalta. Materiaaleilla, joilla on hyvät äänenvaimennusominaisuudet, saadaan vähennettyä häiritsevää melua ja parantavat siten tilojen viihtyisyyttä. Äänenvaimennus tulee huomioida erityisesti sellaisissa tiloissa, joissa on paljon ihmisiä tai muita melulähteitä. [5]

Helppo puhdistettavuus ja hyvä kulutuskestävyys ovat oleellisia kriteereitä materiaalien valinnassa. Nämä kriteerit vaikuttavat tilojen ylläpitoon ja pitkäaikaiseen käyttöön. Helposti puhdistettavat ja kulutusta kestävät materiaalit auttavat ylläpitämään hyvää sisäilmanlaatua vähentämällä pölyn ja lian kertymistä. [5]

Rakennusselostuksessa on määriteltävä materiaalien ja tarvikkeiden

vaihdettavuus vastaaviin tuotteisiin. Vaihtoehtoisia materiaaleja harkittaessa on otettava huomioon näiden päästöt ja vaatimustenmukaisuus. [1]

2.2.1 M1 rakennusmateriaalien päästöluokitus

Mahdollisimman alhaisia epäpuhtauspitoisuuksia saavuteltaessa, tulee ensisijaisesti vähentää kokonaispäästöjä käyttämällä vähäpäästöisiä materiaaleja ja vasta toissijaisesti ilmanvaihtoa lisäämällä. [1] Rakennusmateriaalien päästöluokitus asettaa vaatimuksia hyvän sisäilman laadun takaamiseksi työ- ja asuin-tiloissa käytettäville materiaaleille. Tavoitteena on suosia vähäpäästöisiä tuotteita, jotta materiaalit eivät lisäisi ilmanvaihdon tarvetta. Vähäpäästöisten materiaalien käyttö edistää parempaa sisäilmaa, mutta se ei yksin riitä takaamaan sitä. [1]

Rakennusmateriaalien luokitusjärjestelmä on kolmiportainen, jossa korkein luokka on M1 ja matalin M3. M3-luokkaan kuuluvat materiaalit, jotka eivät täytä M2-luokan vaatimuksia [1]. Pyrittäessä korkeimpiin sisäilmastoluokkiin S1 tai S2 on rajoitettava runsaasti päästöjä aiheuttavien materiaalien (M2 ja M3) käyttöä [1]. Luokitustoiminta perustuu Sisäilmastoluokitus 2018 -dokumenttiin, luokituksen säädäntöihin sekä luokituspäätöksen tekohetkellä voimassa oleviin luokituskriteereihin ja -periaatteisiin [6].

M1-luokitus keskittyy rakennusmateriaaleista ja kalusteista sisäilmaan kulkeutuviin päästöihin eli emissioihin, asettaen raja-arvot haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC), formaldehydin ja ammoniakkin päästöille sekä hajun hyväksyttävyydelle. M1-luokituksessa kriteerit on asetettu sisäilman kannalta merkityksellisemmille pitkäaikaisille emissioille eli tuotteen ominaispäästölle, ei nopeasti haihtuville primääriemissioille, kuten liuottimen ja muiden apuaineiden haihtumis-, kuivumis- ja kalvonmuodostusprosessin aikana. Tästä syystä M1-luokituksen vaatimissa emissiotestauksissa mittaukset suoritetaan 28 vuorokauden vanhennusjakson jälkeen. [6]

2.3 Tuotannonsuunnittelu

Tuotannonsuunnittelu on oleellinen vaihe, kun pyritään saavuttamaan asetettu tavoite. Tuotannonsuunnittelun avulla kyetään ohjaamaan hanke tavoiteltuun sisäilmastoluokkaan laadullisesti ja kustannustehokkaasti.

Tässä osiossa käydään läpi suunnitteluvaiheessa laadittuja asiakirjoja, jotka ovat välttämättömiä tuotantovaiheessa, sekä huomioon otettavia seikkoja P1-alueiden laatisemisessa.

2.3.1 Tarvittavat asiakirjat

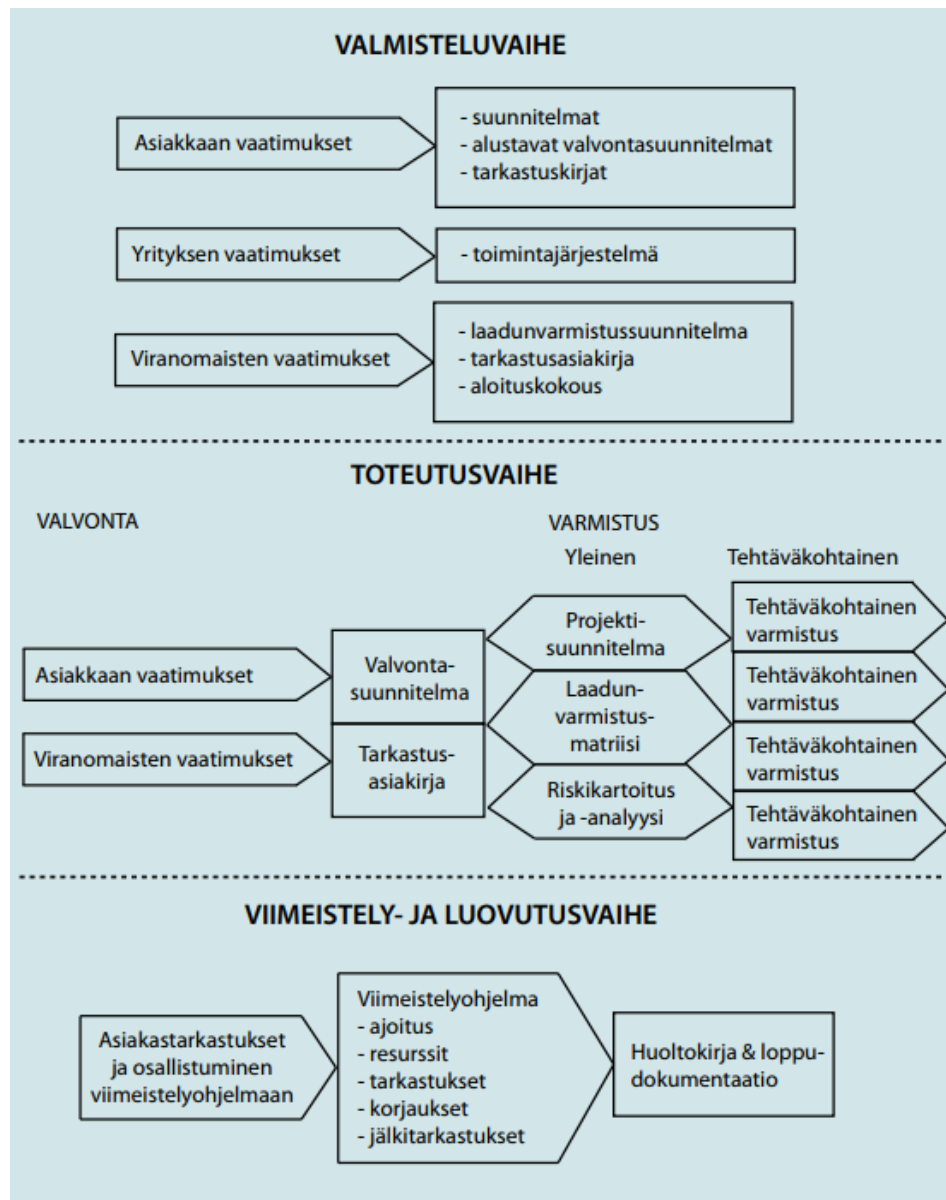
Kaikkien asiakirjojen tulee esittää selkeästi määritellyt sisäympäristötavoitteet ja niihin liittyvät tekniset erityisvaatimukset.

Projektisuunnitelma

Projektisuunnitelma on keskeinen asiakirja rakennusprojektissa, jossa määritellään projektin tavoitteet, aikataulu, budjetti, resurssit, tehtävät ja vastuut. Projektisuunnitelma auttaa varmistamaan, että kaikki osapuolet ymmärtävät projektin kulun ja vaatimukset. [7]

Hyvin laadittu projektisuunnitelma vähentää riskejä, parantaa resurssien hallintaa ja varmistaa tehokkaan kommunikaation kaikkien projektiin kuuluvien osapuolten välillä. Kun kyseessä on P1-kohde, tämä tulee olla selkeästi kirjattuna projektisuunnitelmassa. [7].

Kuvassa 3 on esitetty projektisuunnitelma vaiheittain havainnekuvana



Kuva 3 Projektisuunnitelma havainnekuva [7]

Esimerkkikohteen projektisuunnitelmassa kohdassa "Tuotannon laadunvarmistus" on mainittu, että "Kohteeseen laaditaan rakennustöiden puhtaussuunnitelma, jonka avulla varmistetaan työmaan P1-puhtausvaatimus." [8]

Työmaan laatusuunnitelma

Rakentamisen laatusuunnittelun tavoitteena on varmistaa, että tuottaa sopimuk-
sen mukaista laatua tehokkaasti ja kerralla, hyödyntäen laatujärjestelmiä ja -
suunnitelmia. Yrityksen toiminnan laadun takaamiseksi tarvitaan kattava laatu-
suunnitelma, jossa määritellään toimenpiteet, vastuut ja asiakirjat. [9]

Kattavan laatusuunnitelman tulisi sisältää:

- Yleistiedot kohteesta
- Kohteen erityispiirteet, kuten P1-puhtausluokitus
- Projektiorganisaatio, sekä rakennuttajan että tilaajan
- Tuotannon ajallinen ja taloudellinen ohjaus
- Riskianalyysi ja toimenpiteet
- Laadunvarmistus
- Aikatauluhallinta
- Työturvallisuus
- Kokouskäytäntö ja tämän dokumentointi
- Luovutus
- Laatusuunnitelman ylläpito [10]

Esimerkkikohteen laatusuunnitelmassa mainitaan P1-puhtausluokituksesta koh-
teen erityispiirteenä. [10]

Puhtaudenhallintasuunnitelma

Rakennustyömaanpuhtausluokitus perustuu uusimman eli Sisäilmaluokitus
2018 -ohjeisiin. Sisäilmaluokituksessa ohjeistetaan puhtaudenhallintasuunnitel-
man laatimiseen, koska sillä on keskeinen vaikutus sisäympäristön riskien hal-
lintaan. Puhtaudenhallintasuunnitelma tulee sisällyttää osaksi työmaan laatu-
suunnitelmaa. [1]

Kattavan puhtaudenhallintasuunnitelman tulisi sisältää:

- Jätehuolto
- P1-kohteiden puhtaudenhallintasuunnitelmassa tulee olla selkeä ohjeistus P1-puhtausluokkaan siirtymisestä
- Pääurakoitsijan velvoitteet
- LVIS työt
- Siivous
- Loppusiivous [11]

Kosteudenhallintasuunnitelma

Osana työmaan laadunvarmistussuunnitelmaa tulee laatia veden- ja kosteudenhallintasuunnitelma. [1]

Kosteudenhallintasuunnitelmassa varmistettavia asioita:

- Kosteusriskien kartoitus, jossa kootaan luettelo rakenteista, materiaaleista ja tuotteista, joiden suunnitteluun ja toteutukseen työmaalla voi liittyä kosteusteknisiä ongelmia. Tämän luettelon perusteella kohteen työnjohto kiinnittää valvonnassaan huomiota näiden rakennedetaljien toteuttamiseen.
- Kuivumisaika-arviot:
 - Niille rakenteille, jotka tullaan päällystämään kosteudelle herkillä materiaaleilla, tulee laatia kuivumisaika-arviot.
- Suojaus-, lämmitys-, kuivaus- ja osastointisuunnitelma.
- Varasuunnitelma aikataulussa pysymiseksi, jos kuivumisajat osoittautuvat arvioita pidemmiksi
- Materiaalien ja tarvikkeiden käsittely
- Työaikainen vedenpoisto eli kastumisen estäminen, otetaan huomioon työvaiheissa, jossa vesivahinkojen riski.
- Hyvät kuivumisolosuhteet. Edellyttää, että rakennuksen vaippa saadaan tiiviiksi aikataulussa.
- Kosteudenmittaussuunnitelma, jossa ilmenee mittausmenetelmät, laitteisto, mittausten aikataulu, laajuus ja tarvittavien mittauspisteitten sijainti. Kosteusmittaustulokset ovat peruste rakenteiden päällystettävyydelle.
- Dokumentointi kosteudenhallinnan toteuttamisesta, poikkeusolosuhteista ja mahdollisista vesivahingoista. [1]

Esimerkkikohteen kosteudenhallintasuunnitelmassa ei ole selkeää mainintaa P1-puhtausluokituksesta, mutta kohdassa "Materiaalit ja niiden varastointi" on määritelty materiaalien varastointi vastaamaan P1-puhtausluokituksessa määritettyjä vaatimuksia. [12]

Urakkarajaliite

Urakkarajaliite on keskeinen asiakirja sisäympäristön laadun kannalta. Tarkemat menettelytavat ja toimintaohjeet esitetään työselostuksessa, ohjeet ja velvoitteet esitetään sopimusasiakirjoissa. [1]

Urakkarajaliitteessä on oltava selkeät ohjeet siitä, kenen tehtävä on vastata seuraavista asioista:

- Aikataulu
- Rakenteiden kuivuminen ennen pintarakenteiden asennusta tai pintakäsittelyä
- Talotekniikan toimintakokeet, säädöt ja vastaanotto
- Vaaditun puhtaustason tarkastaminen ennen toimintakokeita
- Rakenteiden suojaaminen sääolosuhteiden haitallisilta vaikutuksilta
- Rakenteisiin tehtävien läpivientien ja liitoskohtien asianmukainen tiivistys
- Värähtelevien taloteknisten laitteiden ja putkistojen paikan päällä tapahtuva äänen- ja värinäneristys
- Rakennusaikaisen vedenpoiston järjestelyt siten, etteivät rakenteet pääse kastumaan
- Päästöluokiteltujen rakennusmateriaalien ja ilmanvaihtotuotteiden kuivat sekä puhtaat varastointialueet tai muut verrannolliset logistiset järjestelyt
- Edellytykset toimintakokeiden suorittamiselle
- Koulutus suunnittelijoille ja urakoitsijoille sisäilmastoluokituksen edellyttämistä asioista [1]

2.3.2 P1-alueiden laatiminen

P1-puhtausluokka edellyttää puhtaussuunnitelman, jossa käsitellään P1-alueiden laatiminen. Ennen virallisen P1-alueen muodostumista on syytä sisätiloissa työskennellessä käyttää työkoneissa kohdepoistoa sekä rakentaa pölykoppeja esimerkiksi erilaisten kuiva-aineiden sekoittamiseen. Pölykopit tulee varustaa kohdepoistolaitteilla sekä tarvittaessa yleisilmanpuhdistimia. Pölykoppeihin sopivia yleisilmanpuhdistimia ovat esimerkiksi alipaineistajat, jotka on varustettu asianmukaisilla suodattimilla, kuten H13. Pölyävissä töissä kohdepoistolaitteiden tulee olla M- tai H-luokkaa vastaavia. Kyseiset luokitukset eivät ainoastaan mittaa suodatuksen tehokkuutta, vaan ne huomioivat myös muita turvallisuusominaisuuksia. Näihin kuuluu esimerkiksi se, miten suodattimien vaihdon yhteydessä on minimoitu pölyn leviämisen riski. Hepa-standardin luokitus puolestaan keskittyy vain suodattimien suodatustehokkuuteen. H-luokan merkintä ei siis automaattisesti tarkoita Hepa-suodatinta, vaikka laitteessa käytettäisiinkin Hepa-suodattimia. [13]

P1-alueet tulee osastoida muista eri puhtaustason tiloista käyttämällä olemassa olevia rakenteita sekä väliaikaisilla suojaseinillä. Tiloissa, joissa on pölyävät työt sallittu, tulisi olla matalampi ilmanpaine kuin P1-osastoiduissa tiloissa, jotta pöly ei pääse kulkeutumaan P1-alueelle. Paine-eron luominen ei ole välttämätöntä, jos P1-alueet on mahdollista osastoida niin, ettei tilojen välillä tarvitse liikkua. Osastoidulla P1-alueella tulee työkalut olla varustettu kohdepoistolla. [14]

Esimerkkikohteen laadunvarmistustoimenpiteenä on käytäntönä, että kun alue on saatu osastoitua, tulee kyseessä olevalla alueella tehdä P1-siivous, jotta osastoitu tila saadaan täyttämään vaadittu puhtaustaso. P1-alueet tulee katselmoida, jonka perusteella alue joko hyväksytään tai hylätään ja näin ollen käydään läpi vaadittavat toimenpiteet, jotta saadaan alue täyttämään P1-puhtausluokituksen vaatimukset. Esimerkkikohteessa P1-alueiden laatimisessa on otettu huomioon yleisaikataulu sekä talotekniikan yleisaikataulu, jonka pohjalta on lähdetty rakentamaan P1-aikataulua. P1-alueiden rakentaminen on jouduttu yhteensovittamaan talotekniikan kanssa tarkasti, jotta osastoinnista olisi

mahdollisimman vähän haittaa tuotannon etenemisen suhteen. P1-alueet esimerkkikohteessa ovat kooltaan 16–1301 m². Kohteessa on viisi väestönsuojaa, joista kolme ovat yksi yhtenäinen P1-alueensa ja loput kaksi ovat osastoitu yhtenäiseksi P1-alueeksi. Esimerkkikohteen erikoistilojen P1-osastoinnissa ei ole eroavaisuuksia muihin P1-alueisiin.

3 Työmaasuunnittelu ja työmaan puhtaus

Tässä osiossa käsitellään P1-työmaan suunnittelua ja puhtautta. P1-kohteissa on olennaista suunnitella P1-puhtausluokituksen vaatimia käytäntöjä, sekä sitä miten muut työt etenevät puhtaasti, luokituksen asettamissa rajoissa.

Osiossa tuodaan esille P1-kohteen työskentelytapoja, P1-siivouksen ja työkoneiden käytön. Lisäksi kappaleessa käsitellään rakennuksen puhtauden arviointi, johon sisältyvät mittaukset puhtauden tasosta.

3.1 Rakennustöiden puhtausluokitus

Rakennustöiden puhtausluokituksen päämääränä on varmistaa, että rakennuksen tilat ovat luovutushetkellä puhtaat ja ettei käytön aikana sisäilmaan pääse rakennusaikaisia epäpuhtauksia [1]. Vuoden 2018 Sisäilmastoluokituksen mukaisesti on määritelty vai yksi puhtausluokka, P1. P1-puhtausluokkaa käytetään tavoitteena saavuttaa sisäilmastoluokat S1 ja S2. Jos hankkeessa ei käytetä P1-puhtausluokkaa, tulee silti noudattaa hyviä rakentamistapoja. Aiemmassa ohjeessa, sisäilmastoluokituksen 2008 mukaan, rakennustöiden puhtausluokat jaettiin kahteen luokkaan: P1 ja P2. P2-puhtausluokkaa sovellettiin silloin, kun rakennustöiden puhtaudelle ei asetettu erityisiä vaatimuksia, ja tällöin pyrittiin sisäilmastoluokkaan S3. Vaikka P2-luokka edellytti hyvän rakentamistavan

noudattamista, se ei sisältänyt muita vaatimuksia tästä poiketen. Tämän vuoksi P2-puhtausluokka poistettiin uudesta vuoden 2018 sisäilmastoluokituksesta.

[14]

3.1.1 Työskentely tavat

P1-puhtausluokan vaatimukset rakentamisessa edellyttävät pölyttömien työmenetelmien käyttöä, pölyn leviämisen estämistä ja säännöllistä ylläpitosiivousta.

[1] P1-kohteissa noudatetaan puhtauteen liittyviä hyviä rakennustapoja. Suurin ero työmenetelmien osalta P1-kohteiden ja muiden kohteiden välillä on P1-alueiden osastointi ja osastointiin liittyvät työt. Jos osastoinnissa hyödynnetään valmiita seinärakenteita, tulee tällöin huomioida myös läpiviennit umpeen. Kuvassa 4 on esitetty esimerkkikohteen käytössä oleva kulku P1-alueelle.



Kuva 4 Suojarakenne 1

Esimerkkikohteessa rakennuksen ominaisuuksien sekä asennuksien vuoksi on P1-alueille kulkua varten rakennettu ovet. Ovien ympärille on asennettu pakkas-matoista tiivistykset, sekä oviin on asennettu jouset, jotta ovet sulkeutuisivat itsestään. Kuvassa 5 on esitetty WC-tilojen välipohjan yläpuolelle asennetut suo-jarakenteet.



Kuva 5 Suojarakenne 2

Ennen osastointia on todettu toimivaksi ratkaisuksi rakentaa sekoituskopit kuiva-aineiden sekoittamista varten, jotta pölyn leviäminen ympärillä oleviin tiloihin saadaan pidettyä hallinnassa. P1-osastoiduilla alueilla pölyävien töiden teko on kielletty. Näillä alueilla voidaan kuitenkin suorittaa paikkamaalauksia, alakattojen asennusta, kaluste- tai varusteasennuksia, ilmanvaihdon toimintakokeita, säätöä ja viritystä sekä loppusiivousta [1]. Asennustöissä on käytettävä kohdepoistolla varustettuja työkoneita. Ennen alakattojen kiinni laittamista alakattotilat sekä niissä olevat kanavat, putket ja johtokourut on puhdistettava, katselmoitava ja puhtaustaso on todennettava mittauksin. [15].

Kuvassa 6 on esitetty esimerkkikohteen sekoituskoppi, joita on rakennettu lohkoittain 1 per kerros.



Kuva 6 Sekoituskoppi

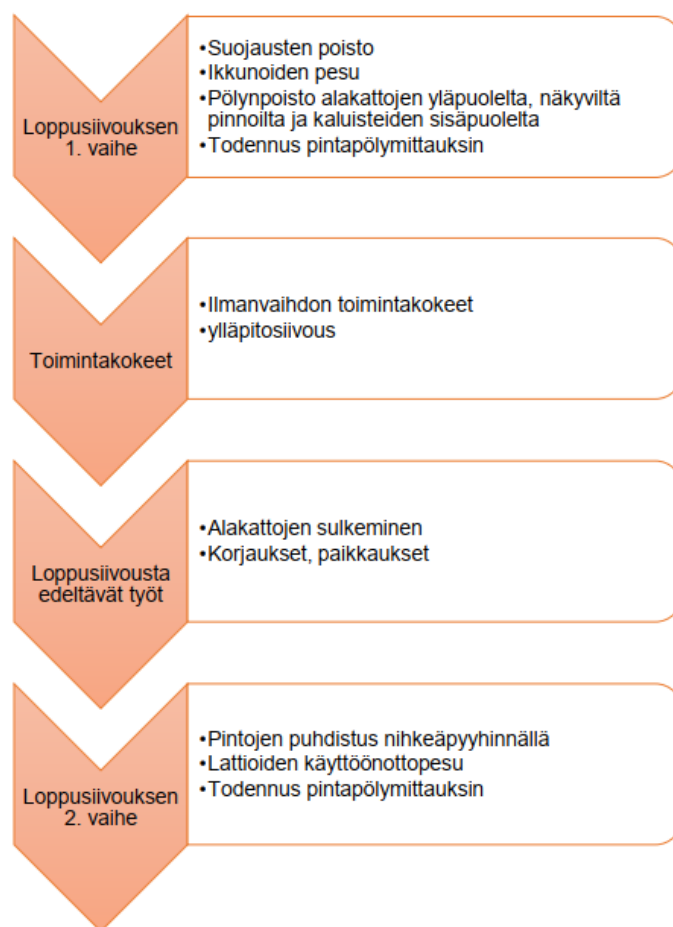
Sekoituskopit ovat rakennettu siten, että niitä olisi mahdollisimman helppo ja nopea siirrellä, jos ne jäävät muun rakennustyön tielle. Sekoituskopit tulee siivota ennen siirtoa.

Materiaaleja ei tule varastoida suoraan lattiapinnan päällä, vaan ne tulee säilyttää esimerkiksi eurolavojen päällä. Rakennusmateriaalit, laitteet ja kalusteet on suojattava kuljetuksen ja varastoinnin aikana ja suojaus poistetaan vasta asennusvaiheen alkaessa [15]. Tupakointi ja ruokailu työmaalla on kielletty ja tupakointi on sallittu vain merkityillä tupakointipaikoilla. [15]

3.1.2 P1-kohteiden siivous

P1-kohteiden siivous pitää sisällään kolme vaihetta, joita ovat työskentelyn aikainen siivous eli ylläpitosiivous sekä loppusiivoukset, jotka tehdään ennen ja jälkeen ilmanvaihtolaitteiden toimintakokeita. P1-kohteissa siivous tulee

suorittaa käyttämällä lastaa ja imuria, sillä harjan käyttö on kielletty pölyn leviämisen estämiseksi. Täsmällinen ylläpitosiivous koko hankkeen ajan ennen loppusiivousta vähentää merkittävästi loppusiivoukseen tarvittavaa aikaa. P1-kohteissa pyritään valitsemaan työmenetelmäksi pölyämätön ratkaisu hyvien rakennustapojen mukaisesti. Herkästi pölyäviä rakennustöitä ovat muun muassa hionta ja sahaaminen. [14]. Kuvassa 7 on esitetty P1-kohteen loppusiivouksen vaiheet.



Kuva 7 P1-kohteen loppusiivouksen vaiheet [14].

Esimerkkikohteessa alakattoja on asennettu osittain jo ennen ilmanvaihdon toimintakokeita.

3.2 Rakennuksen puhtauden arviointi

Ennen ilmanvaihtolaitteiden käynnistämistä tarkistetaan ja arvioidaan rakennuksen kaikkien sisällä olevien pintojen puhtaus silmämääräisesti, mukaan lukien pinnat, jotka eivät jää näkyviin valmiissa rakennuksessa. Ennen rakennuksen luovutusta tarkastetaan ja arvioidaan puolestaan kaikki näkyvissä olevat pinnat. Tämä arviointi käsittää lattia-, kaluste-, seinä- ja kattopinnat sekä kalusteiden sisäpinnat. Alakattojen yläpuolisia pintoja ei tarkastella, koska luovutusvaiheessa alakatot ovat jo asennettuina. [14]

Puhtauden arvioinnissa pintoja tarkastellaan ensisijaisesti silmämääräisesti, että jokaisen tilan puhtausvaatimukset täyttyvät. Pölyn näkyvyyteen vaikuttavat monet tekijät, kuten valaistus, materiaalin laatu, pinnan väri ja itse pölyn määrä. Näin ollen eri likaisuusasteiden arviointi voi olla haastavaa ja tarvittaessa pintojen pölykertymää voidaan mitata geeliteippimenetelmällä. Geeliteipin keräämän pölyn määrä mitataan yleensä laseroptisella pintapölymittarilla, joka havaitsee, kuinka paljon laservalon läpäisevyys vähenee teipissä olevan pölyn vuoksi [14]. Tulokseksi saadaan pölyisyysprosentti. Mittaus suositellaan tehtäväksi vähintään kahden tunnin kuluttua siivouksesta, jotta ilmassa oleva pöly ehtii laskeutua pinnoille ennen mittausta. [1]

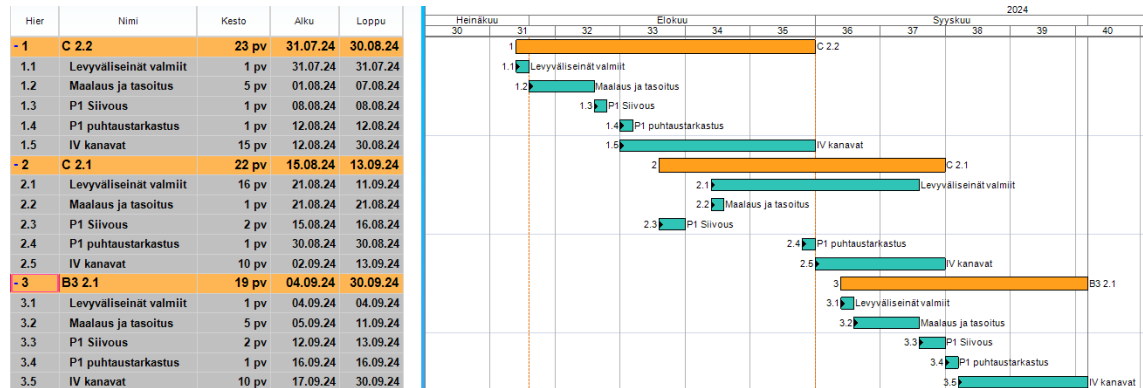
4 P1-puhtausluokituksen vaikutus aikatauluun

Tässä luvussa käydään läpi, miten P1-puhtausluokitus vaikuttaa rakennushankkeen aikatauluun.

Aikatauluvaikutuksia tuodaan esille tutkimalla, mikä vaikutus eri sisätyövaiheiden jaksotuksella ja yhteensovittamisella on.

4.1 Työvaiheiden jaksotus

Esimerkkikohteessa sisätyövaiheita on jaksotettu yleisperiaatteella; Osastointi→ pölyävät työt→ P1-siivous→ P1-tarkastus→ IV-kanavat. Kuvassa 8 on esitetty osa esimerkkikohteen P1-aikataulusta.



Kuva 8 Esimerkkikohteen P1-aikataulu

Pölyäviin töihin kuuluu esimerkkikohteessa mm. levyväliseinät, muuratut seinät, sekä seinien tasoitus ja maalaus. Pölyävien töiden aikataulutus ei tulisi olla liian tiukka, koska nämä työvaiheet ovat kriittisimmät vaiheet, jotta aikataulussa pysytään. P1-siivoukselle tulisi myös jättää hyvin aikaa, jotta tämä olisi tehty asianmukaisesti ennen IV kanavien asennusta.

5 P1-puhtausluokituksen vaikutus kustannuksiin

Tässä osiossa kerrotaan yleisellä tasolla yleisimmät ja selkeimmät P1-puhtausluokituksen aiheuttamat kustannusvaikutukset.

P1-puhtausluokituksesta johtuvat turhimmat kustannukset syntyvät puhtausluokituksen laiminlyönnistä, jolloin puhtausluokituksen hyötyjä ei saavuteta, mutta maksetaan puhtausluokitukseen liittyvistä tehdyistä töistä sekä vuokrakalustosta.

5.1 Suojarakenteiden ja siivouksen kustannusvaikutukset

Ylläpitosiivouksen laiminlyönti aiheuttaa lisäkustannuksia, jotka tulevat ilmi ennen P1-puhtausluokituksen käyttöönottoa. Puhtaus ja asianmukainen varastointitapa ehkäisee materiaalien likaantumista, rikkoutumista ja kastumista. Näin ollen puhtauden ylläpidolla kyetään vähentämään materiaalikustannuksia, koska siistissä työympäristössä materiaalivahingot ovat pienemmät [14].

Suojarakenteisiin liittyvät kustannukset riippuvat rakennuksen ominaisuuksista, kuten tilojen pinta-alasta ja korkeudesta, sekä miten olemassa olevia rakenteita pystytään hyödyntämään. Osastoidut alueet alipaineistetaan ja tähän liittyvän kaluston vuokrauksesta syntyy kuluja työmaalle. P1-alueet tulisi suunnitella tarkasti, jotta voitaisiin minimoida ylimääräiset suojarakenteet ja kalusto.

6 Haastattelututkimus

Haastattelututkimus kappaleessa esitellään haastateltavat sekä käydään läpi haastattelun kysymykset.

Haastattelututkimuksen lähtötiedot haastateltaville:

”Haastattelututkimus on osa opinnäytetyötä, jonka aiheena on P1-puhtausluokitus: Aikataulu- ja kustannusnäkökulma. Työ toteutetaan Metropolian ammatti- korkeakoululle osana Rakennusalan työnojohto -koulutusohjelmaa. Tämä haastattelututkimus toteutetaan yhteistyössä Jatke Toimitilat Oy:n kanssa.

Kaikki tulokset anonymisoidaan ja niitä ei tulla esittämään lopullisessa työssä.”

6.1 Haastateltavien esittely

Haastattelututkimuksen kohderyhmänä olivat pääasiassa Jatke Oy:n toimihenkilöitä, ja haastattelut toteutettiin sähköisesti. Haastateltavien henkilöllisyyttä ei tulla paljastamaan. Molemmissa haastattelututkimuksissa haastateltavat on

nimetty HX-nimityksellä, jossa X-numero erottaa henkilöt toisistaan. Osa haastateltavista vastasi molempien haastattelututkimuksien kysymyksiin. Taulukossa 1 on esitetty haastateltavien tiedot sekä vastausajat.

Taulukko 1. Haastateltavien tiedot

Haastateltava	Tehtävänimike	Haastatteluiden pituus	Vastauksen päiväys
H1	Työpäällikkö	32:39	26.7.2024
H2	Tuotantoinsinööri	11:26 + 38:09	26.7.2024
H3	Työpäällikkö	15:27	26.7.2024
H4	Yksikönjohtaja	02:31 + 00:43	5.8.2024
H5	Työmaapäällikkö	38:42 + 25:41	5.8.2024
H6	Tuotantoinsinööri	55:56	13.8.2024
H7	Työpäällikkö	18:31 + 05:27	26.8.2024
H8	Tuotantoinsinööri	39:37 + 09:06	17.9.2024

Haastateltaville lähetettiin sähköisesti liitteen 1 ja 2 mukainen haastattelurunko, jossa oli avattuna haastattelututkimuksen taustatiedot.

6.2 Haastattelukysymykset

Haastatteluja tehtiin kaksi, joista ensimmäinen liittyi P1-puhtausluokituksen aikataulullisiin haasteisiin ja toinen P1-puhtausluokituksen kustannushaasteisiin. Taulukossa 2 on esitetty haastattelututkimus 1 kysymykset ja taulukossa 3 on esitetty haastattelututkimus 2 kysymykset.

Taulukko 2. Haastattelututkimus 1: Aikataululliset haasteet

1. Miten hyvin koet tuntevasi P1-puhtausluokituksen (1=erittäin huonosti, 5=erittäin hyvin)
2. Paljonko teillä on kokemusta P1-puhtausluokituskohteista
3. Miten koet P1-puhtausluokituksen rakennusprojektissa, hyötyjä ja haittoja
4. Miten koet P1-puhtausluokituksen vaikuttavan rakennusprojektin aikatauluun
5. Mitkä ovat keskeisimmät P1-puhtausluokituksen aiheuttamat aikataululliset haasteet
6. Kuinka haastavaksi koet P1-aikataulun yhteensovittamisen muuhun työmaan toimintaan (1=ei haasteita, 5=erittäin haastavaa)
7. Millaisia toimenpiteitä olette käyttäneet P1 projektissa aikatauluhaasteiden ratkaisemiseksi
8. Miten P1 projektit eroavat aikataulullisesti projekteista, joissa P1-puhtausluokitusta ei ole käytössä
9. Kerro yksi konkreettinen esimerkki projektista, jossa P1-puhtausluokitus vaikutti merkittävästi aikatauluun. Mikä oli aikataulullisten vaikutuksien laajuus ja mitä olisi voitu tehdä, jotta tältä olisi
10. Mitä positiivisia vaikutuksia työmaan näkökulmasta P1-puhtausluokitus on tuonut
11. Kehitysideoita P1-puhtausluokituksen aiheuttamiin aikatauluhaasteisiin

Taulukko 3. Haastattelututkimus 2: Kustannushaasteet

1. Miten hyvin koet tuntevasi P1-puhtausluokituksen (1=erittäin huonosti, 5=erittäin hyvin)
2. Paljonko teillä on kokemusta P1-puhtausluokituskohteista
3. Kuinka hyvin P1 projektien alussa pystytään ennakoimaan P1-puhtausluokituksen aiheuttamat kustannukset (1=erittäin huonosti, 5=erittäin hyvin)
4. Miten arvioisit P1-puhtausluokituksen tuoman lisäarvon suhteessa sen aiheuttamiin kustannuksiin (1 = ei lisäarvoa, 5 = erittäin suuri lisäarvo)
5. Miten paljon koet P1-puhtausluokituksen vaikuttavan rakennusprojektin kustannuksiin (1=erittäin vähän, 5=erittäin paljon)
6. Mitkä ovat keskeisimmät P1 toimenpiteet ja työvaiheet, jotka vaikuttavat kustannuksiin
7. Miten yleissiivous ennen P1-alueiden laatimista ja P1-siivousta vaikuttaa P1 lopuksiivouksen kustannuksiin
8. Kerro yksi konkreettinen esimerkki projektista, jossa P1-puhtausluokitus vaikutti merkittävästi kustannuksiin. Mikä oli kustannusten suuruus
9. Millä menetelmillä P1-puhtausluokituksen aiheuttamia kustannuksia olisi mahdollista vähentää
10. Kehitysideoita P1-puhtausluokituksen aiheuttamiin kustannusvaikutuksiin

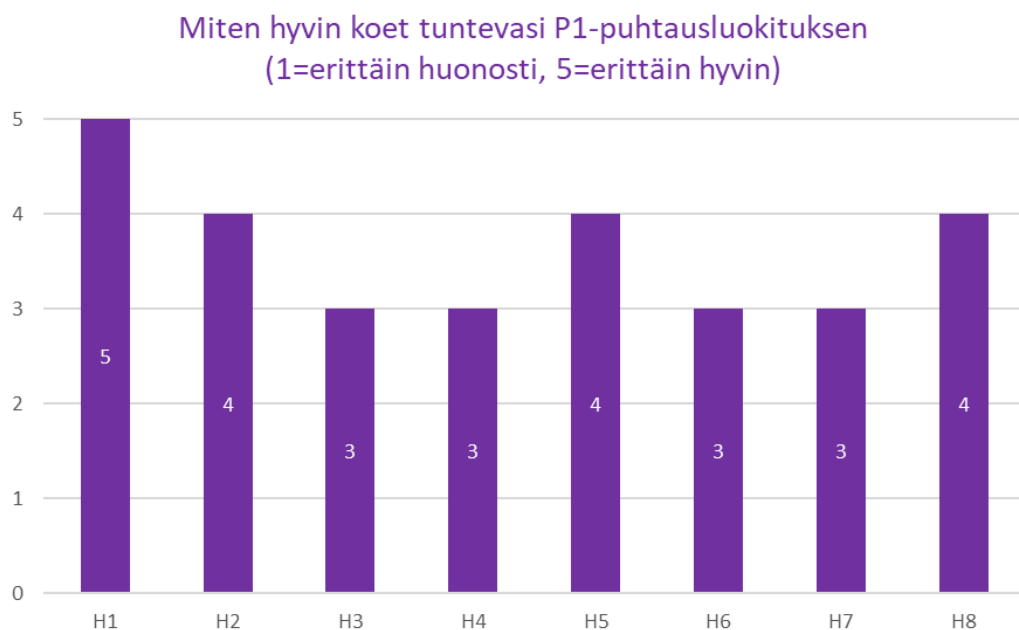
Haastattelututkimukset aloitettiin johdantokysymyksillä, joilla selvitettiin haastateltavan tuntemus P1-puhtausluokasta, joiden jälkeen esitettiin haastavampia kysymyksiä. Lopuksi kysyttiin kehitysideoita haastattelun aiheeseen liittyen.

7 Tulokset

Tässä luvussa käydään läpi haastattelututkimuksesta saatuja tuloksia. Haastatteluiden tavoitteena oli syventää ymmärrystä P1-puhtausluokituksen aiheuttamista aikataulu- ja kustannushaasteista. Tulosten käsittelyssä keskitytään esiin nousseisiin havaintoihin, sekä esitetään merkittävien numerollisten kysymysten tulokset kaavioilla.

7.1 Aikataulu

Haastattelututkimus 1. käytiin läpi P1-puhtausluokituksen aiheuttamia aikatauluhaasteita. Haastattelututkimukseen vastasi kahdeksan henkilöä, joista kaikkien tuntemustaso P1-puhtausluokituksesta oli kohtalaisen ja erittäin hyvän välillä. Kuva 9 kertoo haastateltavien tuntemuksen P1-puhtausluokituksesta. Kuvassa 9 on esitetty haastateltavien vastaukset haastattelukysymykseen 1.



Kuva 9: Haastattelututkimus 1. kysymys

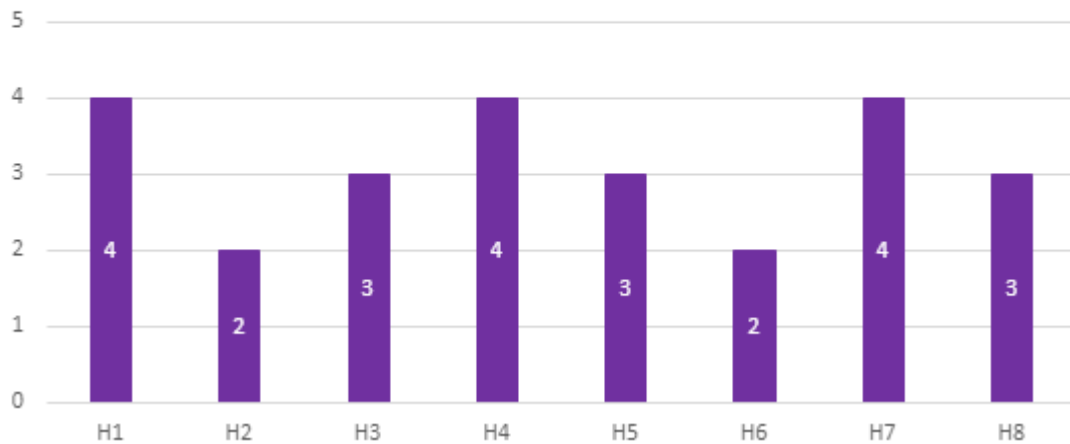
Haastateltavien keskiarvollinen tuntemus P1-puhtausluokituksesta oli 3,63 asteikolla 1–5. Tuntemuksen voidaan täten arvioida olevan kohtalaisesti. Koke-
musta haastateltavilla P1-puhtausluokituksesta oli vähäisestä kokemuksesta
useampaan rakennusprojektiin, joten vastaajien kokemustaso oli vaihtelevaa.

Kysymyksessä 3 pyydettiin vastaajia kertomaan P1-puhtausluokituksen hyötyjä
ja haittoja. Kysymykseen 3. haastateltavista suurin osa vastasi P1-puhtausluoki-
tuksen hyödyiksi siistimmän ja turvallisemman työmaan. Haastateltavat kokivat
myös puhtausluokituksen hyödyttävän loppusiivosta, joka onnistuneissa P1-
kohteissa on nopeampi toteuttaa. Tämä johtunee normaalia työmaata aktiivi-
semmasta ja tiheämmästä siivoamisesta koko työmaan aikana.

Haastateltavista suurin osa koki P1-aikataulun yhteensovittamisen muuhun työ-
maan toimintaan kohtalaisen haastavaksi. H5 vastasi kysymykseen 3, että ta-
vanomaisessa rakentamisessa (asuintalo, toimitila, hotelli) P1-puhtausluokitus
ei tuo merkittävää lisäarvoa rakennukselle, vaan puhtausluokitusta tulisi käyttää
erityisrakennuksissa, kuten sairaaloissa, laboratorioissa ja teollisuusrakennuk-
sissa, jolloin puhtausluokituksella kyettäisiin täyttämään tilaajien vaatimukset.
Näissä kohteissa puhtausvaatimukset ovat korkeammat, koska loppukäytössä
tilojen tulee olla pölyttömät ja sisäilman puhtausvaatimukset ovat tavanomaista
rakennusta korkeammat.

Kysymyksessä 4 ja 5 käsiteltiin aikataulullisia vaikutuksia ja aikatauluun liittyviä
haasteita, jotka P1-puhtausluokitus aiheuttaa rakennusprojektille. Keskeisim-
mäksi aikatauluhaasteiden aiheuttajaksi nähtiin haastattelun perusteella osas-
tointien oikea-aikainen rakentaminen, sekä pölyävien töiden aikataulutus ja
siinä pysyminen. Kysymyksessä 6 pyydettiin vastaajia arvioimaan, kuinka haas-
tavaa on yhteensovittaa muuhun työmaatoimintaan. Kuvassa 10 on esitetty vas-
taukset kysymykseen 6.

Kuinka haastavaksi koet P1 aikataulun
yhteensovittamisen muuhun työmaan toimintaan (1=ei
haasteita, 5=erittäin haastavaa)



Kuva 10 vastaukset kysymykseen 6

Keskiarvoksi vastauksille saatiin 3,13, joten yhteensovituksen voidaan nähdä vastausten perusteella kohtalaisen haastaviksi.

Haastattelussa esiin tulleita toimenpiteitä, joilla on pyritty ratkaisemaan aikatauluhaasteita:

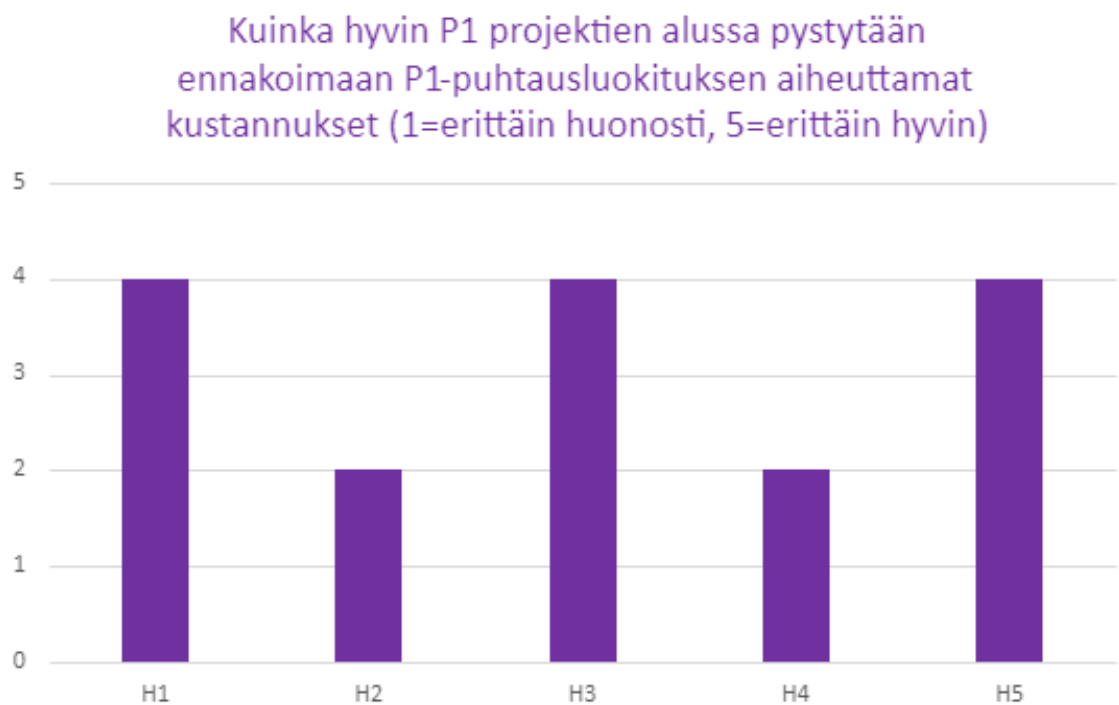
- Tarkasti suunniteltu aikataulu; otettava huomioon mm. työvaiheiden oikea järjestys sekä oikea aikaisuus
- Ennen lv-asennuksia tehtäville töille tulisi varata tarpeeksi aikaa
- Urakoitsijat, joihin P1-puhtausluokitus vaikuttaa tulisi saada sitoutettua aikatauluun
- Pääurakoitsijan työnjohto järjestää aikataulupalaverin viikoittain, johon osallistuu kaikki aliurakoitsijat, joiden työt vaikuttavat P1-työvaiheisiin
- Sekoituskopit, jotka nopeuttavat P1-alueiden siivouksen, ennen käyttöönottoa.

Viimeisessä kysymyksessä kysyttiin kehitysideoita P1-puhtausluokituksen aiheuttamiin aikatauluhaasteisiin. H1 mielestä isoimmille työmaille, jossa on P1-puhtausluokitus käytössä, olisi hyödyllistä olla erillinen P1-työnjohtaja. Vastausten perusteella voidaan todeta, että P1-puhtausluokituksen suunnittelu hyvissä ajoin ja mahdollisimman tarkasti olisi yksi kehityskohde. Suunnittelulla

tarkoitettiin työtä ennakoivaa suunnittelua sekä tarkkaa aikatauluttamista, jolla vältetään työn keskeytyminen työvaiheiden välillä. Vastauksissa mainittiin, että on tärkeää sitouttaa koko hankeorganisaatio esimerkiksi sakollisin vaatein noudattamaan P1-vaatimuksia sekä aikataulua.

7.2 Kustannukset

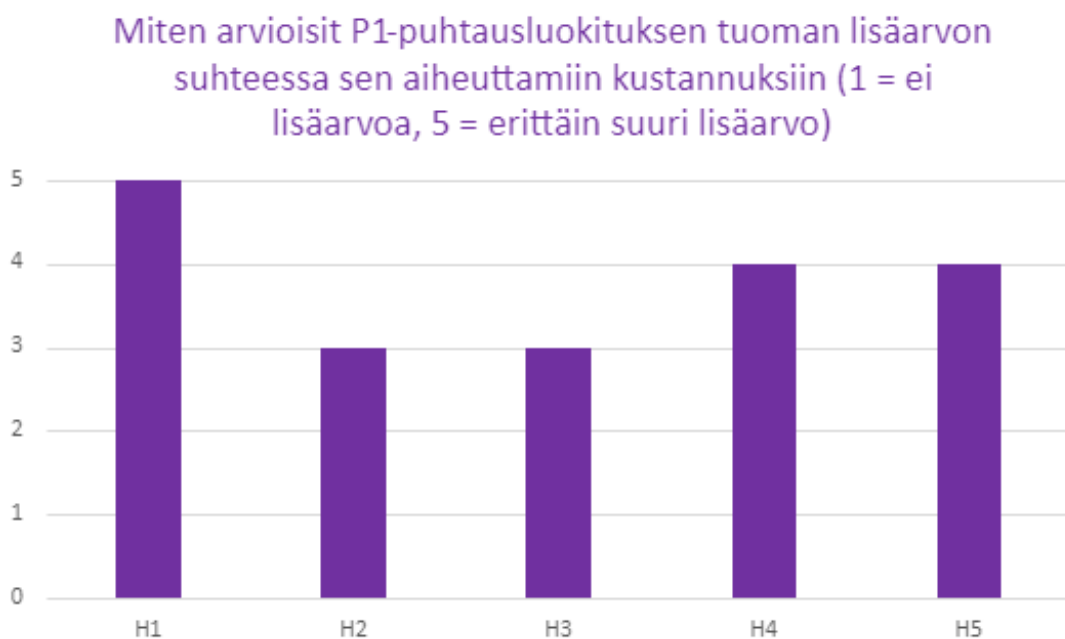
Haastattelututkimuksessa 2 esitettiin kysymyksiä P1-puhtausluokituksen kustannuksiin liittyen. Haastattelututkimukseen vastasi viisi henkilöä, joista kaikkien tuntemustaso P1-puhtausluokituksesta oli kohtalaisen ja erittäin hyvän välillä. Kysymyksen 3 “Kuinka hyvin P1 projektien alussa pystytään ennakoimaan P1-puhtausluokituksen aiheuttamat kustannukset (1=erittäin huonosti, 5=erittäin hyvin)” vastauksista päätellen P1-puhtausluokituksen kustannukset pystytään projektin alussa ennakoimaan kohtalaisen hyvin. Kuvassa 11 on esitetty vastaukset kysymykseen 3.



Kuva 11 vastaukset kysymykseen 3

Kysymyksen 3 vastauksien keskiarvo on 3.20. Vastauskeskiarvon perusteella voidaan ennustettavuuden olevan kohtalaisen hyvää. On kuitenkin huomioitava, että kolme vastaajista koki ennakkoinnin olevan mahdollista hyvällä tasolla.

P1-puhtausluokitus on rakentamisen aikainen puhtausluokitus, jonka tarkoituksena on ehkäistä rakentamisesta johtuvan lian ja pölyn kertymistä rakenteisiin sekä ilmanvaihtokanaviin, jolloin tilaajalle kyetään luovuttamaan puhdas rakennus [1]. Kuvassa 12 on esitetty kysymyksen 4 vastaukset.



Kuva 12 vastaukset kysymykseen 4

Kysymyksen 4 vastauksien perusteella P1-puhtausluokituksen tuoma lisäarvo, suhteessa sen aiheuttamiin kustannuksiin on kannattavaa. Vastauksien keskiarvo on 3.80. P1-puhtausluokitus tulisi toteuttaa asianmukaisesti, jotta saadaan puhtausluokituksen aiheuttamille kustannuksille vastinetta.

Puhtausluokituksesta koituvat kustannukset nähtiin vastauksissa usein haasteina. Kustannuksien arviointiin vaikuttaa, kuinka tarkasti P1-puhtausluokitukseen liittyvät työt on suunniteltu. P1-alueet tulisi suunnitella niin, ettei resursseista syntyisi ylimääräisiä kuluja. Ylimääräisten kustannusten riski nähtiin etenkin liiallisen alipaineistuskaluston ja suojarakenteiden rakentamisen

kustannuksissa tai odotuskustannuksista, jos työvaiheet eivät pääse etenemään suunnitellusti.

Keskeisimmät P1 toimenpiteet ja työvaiheet, jotka vaikuttavat kustannuksiin vastauksien perusteella:

- Osastointien rakentaminen ja purkaminen
- Puhtausluokituksen aiheuttama työntekijäresurssin määrä, kuten rakennussiivoojat ja materiaalien siirtoon varattu henkilöstö
- Materiaalien siirtoa tehdään enemmän vältettäessä tavaroiden kasaantumista sekä siirto on hitaampaa
- Vuokrakalusto
- P1-konsultti
- Pölyävien työvaiheiden hidastuminen

Kysymyksessä 7 tutkittiin, onko lisätyllä yleissiivouksella sekä P1-siivouksella vaikutusta loppusiivouksien kustannuksiin. Vastauksien perusteella tehokkaampi ylläpitosiivous sekä P1-siivous pienentää loppusiivouksien kustannuksia. Rakennuksen ominaisuudet vaikuttavat P1-puhtausluokituksesta koituviin kustannuksiin. H7 kertoi kokemuksestaan, missä suojarakenteiden rakentaminen suuressa hallirakennuksessa vaikutti merkittävästi kustannuksiin.

Haastatteluiden perusteella kustannusvaikutuksia kyetään ennakoimaan ja minimoimaan samoilla menetelmillä, kun aikatauluvaikutuksia. P1-puhtausluokituksesta johtuvat aikatauluhaasteet vaikuttavat yleensä suoraan kustannuksiin. Näin ollen tarkasti suunnitellulla aikataululla ja siinä pysymisellä kyetään minimoimaan puhtausluokituksen aiheuttamia kustannuksia.

8 Johtopäätökset ja yhteenveto

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin P1-puhtausluokituksen vaikutuksia rakennusprojektin aikatauluun ja kustannuksiin. Tutkimuksessa käsiteltiin puhtausluokituksen teoreettinen tausta ja haastattelututkimuksen sekä esimerkkikohteen kautta saadut käytännön kokemukset. P1-puhtausluokitus on keskeinen tekijä

erityisesti sisäilmastoltaan vaativissa kohteissa, kuten sairaaloissa ja laboratorioissa, joissa pyritään korkealaatuiseen sisäilmaan. Kuitenkin myös tavanomaisemmissa rakennuskohteissa P1-puhtausluokituksella on positiivisia vaikutuksia työmaan siisteyteen ja loppusiivouksen tehokkuuteen.

P1-puhtausluokitus tuo mukanaan haasteita erityisesti työvaiheiden oikea-aikaisuuden ja eri työtehtävien yhteensovittamisen osalta. Haastattelututkimuksen tuloksista ilmeni, että puhtausluokitus edellyttää tarkkaa aikataulutusta, erityisesti pölyävien työvaiheiden suhteen. P1-siivouksen merkitys korostuu ennen IV-kanavien ja muiden teknisten järjestelmien asentamista, mikä edellyttää täsmällistä työnjohtoa ja säännöllisiä aikataulupalavereita aliurakoitsijoiden kanssa.

Puhtausluokituksen vaikutukset kustannuksiin vaihtelevat kohteen koon ja erityispiirteiden mukaan. Suurimmat kustannukset syntyvät ylimääraisten siivousresurssien ja vuokratilustalon käytöstä sekä suojarakenteiden rakentamisesta. Haastattelututkimuksen tuloksista päätellen voidaan todeta, että puhtausluokituksesta aiheutuvia kustannuksia kyetään minimoida P1-alueiden tarkalla ennakkosuunnittelulla, toimivalla ylläpitosiivouksella sekä pölynhallinnalla, kuten sekoituskoppien käytöllä.

Teoria sekä haastattelututkimus korostivat, että P1-puhtausluokituksen hyötyjen saavuttaminen edellyttää asianmukaista ennakkosuunnittelua ja resurssointia. Jos puhtausluokituksen vaatimuksia ei noudateta, P1-puhtausluokituksen koituvat kustannukset maksetaan ilman merkittävää hyötyä. Kun P1-puhtausluokitus toteutetaan vaatimuksien mukaisesti se tuo lisäarvoa sisäilmanlaadun ja työolosuhteiden osalta.

Tämä opinnäytetyö tarjoaa näkökulman P1-puhtausluokituksen vaikutuksista aikatauluun ja kustannuksiin rakennusprojektissa. Työ perustuu pääosin yhteen esimerkkikohteeseen ja rajalliseen haastatteluaineistoon, sekä teoriaan, mikä voi rajoittaa tulosten yleistettävyyttä muihin projekteihin. Haastattelut tuottivat merkittäviä käytännön havaintoja, jotka tukivat teoriaosuutta. Laajemmalla otannalla olisi voitu saada haastatteluista monipuolisempaa näkökulmaa.

Teoriaosuus on laadukkaasti toteutettu ja tarjoaa hyvän perustan P1-puhtausluokituksen merkityksen ymmärtämiselle. Työssä esitetyt aikataululliset ja kustannukselliset vaikutukset ovat relevantteja ja tarjoavat hyödyllistä tietoa rakennusprojekteille, joissa pyritään täyttämään P1-puhtausluokituksen vaatimukset minimoiden aikatauluhaittoja sekä ylityksiä arvioituille kustannuksille. Työssä jäi tutkimatta P1-puhtausluokituksen hyödyistä ja vaikutuksista pitkällä aikavälillä, joilla olisi kyetty painottamaan P1-puhtausluokituksen tuomaa lisäarvoa rakennukselle. Tämä opinnäytetyö osoittaa, että P1-puhtausluokituksen ennakkosuunnittelu ja suunnitelmien mukainen toteutus ovat avainasemassa aikatauluviiveiden sekä ylittyvien kustannuksien ehkäisemisessä.

Lähteet

- 1 RT 07-11299. Sisäilmastoluokitus 2018. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. Rakennustieto Oy; 2018. Saatavilla: <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.metropolia.fi/kortit/RT%2007-11299> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 10.6.2024.
- 2 Sisäilmayhdistys. Sisäilmaluokitus 2018. Saatavilla: <https://sisailmayhdistys.fi/julkaisut/>. Hakupäivä 12.6.2024.
- 3 Jatke Oy. 2024. Verkkoaineisto. Saatavilla: <https://jatke.fi/meista/avainlu-vut/>. Hakupäivä 12.6.2024.
- 4 Rafnet 2020. Terveet tilat 2028: Rakennusfysiikkaa rakennusinsinööreille - Sisäilma. Saatavilla: https://tilatjaterveys.fi/documents/39510712/102937006/Rakennusfysiikan+oppimateriaali+insinööri-koulutukseen_Sisailma.pdf
- 5 RT 14-11103. SisäRYL 2013. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen sisätyöt. Rakennustieto Oy; 2013. Saatavilla: <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.metropolia.fi/kortit/RT%2014-11103> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 27.6.2024.
- 6 Rakennustieto Oy. Rakennusmateriaalien päästöluokitus. Saatavilla: <https://ymparisto.rakennustieto.fi/rakennusmateriaalien-paastoluokitus#Mik-on-M1>. Hakupäivä 28.6.2024.
- 7 Ratu S-1229. Rakennustyömaan projektisuunnitelma. Rakennustieto Oy; 2011. Saatavilla: <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.metropolia.fi/kortit/Ratu%20S-1229> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 8.7.2024.
- 8 N.D. Esimerkkikohteen projektisuunnitelma. Jatke Toimitilat Oy; 2024. Hakupäivä 9.7.24
- 9 Ratu S-1180. Työmaan laatusuunnitelma. Rakennustieto Oy; 1997. Saatavilla: <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.metropolia.fi/kortit/Ratu%20S-1180> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 9.7.2024
- 10 N.D. Esimerkkikohteen laatusuunnitelma. Jatke Toimitilat Oy; 2024. Hakupäivä 9.7.2024.
- 11 Harri Valkonen. Terve Talo – ja Puhtaudenhallintaohje. Sitowise; 2021. Hakupäivä 9.7.24.

- 12 N.D. Esimerkkikohteen kosteudenhallintasuunnitelma. Jatke Toimitilat Oy; 2024. Hakupäivä 9.7.24.
- 13 Frnkr. AVI:n ohje rakennuspölyn torjuntaan tekee kohdepoistosta pakollista; 2020. Saatavilla: <https://consair.fi/avin-uusi-ohje-rakennuspolyn-torjuntaan-tekee-kohdepoistosta-pakollista/>. Hakupäivä 14.7.2024.
- 14 Erkka Koivisto. Rakennusprojektin toteuttaminen puhtasrakentamisen menetelmin; 2019. Saatavilla: <https://trepo.tuni.fi/bitstream/10024/116465/2/KoivistoErkka.pdf>. Hakupäivä 15.7.2024
- 15 N.D. Esimerkkikohteen puhtaudenhallintasuunnitelma. Jatke Toimitilat Oy; 2024. Hakupäivä 18.7.2024.

LIITE 1: Haastattelututkimus 1 runko

Haastattelututkimus 1: Aikataululliset haasteet

Haastattelututkimus on osa opinnäytetyötä, jonka aiheena on P1-puhtausluokitus: Aikataulu- ja kustannusnäkökulma. Työ toteutetaan Metropolian ammattikorkeakoululle osana Rakennusalan työjärjestö -koulutusohjelmaa. Tämä haastattelututkimus toteutetaan yhteistyössä Järke Toimittajat Oy:n kanssa.

Kaikki tulokset anonyymisoitetaan ja niitä ei tulla esittämään lopullisessa työssä.

1. Nimi

2. Työtehtävä

3. Miten hyvin koet tuntevasi P1-puhtausluokituksen (1=erittäin huonosti, 5=erittäin hyvin)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4. Paljonko teillä on kokemusta P1-puhtausluokituskohteista

5. Miten koet P1-puhtausluokituksen rakennusprojektissa, hyötyjä ja haittoja

6. Miten koet P1-puhtausluokituksen vaikuttavan rakennusprojektin aikatauluun

7. Mitkä ovat keskeisimmät P1-puhtausluokituksen aiheuttamat aikataululliset haasteet

8. Kuinka haastavaksi koet P1 aikataulun yhteensovittamisen muuhun työmaan toimintaan (1=e ei haasteita, 5=erittäin haastavaa)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

9. Millaisia toimenpiteitä olette käyttäneet P1 projektissa aikatauluhaasteiden ratkaisemiseksi

10. Miten P1 projektit eroavat aikataulullisesti projekteista, joissa P1-puhtausluokitusta ei ole käytössä

11. Kerro yksi konkreettinen esimerkki projektista, jossa P1-puhtausluokitus vaikutti merkittävästi aikatauluun. Mikä oli aikataulullisten vaikutusten laajuus ja mitä olisi voitu tehdä, jotta tältä olisi vältytty

12. Mitä positiivisia vaikutuksia työmaan näkökulmasta P1-puhtausluokitus on tuonut

13. Kehitysideita P1-puhtausluokituksen aiheuttamiin aikatauluhaasteisiin

Tämä ei ole Microsoftin luomaa tai suosittelemaa sisältöä. Lähettämäsi tiedot lähetetään lomakkeen omistajalle.



LIITE 2: Haastattelututkimus 2 runko

Haastattelututkimus 2: Kustannushaasteet

Haastattelututkimus on osa opinnäytetyötä, jonka aiheena on P1-puhtausluokitus: Aikataulu- ja kustannusnäkökulma. Työ toteutetaan Metropolian ammattikorkeakoululle osana Rakennusalan työryhjä -koulutusohjelmaa. Tämä haastattelututkimus toteutetaan yhteistyössä Järke Toimittajat Oy:n kanssa.

Kaikki tulokset anonymisoidaan ja niitä ei tulla esittämään lopullisessa työssä.

1. Nimi

2. Työtehtävä

3. Miten hyvin koet tuntevasi P1-puhtausluokituksen (1=erittäin huonosti, 5=erittäin hyvin)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4. Paljonko teillä on kokemusta P1-puhtausluokituskohteista

5. Kuinka hyvin P1 projektien alussa pystytään ennakoimaan P1-puhtausluokituksen aiheuttamat kustannukset (1=erittäin huonosti, 5=erittäin hyvin)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

6. Miten arvioisit P1-puhtausluokituksen tuoman lisäarvon suhteessa sen aiheuttamiin kustannuksiin (1 = ei lisäarvoa, 5 = erittäin suuri lisäarvo)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

7. Miten paljon koet P1-puhtausluokituksen vaikuttavan rakennusprojektin kustannuksiin (1=erittäin vähän, 5=erittäin paljon)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

8. Mitkä ovat keskeisimmät P1 toimenpiteet ja työvaiheet, jotka vaikuttavat kustannuksiin

9. Miten yleissivous ennen P1 alueiden laatimista ja P1 siivousta vaikuttaa P1 siivouksen kustannuksiin

10. Kerro yksi konkreettinen esimerkki projektista, jossa P1-puhtausluokitus vaikutti merkittävästi kustannuksiin. Mikä oli kustannusten suuruus

11. Millä menetelmillä P1-puhtausluokituksen aiheuttamia kustannuksia olisi mahdollista vähentää

12. Kehitysideita P1-puhtausluokituksen aiheuttamiin kustannusvaikutuksiin

Tämä ei ole Microsoftin luomaa tai suosittelemaa sisältöä. Lähettämäsi tiedot lähetetään lomakkeen omistajalle.

